

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

---

Институт Электронного образования  
Направление подготовки Оборудование и технология сварочного производства  
Кафедра Оборудование и технология сварочного производства

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Технология ручной аргодуговой сварки листов 10 мм из стали 12Х18Н10Т</b>

УДК 621.791.754'29:669.14

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Куликов С.С.		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	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 дистанционного образования  
 Направление подготовки (специальность) оборудования и технология сварочного производства  
 Кафедра оборудования и технология сварочного производства

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

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

В форме:

Бакалаврская работа
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Куликов С.С.

Тема работы:

Технология ручной аргодуговой сварки листов 10 мм из стали 12Х18Н10Т	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2017
--	------------

**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>Листовые конструкций из стали 12Х18Н10Т, при изготовлении используется механизированная сварка в среде защитных газов</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 Описание сварной конструкции</li> <li>2 Материал сварной конструкции</li> <li>3 Свариваемость металла сварной конструкции</li> <li>4 Обоснование выбора способа сварки</li> <li>5 Обоснование выбора сварочных материалов</li> <li>6 Расчет режимов</li> <li>7 Выбор основного сварочного оборудования</li> <li>8 Технология изготовления изделия</li> </ol>

	9 Технический контроль качества и исправление брака
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Комплект технологической документации на сборки и сварку листов из стали 12X18H10T
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова К. А.
Социальная ответственность	Сопруненко Э. Е.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.03.2017
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Хайдарова А.А.	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Куликов С.С.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1В22	Куликов С.С.

<b>Институт</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Уровень образования</b>	<b>Направление/специальность</b>
		Бакалавр	Машиностроение

**Тема выпускной квалификационной работы:** Технология ручной аргодуговой сварки листов 10 мм из стали 12Х18Н10Т

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость применяемого оборудования для проведения сварочных работ, тарифные ставки рабочих, стоимость электроэнергии</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления по страховым взносам – 30% от ФОТ</i>

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Обосновать выбор приобретаемого оборудования и материалов</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Привести затраты на приобретение оборудования и материалов</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Рассчитать трудозатраты, энергозатраты, затраты на материалы, эксплуатацию оборудования</i>

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

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

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</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>
3-1В22	Куликов С.С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Куликов С.С.

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Оборудования и технологии сварочного производства
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01. «Машиностроение»

Тема выпускной квалификационной работы: Технология ручной аргонодуговой сварки листов 10 мм из стали 12Х18Н10Т

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Целью данного раздела – выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных для здоровья человека факторов, которые могут возникнуть при работе на сварочном производстве

Анализ сварочного производства:

- а) приводится перечень всех используемых в работе газов, их агрегатное состояние, класс опасности (токсичности), механизм воздействия их на организм человека; приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды;
- приводятся правила охраны труда и техники безопасности
- б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений;
- в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;
- приводятся правила обращения с баллонами для сжатых и сжиженных газов.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности

- а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ;
- б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка;  
пожаро-взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

<p>2. Охрана окружающей среды:  организация безотходного производства (приводится перечень отходов, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).</p>
<p>3. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия</li> <li>– разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> </ul> <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</li> </ul>
<p>Перечень графического материала:  Отсутствует</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Куликов С.С.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 80 с., 8 рис., 34 табл., 31 источников, 11 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: сталь 12Х18Н10Т, механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом.

Предметом изучения является технология механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом.

На нефтеперерабатывающих предприятиях, таких как ООО «Томскнефтехим» используется большое количество оборудования, изготавливаемого из нержавеющей сталей типа 12Х18Н10Т. Большинство сосудов для хранения продуктов нефтепереработки изготавливается из таких листов с помощью ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Однако, данный метод сварки не отличается высокой производительностью, поэтому для изготовления крупнолистовых конструкций целесообразно использовать другие способы сварки.

Одним из производительных способов соединения металлов является механизированная сварка в среде защитных газов. Данный метод отличается отсутствием потери на огарки и затраты времени на смену электродов, надёжной защитой зоны сварки, минимальной чувствительностью к образованию оксидов, отсутствием шлаковой корки, возможностью сварки во всех пространственных положениях.

В связи с изложенным, целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки и механизированной сварки в среде защитных газов стыковых соединений листовых конструкций из стали 12Х18Н10Т.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord2016 и графическом редакторе «КОМПАС-3DV16» и представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

## Abstract

Graduation qualification work 80 pp., 8 p., 34 tables, 31 sources, 11 sheets of demonstration material (slides).

Key words: 12X18H10T steel, mechanized welding in a protective gas environment with a consumable electrode.

The subject of the study is the technology of mechanized welding in a protective gas environment with a consumable electrode.

At oil refineries, such as Tomskneftekhim LLC, a large number of equipment is used, made of stainless steels of the type 12X18H10T. Most of the vessels for storing oil products are made from such sheets by means of manual arc welding with coated electrodes. However, this welding method is not characterized by high productivity, therefore it is advisable to use other welding methods for making large-sheeted structures.

One of the productive ways of joining metals is mechanized welding in a protective gas environment. This method is distinguished by the absence of loss for cinder and the time spent on changing electrodes, reliable protection of the welding zone, minimal sensitivity to the formation of oxides, the absence of slag crust, the possibility of welding in all spatial positions.

In connection with the foregoing, the goal of the final qualifying work is the development of the technology of assembling and mechanized welding in the environment of protective gases of butt joints of sheet constructions made of steel 12X18H10T.

The graduate qualification work of the bachelor is executed in the text editor MicrosoftWord2016 and the graphic editor "KOMPAS-3DV16" and is presented on the CD-RW (in the envelope on the back cover).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Обозначения и сокращения

$I_{св}$  – сила тока;

$U_d$  – напряжение дуги;

$V_{св}$  – скорость сварки.

КПД – коэффициент полезного действия;

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1 ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения
- 2 ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- 3 СПП ТПУ 2.5.01-2014 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления.
- 4 ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность» гигиеническое нормирование вибрации на рабочих местах;
- 5 ГОСТ 12.1.003- 83 нормируемые параметры шума на рабочих местах;
- 6 ГОСТ 12.1.005- нормы производственного микроклимата установленные системой безопасности труда;
- 7 ГОСТ 12.0.002-74 требования на предприятии соблюдаемые с целью уменьшения опасности поражения электрическим током.
- 8 ГОСТ 17.2.3.02- 78 требования для предприятий по выбросу вредных веществ в атмосферу.

## Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Коэффициент наплавки ( $\alpha_n$ ):** это коэффициент, выраженный отношением массы металла, наплавленной за единицу времени горения дуги, отнесенной к единице сварочного тока.

**Сварочная ванна:** часть металла свариваемого шва, находящаяся при сварке плавлением в жидком состоянии.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Описание сварной конструкции .....	7
2 Материал сварной конструкции .....	7
3 Свариваемость металла сварной конструкции.....	11
4 Обоснование выбора способа сварки.....	15
4.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами.....	15
4.2 Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом .....	15
4.3 Механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитного газа .....	16
5 Обоснование выбора сварочных материалов.....	17
6 Расчет режимов.....	19
7 Выбор основного сварочного оборудования.....	23
8 Технология изготовления изделия .....	25
8.1 Заготовительные операции.....	25
8.2 Сборочно-сварочные операции .....	26
9 Технический контроль качества и исправление брака .....	29
9.1 Квалификация сварщиков.....	29
9.2 Сварочные материалы.....	30
9.3 Операционный контроль .....	30
9.4 Визуальный контроль и обмер сварных соединений.....	31
9.5 Ремонт сварных соединений .....	32
10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	33
10.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	33
10.1.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	33
11.1.2 FAST – анализ.....	35
11.1.3 SWOT-анализ.....	38

11.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	40
11.2 Инициация проекта.....	42
11.3 Планирование управления проектом.....	44
11.3.1 План проекта.....	44
11.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	45
11.4 Бюджет научного исследования.....	49
11.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	49
11.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	50
11.4.3 Расчет фонда заработной платы.....	51
11.4.4 Расчет дополнительной заработной платы.....	53
11.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды.....	54
11.4.6 Расчет накладных расходов.....	54
11.4.7 Формирование бюджета затрат НТИ.....	55
11.5 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования.....	55
12 Социальная ответственность.....	58
12.1 Производственная безопасность.....	58
12.1.1 Освещение рабочего места.....	59
12.1.2 Вредные вещества в воздухе рабочей зоны.....	59
12.1.4 Электробезопасность.....	60
12.1.4.1 Молниезащита резервуаров и защита от статического электричества.....	61
12.1.4.2 Расчет защитного заземления.....	62
12.1.5 Пожарная безопасность.....	65
12.1.7 Промышленная безопасность опасных производственных объектов.....	67
12.2 Экологическая безопасность.....	68
12.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	72
12.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	74
Заключение.....	77
Список использованных источников.....	78

Диск CD-R

В конверте на  
обороте обложки

ФЮРА.200000.023 Презентация.

Файл Презентация Куликов.ppt в формате PowerPoint 2016

ФЮРА. 200000.023 Пояснительная записка.

Файл ДипломКуликов.docx в формате Word 2016

Графический материал:

## Введение

Типовые сферы применения нержавеющей стали – машиностроение, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная, пищевая промышленность и т.д. Значительное применение специальных нержавеющей сталей обеспечивала атомная энергетика, аэрокосмическая промышленность, другие оборонные отрасли страны.

В мировой практике заметны также новые направления применения нержавеющей сталей в строительстве и нефтегазовом комплексе.

Нержавеющие стальные листы устойчивы к механическим повреждениям, перепадам температуры и коррозии. Однако, способы соединения по-прежнему остаются низко производительными. Основными способами соединения являются ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом и ручная дуговая сварка плавящимся электродом. Этот способ сварки трудоемкий и требует высокой квалификации сварщика.

Основная проблема сборки и сварки листов из нержавеющей стали в том, что технологический процесс давно устарел и нуждается в использовании современных способов сварки, а также в повышении уровня механизации, т.к. до сих пор листы собирают вручную, поэтому предлагается рассмотреть механизированные способы сварки.

Объектом изучения является сборка и механизированная сварка в среде защитных газов листовых конструкций из нержавеющей стали на предприятии ООО «Томскнефтехим».

Предметом изучения является технология механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом.

Цель работы – разработка технологии сборки и механизированной сварки в среде защитных газов стыковых соединений листовых конструкций из стали 12Х18Н10Т.

Научная или практическая новизна - применение новой технологии изготовления листовой конструкции с использованием механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов.

Практическая значимость данного проекта заключается в разработке технологии, которая может быть использована при сварке различных листовых конструкций из нержавеющей стали типа 12Х18Н10Т. Реализация и апробация дипломного проекта заключаются в том, что результаты могут быть приняты к рассмотрению и использованы на предприятии ООО «Томскнефтехим».

## 1 Описание сварной конструкции

Сварная конструкция представляет собой две пластины из стали 12Х18Н10Т размером 2000х1000х10 мм (рисунок 1).

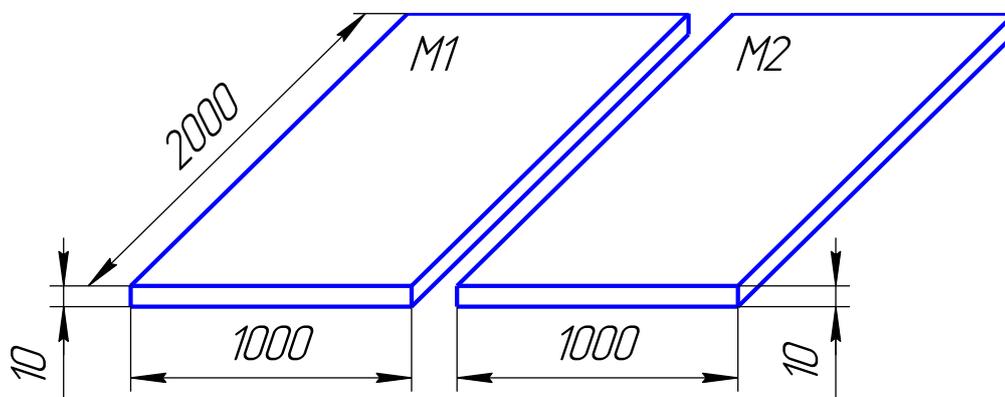


Рисунок 1 – Сварная листовая конструкция

## 2 Материал сварной конструкции

Сталь 12Х18Н10Т – коррозионностойкая сталь. Поставляется по ГОСТ 5632-72. Заменителями являются стали 10Х14Г14Н4Т, 12Х17Г9АН4, 12Х18Н9Т. Сталь относится к аустенитному классу.

Область применения: изготовления сварной аппаратуры, труб, печной арматуры, листовых и сортовых деталей, аппаратов и сосудов, работающих при температуре от -196 до 600 °С под давлением, а при наличии агрессивных сред до 350 °С. Сталь 12Х18Н10Т рекомендуется применять в виде сортового металла и горячекатаного листа, не изготовляемого на станах непрерывной прокатки [8].

Таблица 1 – Химический состав стали 12Х18Н10Т, в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti
до 0,12	до 0,8	до 2	9-11	до 0,02	до 0,035	17-19	до 0,3	5С-0,8

Таблица 2 – Механические свойства при  $T = 20$  °С стали 12Х18Н10Т

Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное сужение, %	Относительное удлинение при разрыве, %
540	205	55	40

Хромоникелетитановая аустенитная сталь 12X18H10T получила наибольшее распространение в промышленности ввиду возможности успешного использования ее в разнообразных эксплуатационных условиях. Она обладает высокой коррозионной стойкостью в ряде жидких сред, устойчива против межкристаллитной коррозии после сварочного нагрева, сравнительно мало охрупчивается в результате длительного воздействия высоких температур и может быть применена в качестве жаропрочного материала при температурах  $\sim 600^{\circ}\text{C}$ . Будучи высокопластичной в условиях глубокого холода, эта сталь используется в установках для получения жидкого кислорода.

Сварные швы конструкций, работающих в контакте с агрессивными жидкостями, должны, прежде всего, обладать стойкостью против межкристаллитной коррозии. На развитие межкристаллитной коррозии большое влияние оказывает размер аустенитного зерна стали. Рост зерна в околошовной зоне не снижает механических свойств сварного соединения, однако он крайне нежелателен с точки зрения коррозионной стойкости околошовной зоны, особенно на участке, непосредственно примыкающем к шву. При нагреве свариваемого металла до температур, превышающих  $1200\text{--}1250^{\circ}\text{C}$ , карбиды титана растворяются в аустените. При последующем замедленном охлаждении, особенно в интервале критических температур ( $875\text{--}450^{\circ}\text{C}$ ), способных вызвать распад твердого раствора, происходит выпадение карбидной фазы по границам зерен аустенита и обеднение пограничных областей последних хромом. В результате свариваемый металл приобретает склонность к межкристаллитной коррозии. Для ее предотвращения при сварке необходимо применять сталь 12X18H10T со строго контролируемым химическим составом: содержание углерода в ней не должно превышать  $0,06\%$ , соотношение содержаний титана и углерода  $\text{Ti/C}$  должно быть не менее 7.

Другим средством устранения склонности к коррозии сварного соединения у линии сплавления служит нагрев в течение 3-4 ч при 850-900° С с охлаждением на воздухе.

Сталь и электрод в состоянии поставки (после закалки в воду. от 1100° С) обычно имеют почти чисто аустенитную структуру с очень небольшим количеством, не более 1%,  $\delta$ -феррита. Металл шва вследствие дендритной ликвации содержит до 7,5%  $\delta$ -феррита. Это приводит к резкому снижению ударной вязкости в условиях глубокого холода.

Сварные швы на стали 12Х18Н10Т заметно уступают основному металлу в пластичности, что объясняется дендритной ликвацией углерода. Причиной пониженной ударной вязкости сварных швов является недостаточная стабильность аустенита при сверхнизких температурах. В условиях глубокого холода возможен распад аустенита по схеме А - М или А - а + К", где А - аустенит, М - мартенсит, а - вторичный феррит, К" - вторичные карбиды. Наличие небольшого количества первичного феррита в данном случае не имеет решающего значения. Об этом свидетельствуют результаты следующих опытов. Часть образцов подвергли закалке на воздухе после часового нагрева при 1080°, С, благодаря чему была ликвидирована дендритная ликвация углерода, но сохранена ферритная составляющая. Ударная вязкость шва повысилась в 2 раза.

Таким образом, повышение ударной вязкости сварного шва на стали 12Х18Н10Т можно достичь устранением дендритной ликвации углерода путем высокотемпературного нагрева. В данном случае может быть применена и местная термообработка швов.

Более простое средство повышения ударной вязкости металла шва - увеличение содержания никеля в шве до 12-14%, что обеспечивает стабильную аустенитную структуру. Чтобы получить шов с таким содержанием никеля, можно использовать электроды из стали типа Х23Н18. В этом случае сварные швы без термообработки сохраняют достаточно

высокую ударную вязкость в условиях глубокого холода. В случае, когда сталь 12X18H10T применяется в качестве жаропрочного материала, необходимо ограничивать содержание в шве первичного феррита 5%. Это предотвращает опасность превращения  $\delta$  -  $\sigma$  в сварном шве и обеспечивается использованием пластинчатых электродов из стали 12X18H10T. Наиболее высокие показатели жаропрочности швов достигаются при повышенном содержании углерода и карбидообразующих элементов - титана и ниобия.

В случае отсутствия стали с повышенным содержанием углерода применяют электроды с содержанием 0,07-0,08% C и дополнительно науглероживают металл шва, например, путем подачи крупки древесного угля или графита на поверхность шлаковой ванны тотчас после ее наведения. При сварке металла сечением 100 x 100 мм достаточно подать 1,7 г крупки размером 1-3 мм. Содержание углерода в шве может быть увеличено также за счет введения в шлаковую ванну 10% массы шлака смеси  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (82-86%) и SiC (14-18%) или применения составного электрода из сталей 12X18H10T и углеродистой.

Швы стали 12X18H10T отличаются грубой столбчатой макроструктурой. Литой металл шва содержит ферритную составляющую, обусловленную дендритной ликвацией. Под воздействием глубокого холода в основном металле и сварном шве возрастает количество ферромагнитной составляющей. Так, например, в стали 12X18H10T, имеющей в состоянии поставки 2,5 - 3% феррита после 30 мин пребывания в жидком азоте ( $-196^\circ \text{C}$ ), количество магнитной составляющей возрастает до 7-9% (при комнатной температуре), а в сварном шве соответственно 7,5 - 8,5 и 10-12%.

Интересно отметить, что после воздействия глубокого холода в околошовной зоне наблюдается более мелкая структура, чем после сварки. Закалка разрушает столбчатую микроструктуру сварных швов и способствует некоторому растворению ферритной составляющей. Типичная для аустенитных сварных швов столбчатая макроструктура сохраняется.

### 3 Свариваемость металла сварной конструкции

Главной и общей особенностью сварки является склонность к образованию в шве и околошовной зоне горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер. Они могут наблюдаться как в виде мельчайших микронадрывов, так и видимых трещин. Горячие трещины могут возникнуть и при термической обработке или работе конструкции при повышенных температурах. Образование горячих трещин связано с формированием при сварке крупнозернистой макроструктуры, особенно выраженной в многослойных швах, когда кристаллы последующего слоя продолжают кристаллы предыдущего слоя, и наличием напряжений усадки.

Кроме сложности получения на аустенитных высоколегированных сталях и сплавах швов без горячих трещин, имеются и другие особенности сварки, обусловленные особенностями их использования. Большие скорости охлаждения при сварке приводят к фиксации неравновесных структур в металле шва. В процессе эксплуатации при температурах выше 350°C в результате диффузионных процессов в стали появляются новые структурные составляющие, приводящие к снижению пластических свойств металла шва.

Для уменьшения склонности сварных соединений коррозионностойких сталей к охрупчиванию в результате выпадения карбидов эффективно снижать содержание углерода в основном металле и металле шва.

Предварительный и сопутствующий подогрев кромок, рекомендуемый при сварке коррозионностойких сталей из-за снижения коррозионной стойкости соединения нежелателен. Поэтому предупреждение образования горячих трещин достигается:

- 1) ограничением в основном и наплавленном металлах содержания вредных (серы и фосфора) примесей, а также газов – кислорода и воздуха. Для этого следует применять режимы, уменьшающие долю основного металла в шве, и использовать стали и сварочные материалы с минимальным содержанием названных примесей. Техника сварки должна обеспечивать

минимальное насыщение металла шва газами. Этому способствует применение для сварки постоянного тока обратной полярности. При ручной дуговой сварке покрытыми электродами следует поддерживать короткую дугу и сварку вести без поперечных колебаний. При сварке в защитных газах, предупреждая подсос воздуха, следует поддерживать коротким вылет электрода и выбирать оптимальными скорость сварки и расход защитных газов;

2) получением такого химического состава металла шва, который обеспечил бы в нём двухфазную структуру. Для жаропрочных и жаростойких сталей с содержанием никеля до 15 % это достигается получением аустенитно-ферритной структуры с 2...6 % феррита. Большое количество феррита может привести к значительному высокотемпературному охрупчиванию. Для сварки рекомендуется использовать основное покрытие электродов. Также рекомендуется вести сварку короткой дугой;

3) применением технологических приёмов, направленных на изменение формы сварочной ванны и направления роста кристаллов аустенита. При механизированных способах сварки тонкие электродные проволоки позволяют уменьшить склонность шва к горячим трещинам;

4) уменьшением силового фактора, возникающего в результате термического цикла сварки, усадочных деформаций и жёсткости закрепления свариваемых кромок. Это достигается ограничением силы сварочного тока, заполнением разделки швами небольшого сечения, хорошая заделка кратера при обрыве дуги.

Вероятность образования горячих трещин в швах возрастает при наличии кремния, так как он способствует развитию химической неоднородности. Углерод нейтрализует вредное действие кремния и снижает вероятность образования горячих трещин в швах. Как правило, трещины не образуются, если  $Si:C \leq 5$ . Однако увеличение содержания углерода будет интенсифицировать процесс образования карбидов хрома  $Cr_4C$  и склонность к межкристаллитной коррозии будет возрастать. Чтобы этого не случилось, в

стали должны присутствовать титан и ниобий, которые обладают большим сродством к углероду, чем хром, и образуют карбиды (TiC, NbC), предотвращая образование Cr<sub>4</sub>C.

Свариваемость хромоникелевых аустенитных сталей определяют с помощью структурной диаграммы Шеффлера по эквивалентным концентрациям хрома и никеля [3, С. 199]. Эквивалентное содержание хрома и никеля в металле шва определяют по формулам:

$$Cr_3 = \%Cr + 1,5 \times \%Si + 0,5 \times \%Nb + \%Mo + 0,5 \times \%V + 4,0 \times \%Ti, \quad (1)$$

$$Ni_3 = \%Ni + 30 \times \%C + 30 \times \%N + 0,5 \times \%Mn, \quad (2)$$

где Cr, Si, Nb, V, Mo, Ti, Ni, C, N, Mn - процентное содержание элементов в металле шва.

$$Cr_3 = 18 + 1,5 \times 0,8 + 4 \times 0,7 = 22 \%,$$

$$Ni_3 = 10 + 30 \times 0,12 + 0,5 \times 2 = 14,6 \%$$

По диаграмме Шеффлера (рисунок 2) определяем, что микроструктура – аустенит.

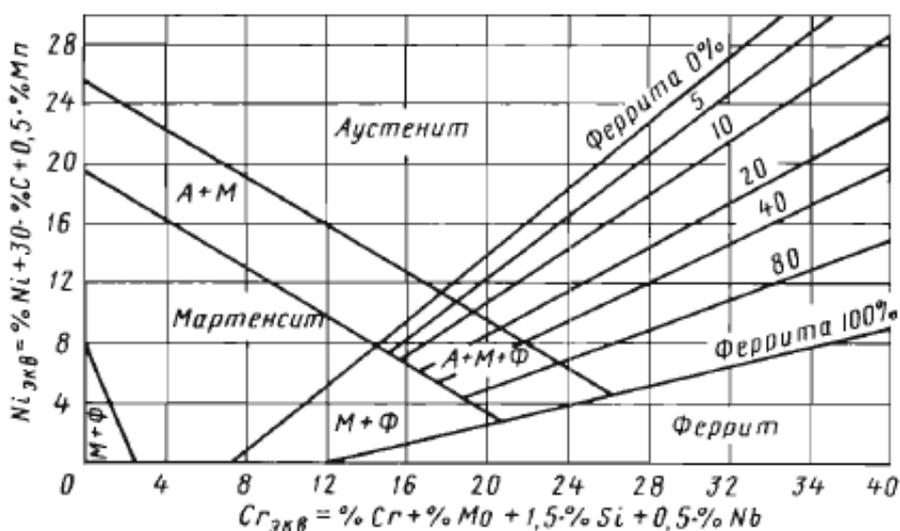


Рисунок 2 – Диаграмма Шеффлера

Если для сварки использовать перлитные материалы – попадаем в область «аустенит + мартенсит», чего допускать нельзя, из-за низких пластических свойств. При использовании аустенитных материалов попадаем

в область с содержанием феррита 2-5 %, что приемлемо. В изделиях из жаропрочных и жаростойких сталей, работающих при высоких температурах, с целью предотвращения горячих трещин количество феррита в швах ограничивают 4-5%.

Нержавеющая сталь восприимчива к межкристаллитной коррозии. Межкристаллитная коррозия (МКК) - один из наиболее опасных видов местной коррозии сплавов, вызывающий избирательное разрушение по границам зерен. В результате этого происходит потеря прочности и пластичности сплава и преждевременное разрушение ответственных конструкций. Причина межкристаллитной коррозии - электрохимическая неоднородность структуры сплава, когда границы или приграничные зоны кристаллов являются более электрохимически отрицательными по сравнению с телом зерна. Это может быть следствием ликвации, выделения новых фаз по границам зерен, которое происходит при термообработке или сварке в зоне термического влияния. Интенсивность МКК зависит как от состава и обработки сплава, так и от коррозионной среды. Решающим фактором, определяющим появление склонности к МКК, является содержание углерода в стали.

Важным фактором, изменяющим склонность к МКК нержавеющей сталей, является режим термообработки. Для аустенитных сталей интервал температур, при которых происходит выделение карбидов по границам зерен, лежит в пределах температур 500-900°C. Ниже 500°C диффузионная подвижность атомов, необходимая для образования новых фаз, мала, а при температуре выше 900°C возможна коагуляция образовавшихся фаз и диффузионное выравнивание концентрации хрома в твердом растворе, что устраняет склонность к МКК.

#### 4 Обоснование выбора способа сварки

Листовые соединения из нержавеющей стали свариваются различными способами: ручная дуговая сварка покрытыми электродами, ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом и механизированная сварка в среде защитных газов. Проведем сравнение достоинств и недостатков способов сварки.

##### 4.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами

Достоинства способа:

- простота и надежность оборудования;
- возможность сварки во всех пространственных положениях и условиях монтажа;
- возможность сварки в труднодоступных местах;
- возможность сварки различных материалов.

Недостатки способа:

- малая производительность;
- высокая квалификация сварщика при сварке ответственных сварных конструкций;
- вредные и тяжёлые условия труда.

##### 4.2 Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

К основным преимуществам аргонодуговой сварки в среде защитных газов относятся:

- отсутствие необходимости применения флюсов или обмазок, а, следовательно, и очистки швов от шлака и неиспользованных остатков флюса;
- высокая степень концентрации источника тепла, позволяющая значительно сократить зону структурных превращений и уменьшить коробление изделия;
- минимальное взаимодействие металла шва с кислородом и азотом воздуха;

– возможность наблюдения за открытой дугой, чем облегчается управление процессом сварки/

Недостатки способа сварки неплавящимся электродом:

- низкая производительность;
- необходимость в устройствах, обеспечивающих начальное возбуждение дуги;
- высокая скорость охлаждения сварного соединения.

4.3 Механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитного газа

Достоинства способа:

- повышенная производительность (по сравнению с дуговой сваркой покрытыми электродами);
- отсутствуют потери на огарки и затраты времени на смену электродов;
- надёжная защита зоны сварки;
- минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- отсутствие шлаковой корки;
- возможность сварки во всех пространственных положениях.

Недостатки способа:

- большие потери электродного металла на угар и разбрызгивание
- мощное излучение дуги;
- ограничение по сварочному току;
- сварка возможна только на постоянном токе.

Выводы

Листы имеют довольно большую протяженность – 2000 мм. Такую длину разумно проваривать механизированным способом сварки в защитном газе, поэтому в качестве основного способа сварки принимаем его.

## 5 Обоснование выбора сварочных материалов

Выбор сварочных материалов производится для стали 12Х18Н10Т, так как это аустенитная сталь, то это накладывает ограничение на используемые материалы.

Сварку плавящимся электродом производят в инертных, а также активных газах или смеси газов. При сварке высоколегированных сталей, содержащих легкоокисляющиеся элементы (алюминий, титан и др.), следует использовать инертные газы, преимущественно аргон, и вести процесс на плотностях тока, обеспечивающих струйный перенос электродного металла. При струйном переносе дуга имеет высокую стабильность и практически исключается разбрызгивание металла, что важно для формирования швов в различных пространственных положениях и для ликвидации очагов коррозии, связанных с разбрызгиванием при сварке коррозионно-стойких и жаростойких сталей. Однако струйный перенос возможен на токах выше критического, при которых возможно образование прожогов при сварке тонколистового металла. Добавка в аргон до 3-5 %  $O_2$  и 15-20 %  $CO_2$  уменьшает критический ток, а создание при этом окислительной атмосферы в зоне дуги снижает вероятность образования пор, вызванных водородом. Однако при сварке в указанных смесях газов увеличивается угар легирующих элементов, а при добавке углекислого газа возможно науглероживание металла шва. Добавкой к аргону 5-10 % N может быть повышено его содержание в металле шва. Азот является сильным аустенизатором, и таким образом можно изменить структуру металла шва.

Вследствие вышесказанного в качестве защитного газа используем аргон высшего сорта, химический состав которого и его основные характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Химический состав аргона высшего сорта по ГОСТ 10157 -79

Ar, %, не менее	O <sub>3</sub> , %, не более	N <sub>2</sub> , %, не более	CO <sub>2</sub> , %, не более	Содержание водяных паров, %, не более	Температура насыщения, К, не более
99,992	0,0007	0,006	0,0005	0,01	215

Выбор присадочной проволоки производится как по металлургическим, так и по технологическим свойствам. Согласно рекомендациям [6, с.59] применим проволоку Св-04Х19Н11М3 по ГОСТ 2246-70\*, следующего химического состава (таблица 4).

Таблица 4 - Химический состав сварочной проволоки Св-04Х19Н11М3 по ГОСТ 2246-70\*, %.

С	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	S	P
0,03	0,8	1,7	19,0	2,7	12,5	0,018	0,025

## 6 Расчет режимов

К основным параметрам режима механизированной дуговой в защитных газах плавящимся электродом, определяемых расчётом, относятся:

сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки, диаметр и скорость подачи электродной проволоки.

Основные параметры: защитная среда (газовая, шлаковая, газослаковая), род тока, полярность устанавливают, исходя из условий сварки конкретного изделия.

В зависимости от типа соединения последовательность расчёта режима сварки различна. По условию задания необходимо обеспечить полное проплавление, поэтому для сварки данного соединения, выбираем тип соединения С9 (рисунок 3).

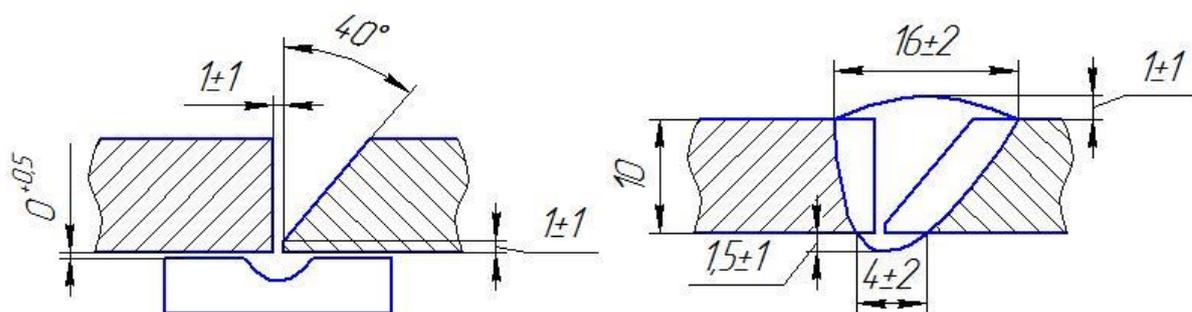


Рисунок 3 – Разделка кромок и параметры шва (условное обозначение – С9)

Найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла. Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур, по формуле:

$$\begin{aligned} F_n &= \frac{h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2} + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e + 0,75 \cdot g_1 \cdot e_1 = \\ &= \frac{9^2 \cdot \operatorname{tg} 40}{2} + 1 \cdot 10 + 0,75 \cdot 1 \cdot 16 + 0,75 \cdot 1,5 \cdot 4 = 60 \text{ мм}^2, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $S, b, e, g, h, \alpha$  – размеры конструктивных элементов сварного соединения.

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металлов найдем по формуле:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g + g_1) = 0,73 \cdot 16 \cdot (10 + 1 + 1,5) = 146 \text{ мм}^2. \quad (4)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла:

$$F_{np} = F - F_n = 146 - 60 = 86 \text{ мм}^2. \quad (5)$$

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока, согласно рекомендациям [3], принимаем  $j = 150$ ,  $d_э = 1,6$  мм, тогда:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 150 = 301 \text{ А}, \quad (6)$$

принимаем  $I_{св} = 300 \text{ А}$ .

При сварке проволокой диаметром 1,6...2,0 мм площадь первого прохода 20...40 мм<sup>2</sup>, площадь второго прохода 40...60 мм<sup>2</sup>, площадь последующих проходов составляет 40...100 мм<sup>2</sup>. Принимаем площадь первого прохода 20 мм<sup>2</sup>, площадь второго 40 мм<sup>2</sup> [2]

Определяем оптимальное напряжение дуги

$$U_д = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{св} \pm 1 = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,6}} \cdot 300 \pm 1 = 28 \pm 1 \text{ В}, \quad (7)$$

принимаем напряжение  $U_д = 22 \text{ В}$ .

Определим коэффициент формы провара:

$$\psi_{np} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_э \cdot U_д}{I_{св}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 300) \cdot \frac{1,6 \cdot 22}{300} = 1,61. \quad (8)$$

Для механизированной сварки значения  $\psi_{np}$  должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Для определения коэффициента наплавки  $\alpha_n$  при механизированных способах сварки в среде аргона воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi_n), \quad (9)$$

где  $\psi$  – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2. \quad (10)$$

Подставим известные значения плотности тока  $j$  в формулу (10), получим:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 150 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 150^2 = 11,6\%.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления  $\alpha_p$  по формуле:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l_e}{d_s^2} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{300} \cdot \frac{1,5}{0,16^2} = 12,2 \text{ э/А} \cdot \text{ч}, \quad (11)$$

величину вылета электрода  $l$  принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [4].

Тогда коэффициент наплавки  $\alpha_n$  согласно формуле (9):

$$\alpha_n = 12,2 \cdot (1 - 0,116) = 10,8 \text{ э/А} \cdot \text{ч}.$$

Скорость сварки получаем:

для первого прохода

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n} = \frac{10,8 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,2} = 0,58 \text{ см/с} = 20,8 \text{ м/ч}, \quad (12)$$

для второго прохода

$$V_{св} = \frac{10,8 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,4} = 0,29 \text{ см/с} = 10,3 \text{ м/ч}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

для первого прохода

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}} = \frac{12,2 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 2,01 \cdot 10^{-2}} \approx 6,5 \text{ см/с} = 233 \text{ м/ч}, \quad (13)$$

где  $F_{эл}$  – площадь поперечного сечения электрода, см<sup>2</sup>;

$\gamma$  – плотность электродного металла, г/см<sup>3</sup>.

Для проверки правильности расчётов при сварке в аргоне определяем глубину проплавления, подставив полученные значения параметров режима в формулу:

$$H = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}}, \quad (14)$$

где  $q_n$  - погонная энергия.

Погонная энергия рассчитывается по формуле (15) для первого шва:

$$q_n = \frac{\eta_u \cdot I_{св} \cdot U_d}{V_{св}} = \frac{0,82 \cdot 300 \cdot 22}{0,58} = 9331 \text{ Дж/см}, \quad (15)$$

где  $\eta_u$  – эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при сварке в защитном газе составляет 0,8...0.84, принимаем  $\eta_u = 0,82$ .

Погонная энергия для второго шва:

$$q_n = \frac{0,82 \cdot 300 \cdot 22}{0,29} = 18662 \text{ Дж/см}.$$

Подставим полученные значения в формулу (16):

$$H = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{9331}{1,61}} = 0,6 \text{ см}$$

От заданной глубины проплавления отличается менее чем на 10...15%, следовательно, режимы оптимальны и подобраны верно.

## 7 Выбор основного сварочного оборудования

При дуговой сварке в среде аргона сварочная дуга имеет возрастающую вольт - амперную характеристику. Для обеспечения стабильности процесса и устойчивости работы энергетической системы источник питания – дуга – ванна требуется источник питания дуги с жесткой или пологопадающей внешней вольт - амперной характеристикой.

Приведем для сравнения характеристики несколько комплексов для полуавтоматической сварки.

Сварочный инверторный цифровой комплекс Telwin INVERPULSE 420

Комплекс Telwin INVERPULSE 420 для дуговой полуавтоматической сварки в среде защитных газов, на постоянном токе. Микропроцессорное управление. Комплектуется станцией водяного охлаждения. В режиме полуавтоматической сварки возможно использование режимов «пульс», «двойной пульс». В данном аппарате предусмотрено дистанционное управление. Предназначен для сварки широкого круга металлов: стали, нержавеющей стали, алюминия и их сплавов.

Комплекс Aristo™Mig 4000i

Система состоит из источника и выносного подающего механизма. Предназначена для полуавтоматической сварки изделий и конструкций с повышенными требованиями по качеству. Выпрямитель выполнен по инверторной технологии. Все внутренние и внешние связи между блоками системы осуществляются по цифровой технологии, гарантирующей высокую скорость и надежность передачи данных. Системы комплектуются блоком водяного охлаждения, подсоединенным к системе энергосбережения источника.

Основные характеристики рассматриваемого оборудования приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные параметры сварочных комплексов

	Telwin INVERPULSE 420	Aristo™ Mig u4000i
Максимальная мощность, кВт	26,5	24,6
Пределы регулирования тока, А	10 – 400	16 - 400
Диаметр проволоки, мм	0,6 – 1,6	0,6 – 1,6
Габариты, мм	1110x600x1550	800x450x1350
Вес, кг	120	57

Принимаем для осуществления механизированной сварки в аргоне сварочный инверторный цифровой полуавтомат Aristo™ Mig u4000i, так как он соответствует всем требованиям, предъявляемым для качественной сварки, так же он подходит под назначенные режимы сварки. В комплектность входит: источника питания инверторного типа, механизм подачи, редуктор-расходомер.

## 8 Технология изготовления изделия

### 8.1 Заготовительные операции

Точность подготовки деталей к сборке и качество производящейся сборки оказывают весьма существенное влияние на несущую способность и экономичность сварной конструкции. Перед сборкой деталей необходимо устранять дефекты, которые появились при заготовительных операциях. Для получения заготовки нам необходимо выполнить ряд операций. Прокат подвергают правке и зачистке с целью устранения загрязнений и неровностей, которые появляются еще при прокате либо при транспортировке металла.

Затем выполняют разметку деталей: разметку проводят путем перенесения размеров заготовки чертежа непосредственно на металл, кернение металла производят по линии будущего реза; Чертилкой обводят контуры шаблона, после чего его удаляют, вдоль всей линии реза наносят керны и деталь маркируют. Далее производят вырезку детали. Нарезают заготовки на ножницах или на ручных и механизированных резаках.

Для получения заготовок из листов используем плазменную резку. В качестве оборудования для резки принимаем плазморез Blue Weld PRECISE PLASMA 160 HF 815977 (таблица 6)

Таблица 6 – Технические характеристики Blue Weld PRECISE PLASMA 160 [5]

Показатели	Значения
Мах толщина реза, мм	45
Напряжение, В	220/380
Давление, бар	4-5
ПВ на максимальном токе, %	40
Мах ток, А	160
Мах мощность, кВт	25
Min ток, А	20
Расход воздуха, л/мин	200
Габариты, мм	870x590x860

## 8.2 Сборочно-сварочные операции

Технология подготовки листов к сварке по рекомендации [3] заключается в правке листового материала в правильных станах, разметке или наметке деталей, вырезку заготовок, тщательной очистке свариваемых кромок от окислов и загрязнений (механическим путем, т.е. наждаком, металлической щеткой и т.п.).

Перед сваркой производим сборку конструкции, т.е. установку и фиксацию деталей в предусмотренном проектом положении. Она должна обеспечивать возможность качественной сварки конструкции. Необходимо выдержать заданный зазор между соединяемыми деталями, установить детали в проектное положение и закрепить между собой так, чтобы взаиморасположение деталей не нарушилось в процессе сварки, а если необходимо, и транспортировки. Должен быть обеспечен свободный доступ к месту сварки.

В качестве приспособления для неподвижной фиксации листов конструкции во время сварки используем два швеллера расположенных поперек листов на расстоянии 1 м друг от друга.

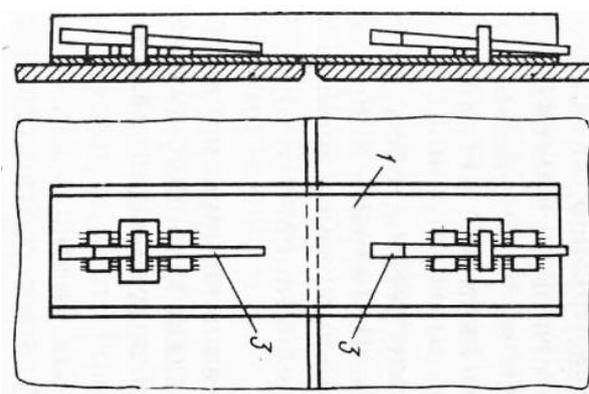


Рисунок 4 – Схема крепления швеллера к листовой конструкции

Согласно РД 34.15.132-96 «Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов» длина прихваток должна быть не менее 50 мм и расстояние между ними не более 500 мм. Назначаем 6 прихваток длиной 50 мм, расстояние

между прихватками 300 мм. Высота прихватки должна составлять 0,3-0,5 высоты будущего шва. Схема расположения прихваток показана на рисунке 5. Запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов. Прихватки делаются с обратной стороны свариваемых листов, это позволит избежать сварочных деформаций.

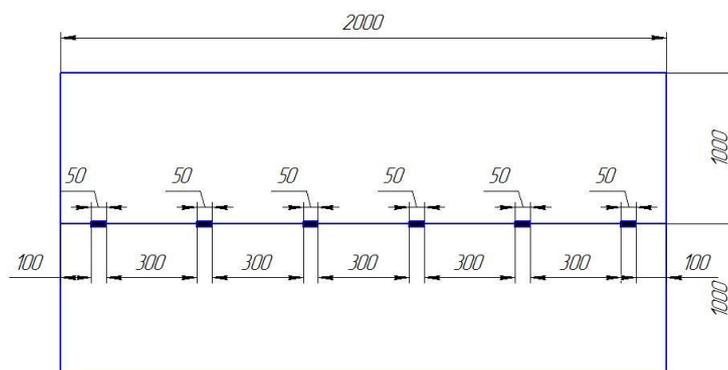
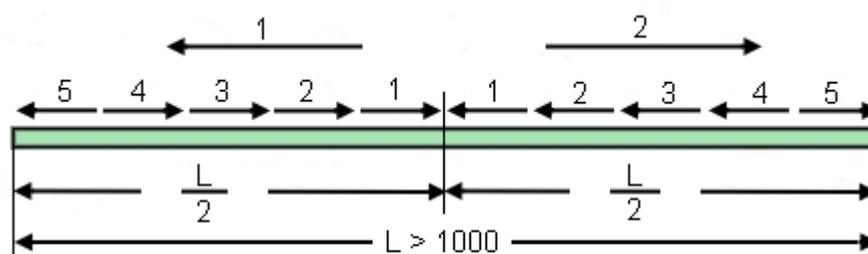


Рисунок 5 – Схема расположения прихваток

Прихватки должны выполняться сварщиками, имеющими допуск на сварку подобных изделий, и по возможности теми, кто будет сваривать данное соединение, теми же сварочными материалами, которые будут применяться для сварки основных швов. Прихватки должны быть полностью перекрыты и по возможности переварены при наложении основного шва. Прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки таких швов. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалять механическим способом.

В нашем случае длина шва более 1 м, поэтому данное стыковое соединение следует сваривать обратноступенчатым способом (рисунок 6).



Обратно ступенчатый метод начиная с середины по краям

## Рисунок 6 - Схемы сварки обратноступенчатым способом

Для исправления сварочных деформаций после сварки произведем правку грибовидности (если необходимость этого будет выявлена при контроле изделия).

Последовательность операций сборки и сварки описана в комплекте технологической документации в приложении А.

## 9 Технический контроль качества и исправление брака

Технический контроль качества и исправление брака выбирается в соответствии с требованиями, указанными в [10].

В процессе изготовления, монтажа и ремонта необходимо осуществлять систематический контроль качества сварочных работ и сварных соединений, предварительный контроль (включая входной контроль), операционный контроль и приемочный контроль сварных соединений.

Для обеспечения требуемого уровня качества необходимо производить:

- проверку квалификации сварщиков;
- контроль исходных материалов, (входной контроль);
- систематический операционный (технологический) контроль, осуществляемый в процессе сборки и сварки;
- визуальный контроль (внешний осмотр) и обмер готовых сварных соединений (для сварных соединений, выполненных двусторонней автоматической сваркой под слоем флюса - дополнительно по макрошлифам);
- проверку сварных швов неразрушающими методами контроля.

### 9.1 Квалификация сварщиков

К прихватке и сварке, в случае применения дуговых методов допускаются сварщики, окончившие специализированные профессионально-технические училища или курсы (школы), имеющие установленной формы удостоверения и аттестованные для сварки.

Аттестацию и проверку квалификации сварщиков осуществляет постоянно действующая комиссия треста под председательством его главного инженера. В состав комиссии должны быть включены инженерно-технические работники служб сварки, контроля, охраны труда и техники безопасности, а также представители профсоюзной организации.

Комиссия проводит аттестацию и проверку квалификации сварщиков в случаях, объемах и с использованием методик, определяемых требованиями [14].

## 9.2 Сварочные материалы

Все поступающие на участок централизованного хранения и подготовки к использованию сварочные материалы подвергают количественному и качественному контролю.

Контроль сварочных материалов осуществляют работники специализированной службы входного контроля или комиссия, в состав которой входят представители монтажной организации, сварочной службы или ПИЛ (включая сварщика, выполняющего технологические пробы) отдела снабжения.

При определении качества сварочных материалов устанавливают: наличие сертификатов на каждую партию и марку материалов, а также соответствие маркировки и условного обозначения сварочных материалов в сертификате и на этикетке упаковки; состояние упаковки; состояние поверхности покрытия электродов; состояние поверхности сварочной проволоки; однородность и цвет зерен флюса и т.д.

Сварочные материалы, которые по результатам входного контроля не соответствуют требованиям нормативных документов, признают некачественными, и на них составляется акт в соответствии с положениями [10].

## 9.3 Операционный контроль

Операционный контроль осуществляют мастера и производители работ. При этом осуществляется проверка правильности и необходимой последовательности выполнения технологических операций по сборке и сварке в соответствии с требованиями действующих операционных технологических карт [10].

При сборке соединений под сварку проверяют:

- чистоту и степень зачистки кромок и прилегающих к ним внутренней и наружной поверхностей;
- соблюдение допустимой разностенности свариваемых элементов;
- соблюдение допустимой величины смещения наружных кромок свариваемых элементов;
- величину технологических зазоров в стыках;
- длину и количество прихваток.

Если требуется просушка свариваемых кромок или предварительный подогрев, производят контроль температуры подогрева.

При операционном контроле в процессе сварки осуществляют наблюдение за обеспечением строгого соблюдения режимов сварки (по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на сварочных агрегатах, постах, машинах и т.п.), порядка наложения слоев и их количеством, применяемых материалов для сварки корневого и заполняющих слоев, времени перерывов между сваркой корневого шва и "горячим проходом" и других требований технологических карт [14].

#### 9.4 Визуальный контроль и обмер сварных соединений

Все (100%) сварные соединения после их очистки от шлака, грязи, брызг металла, снятия грата подвергают визуальному контролю и обмеру.

Визуальный контроль и обмер производят работники службы контроля (ПИЛ, специализированных управлений по контролю и т.п.).

По результатам обмера сварные соединения, выполненные дуговыми методами, должны удовлетворять следующим требованиям:

- величина наружного смещения кромок не должна превышать допустимых значений;
- глубина подрезов не должна превышать допустимых значений;
- усиление внешнего и внутреннего швов должно иметь высоту не менее 1,0 мм и не более 3,0 мм и плавный переход к основному металлу;

-сварной шов облицовочного слоя должен перекрывать основной металл.

В случае отклонения геометрических параметров сварных швов от значений сварку необходимо остановить, отладить оборудование и скорректировать режимы сварки [14].

#### 9.5 Ремонт сварных соединений

Сварные соединения, в которых по результатам контроля обнаружены недопустимые дефекты (признанные "не годными") подлежат ремонту с последующим повторным контролем в соответствии с требованиями [15].

Исправление дефектов в стыках, выполненных дуговыми методами сварки, следует производить следующими способами:

- наплавкой ниточных валиков высотой не более 3 мм при ремонте наружных и внутренних подрезов;

- при ремонте стыка с трещиной длиной до 50 мм засверливаются два отверстия на расстоянии не менее 30 мм от краев трещины с каждой стороны, дефектный участок вышлифовывается полностью и заваривается вновь в несколько слоев;

- обнаруженные при внешнем осмотре недопустимые дефекты должны устраняться до проведения контроля неразрушающими методами.

Все исправленные участки стыков должны быть подвергнуты внешнему осмотру и повторному контролю.

### 10.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Нержавеющие стали используются во многих отраслях промышленности. Сегментируем рынок потребления продукции из нержавеющей стали в зависимости от отрасли, размера компании и уровня потребления продукции. Карта представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Отрасль			
		Нефтяная	Строительная	Машиностроение	Химическая
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				
Уровень потребления продукции	Высокий				
	Средний				
	Низкий				

ООО Томскнефтехим		ПАО Газпром		АО Красмаш		ОАО ТДСК	
----------------------	--	----------------	--	---------------	--	-------------	--

Из таблицы видно, что основными сегментами являются крупные компании нефтяной и химической отраслей с высоким и средним уровнем потребления продукции из нержавеющей стали. Следовательно, эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

#### 10.1.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции

ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Строительство резервуаров ведется по ВСН 311-89 «Монтаж стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов объемом от 100 до 50000 м<sup>3</sup>», этот стандарт разрешает использование нескольких способов сварки: ручная дуговая, неплавящимся электродом в защитном газе, механизированная в защитном газе плавящимся электродом.

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направление для ее реализации. 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.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (17)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,2
2. Удобство в применении	0,2	5	4	4	1	0,8	0,4
3. Возможности проекта	0,15	3	4	5	0,45	0,6	0,75

Продолжение таблицы 8

4. Универсальность	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Эффективность применения	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	2	5	3	0,3	0,7	0,45
2. Уровень проникновения	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Цена	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
4. Квалифицированные	0,05	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	38	36	35	4,35	4,2	3,4
<p><i>Примечание:</i>  <math>B_{\phi}</math> – оценка профессиональных рисков при проведении работ;  <math>B_{к/л}</math> – прогнозная оценка профессиональных рисков;</p>							

Опираясь на полученные данные, можно судить, что модернизированная технология, рассмотренная в дипломной работе, эффективнее, чем методы, применяемые конкурентами.

#### 11.1.2 FAST – анализ

FAST – анализ состоит из шести стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа.

В качестве предмета исследования выбран рассмотрим аппарат для сварки Aristo™ Mig u4000i.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

Таблица 9 – Классификация функций, выполняемых объектом

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
1 корпус	1	Установка элементов комплекса		X	
2 адаптер модели K350	1	Настройка параметров			X
3 механизм подачи проволоки	1	Механизм подачи сплошной проволоки	X		
4 газовое сопло d=12 мм	1	Подача газа		X	
5 изолятор	1	Защита от брызг			X
6 адаптер для наконечника	1	Охлаждение			X
7 стальной канал d=1,0	1	Перемещение проволоки		X	
8 контактный наконечник d=1,0	1	Токоподвод электроэнергии		X	
9 изоляционная втулка	1	Защита			X

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глуценко В.Ф. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

Для начала необходимо построить матрицу смежности функций, в которой определим более значимые из них.

Таблица 10 – Матрица смежности

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 корпус	=	>	<	=	>	>	=	=	>
2 адаптер модели K350	<	=	<	<	=	=	<	<	=
3 механизм подачи проволоки	>	>	=	>	>	>	>	>	>
4 газовое сопло d=12 мм	=	>	<	=	>	>	=	=	>
5 изолятор	<	=	<	<	=	=	<	<	=
6 адаптер для наконечника	<	=	<	<	=	=	<	<	=
7 стальной канал d=1,0	=	>	<	=	>	>	=	=	>
8 контактный наконечник d=1,0	=	>	<	=	>	>	=	=	>
9 изоляционная втулка	<	=	<	<	=	=	<	<	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая

Преобразовываем матрицы смежности в матрицы количественных соотношений функций.

Таблица 11 – Матрица количественных соотношений функций

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Итого	Вес	
1 корпус	1	1,5	0,5	1	1,5	1,5	1	1	1,5	10,5	0,125	
2 адаптер модели К350	0,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	6,5	0,078	
3 механизм подачи проволоки	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	13	0,155	
4 газовое сопло d=12 мм	1	1,5	0,5	1	1,5	1,5	1	1	1,5	10,5	0,125	
5 изолятор	1,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	7,5	0,09	
6 адаптер для наконечника	1,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	7,5	0,09	
7 стальной канал d=1,0	1	1,5	0,5	1	1,5	1,5	1	1	1,5	10,5	0,125	
8 контактный наконечник d=1,0	1	1,5	0,5	1	1,5	1,5	1	1	1,5	10,5	0,125	
9 изоляционная втулка	0,5	1	0,5	1,5	1	1	0,5	0,5	1	7,5	0,09	
										Σ	84	1

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»

Определяем значимость функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям: корпус –  $10,5/84=0,125$ ; адаптер модели К350 –  $6,5/84=0,125$ ; механизм подачи проволоки –  $13/84=0,125$ ; газовое сопло d=12 мм –  $7,5/84=0,125$ ; изолятор –  $7,5/84=0,125$ ; адаптер для наконечника –  $7,5/84=0,125$ ; стальной канал d=1,0 –  $10,5/84=0,125$ ; контактный наконечник d=1,0 –  $10,5/84=0,125$ ; изоляционная втулка –  $7,5/84=0,125$ .

Обязательным условием является то, что сумма коэффициентов значимости всех функций должна равняться 1.

Стадия 4 Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Таблица 12 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Норма расхода, кг	Трудоемкость детали, нормо-часов	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.	Итого, руб	Вес
1 корпус	1	Установка элементов комплекса	20	5	6 000	1 000	3 000	10 000	0,112
2 адаптер модели K350	1	Преобразование сварочного тока	1	2	9 000	2 000	4 000	15 000	0,169
3 механизм подачи проволоки	1	Управление процессом	30	5	10 000	2 000	4 000	16 000	0,18
4 газовое сопло d=12 мм	1	Настройка параметров	2	3	2 000	500	1 000	3 500	0,04
5 изолятор	1	Подача газа	5	4	5 000	1 000	2 000	8 000	0,09
6 адаптер для наконечника	1	Охлаждение	5	2	3 000	800	1 500	5 300	0,06
7 стальной канал d=1,0	1	Механизм подачи порошковой проволоки	5	3	6 000	1 500	2 500	10 000	0,112
8 контактный наконечник d=1,0	1	Механизм подачи сплошной проволоки	5	3	6 000	1 200	2 000	9 400	0,106
9 изоляционная втулка	1	Управление процессом сварки	5	4	7 000	1 800	3 000	11 800	0,132
								89000	1

Задача данной стадии заключается в том, что с помощью специальных методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции.

Стадия 5 Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

Информация об объекте исследования, собранная в рамках предыдущих стадий, на данном этапе обобщается в виде функционально – стоимостной диаграммы (ФСД), рисунок 7.

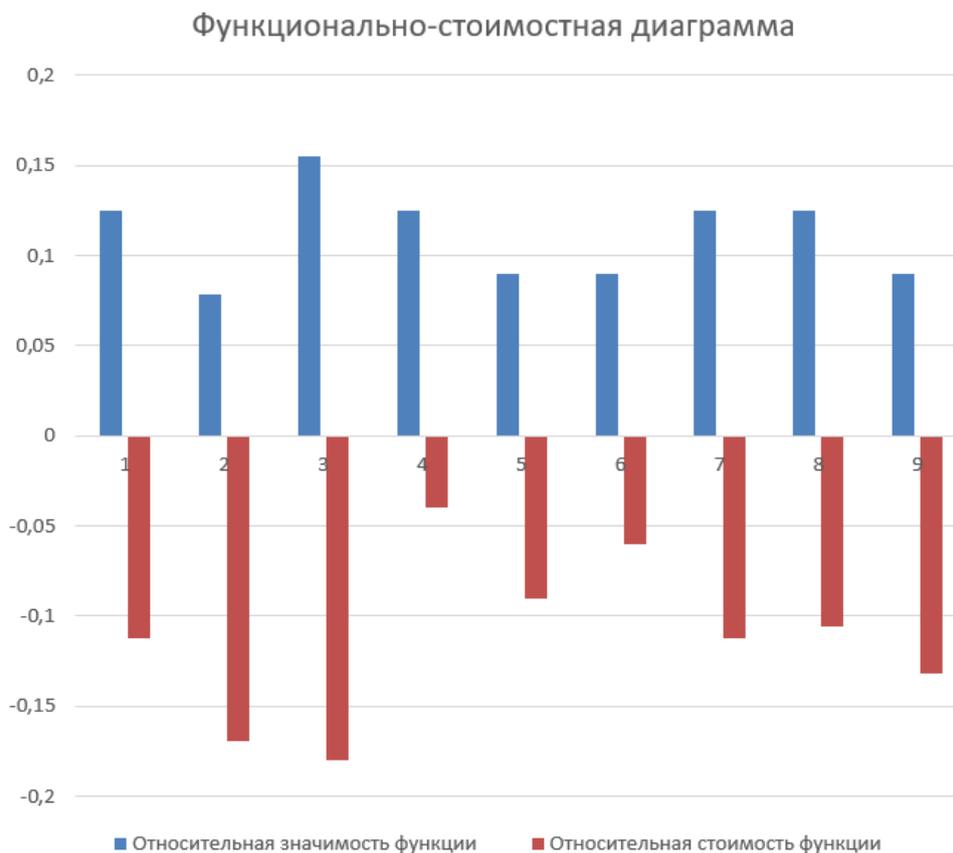


Рисунок 7 – Функционально-стоимостная диаграмма объекта

Анализ, приведенный выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функции 4 к которой относятся газовое сопло  $d=12$  мм. Необходимо провести работы по ликвидации данных диспропорций.

Стадия 6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

В качестве оптимизации данных функций можно выделить следующее:

- 1) использование новых заготовок и материалов;
- 2) замена комплектующих на более дешевые отечественные аналоги.

В результате FAST-анализа были выявлены слабые функции - газовое сопло  $d=12$  мм, оптимизация которой приведет к уменьшению стоимости проекта и увеличению его эффективности.

### 11.1.3 SWOT-анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации.

Первый этап – опишем сильные и слабые стороны проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта (таблица 13).

Таблица 13 – SWOT – анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Финансирование из государственного бюджета. С2. Возможность практического внедрения результатов исследования в нефтяную промышленность С3. Отсутствие конкурентов по способности к высокой степени поверхностного и объёмного упрочнения	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокая стоимость образцов для нержавеющей стали Сл2. Использование дорогостоящего оборудования
Возможности: В1. Заключение соглашения между НИ ТПУ и ОАО «Томскнефтехим» о взаимной помощи в этом исследовании. В2. Приобретение дополнительного оборудования на кафедру ОТСП ТПУ		
Угрозы: У1. Закрытие проекта в связи с нехваткой финансов и материальной базы (специального оборудования) для проведения исследования. У2. Выход из строя труднодоступных и дорогостоящих элементов оборудования.		

Второй этап – выявим соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды (таблицы 14–17).

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта (возможности и сильные стороны проекта)

**Сильные стороны проекта**

<b>Возможности проекта</b>		C1	C2	C3
	B1	+	+	-
	B2	+	+	0

Вывод по таблице 14: коррелирующие сильных сторон и возможностей проекта – B1C1C2, B2C1C2.

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта (возможности и слабые стороны проекта)

**Слабые стороны проекта**

<b>Возможности проекта</b>		Сл1	Сл2
	B1	0	-
	B2	+	-

Вывод по таблице 15: коррелирующие слабых сторон и возможностей проекта – B2Сл1.

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта (угрозы и сильные стороны проекта)

**Сильные стороны проекта**

<b>Угрозы проекта</b>		C1	C2	C3
	У1	-	+	-
	У2	+	0	+

Вывод по таблице 16: коррелирующие сильных сторон и угроз проекта, У1С2, У2С1С3.

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта (угрозы и слабые стороны проекта)

**Слабые стороны проекта**

<b>Угрозы проекта</b>		Сл1	Сл2
	У1	0	-
	У2	+	0

Вывод по таблице 17: коррелирующие слабых сторон и угроз проекта – У2Сл1.

Выявив соответствия сильных и слабых сторон научно исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды, можно определить потребность в проведении стратегических изменений.

Третий этап – составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 18).

Таблица 18 – SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Финансирование из государственного бюджета.</p> <p>С2. Возможность практического внедрения результатов исследования в нефтяную промышленность</p> <p>С3. Отсутствие конкурентов по способности к высокой степени поверхностного и объёмного упрочнения</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Высокая стоимость образцов для нержавеющей стали</p> <p>Сл2. Использование дорогостоящего оборудования</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Заключение соглашения между НИ ТПУ и ОАО «Томскнефтехим» о взаимной помощи в этом исследовании.</p> <p>В2. Приобретение дополнительного оборудования на кафедру ОТСП ТПУ</p>	<p>В1С1С2 – ускорение темпов внедрения результатов исследования в производство</p> <p>В2С1С2 – расширение спектра исследуемых материалов, уменьшение себестоимости исследования</p>	<p>В2Сл1 – увеличение себестоимости исследования</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Закрытие проекта в связи с нехваткой финансов и материальной базы (специального оборудования) для проведения исследования.</p> <p>У2. Выход из строя труднодоступных и дорогостоящих элементов оборудования.</p>	<p>У1С2 – получение финансирования непосредственно от компании, заинтересованной в исследовании</p> <p>У2С1С3 – проявление интереса к исследованию у других кафедр и компаний</p>	<p>У2Сл1 – исследование материалов-аналогов нержавеющей сталей, имеющих похожие свойства, но более низкую стоимость, например, пластмасс</p>

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

#### 11.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (18)$$

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

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
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	5	5
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	5	5
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2

Продолжение таблицы 19

9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
ИТОГО БАЛЛОВ		60	57

Таким образом, разработка считается перспективной, а знания разработчика выше среднего. Возможно привлечение в работу эксперта по проведению процедуры оценки уровня профессиональных компетенций сотрудников, осуществляющих контрольно-надзорные мероприятия.

### 11.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта [54].

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать [54].

Устав научного проекта бакалаврской работы имеет структуру, представленную ниже [54].

Цели и результат проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 20.

Таблица 20 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Нефтяная промышленность	Получение комплекта конструкторской документации
Машиностроение	
Строительная отрасль	

В таблице 21 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 21 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	разработка технологии сборки и механизированной сварки в среде защитных газов стыковых соединений листовых конструкций из стали 12X18H10T
Ожидаемые результаты проекта:	Получение режимов и технологии сварки нержавеющей стали
Требования к результату проекта:	Требование:
	Выполнение поставленных задач
	Научное объяснение результатов экспериментов
	Заключение о результатах исследования

Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 22).

Таблица 22 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Хайдарова А.А., д.т.н., доцент кафедры ОТСП ИНК	Руководитель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Куликов С.С., бакалавр кафедры ОТСП	Исполнитель	Выполнение экспериментальной части

Ограничения и допущения проекта. Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 23 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1. Источник финансирования	Финансовой поддержке государственного задания Министерства образования и науки РФ на проведение научно-исследовательских работ ТПУ № 862
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	—
3.2.2. Дата завершения проекта	30.05.2017 г.

В данном разделе были определены основные цели и ожидаемые результаты от разработок, обозначены сроки завершения проекта и назначены главные участники.

### 11.3 Планирование управления проектом

#### 11.3.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить линейный график выполнения проекта. Линейный график представляется в виде таблицы (таблица 24).

Таблица 24 - Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение механизированной сварки в защитном газе	
Практические исследования	9	Сварка контрольных образцов исследуемыми методами.	Студент
	10	Изучение результатов проведенной сварки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	Научный руководитель, студент

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

### 11.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Работа над ВКР проводилась с 12 января 2017 года по 1 июня 2017 года. В итоге, при пятидневной рабочей неделе с учетом выходных и праздничных дней получается 99 рабочих дней.

Трудоемкость работ определяется по сумме трудоемкости этапов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях. Она носит

вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Поэтому для определения ожидаемой продолжительности работ  $t_{ож}$  используется метод вероятностных оценок длительности работ. Он основан на использовании трех оценок

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4t_{нв} + t_{max}}{6}, \quad (19)$$

где  $t_{min}$  – кратчайшая продолжительность заданной работы (оптимистическая оценка),  
 $t_{max}$  – самая большая продолжительность работы (пессимистическая оценка),  
 $t_{нв}$  – наиболее вероятная продолжительность работы.

Для оценки трудоемкости необходимо разработать перечень работ. Выбор комплекса работ при разработке проекта производится в соответствии с ГОСТ 19.102-77 устанавливающего стадии разработки. Перечень комплекса работ приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Комплекс работ по разработке технологического процесса сварки пластины из стали 12Х18Н10Т

Наименование работ	Исполнители	Кол-во чел.	Продолжительность работ, дней			
			$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{нв}$	$t_{ож}$
Постановка задачи	Р	2	1	2	2	2
	И		1	2	1	2
Составление, согласование и утверждение технического задания	Р	2	2	5	4	4
	И		1	2	1	2
Сбор и изучение научно-технической литературы, нормативно-технической документации	И	1	5	8	6	7
Разработка плана работ	И	1	2	3	2	3
Постановка эксперимента	Р	2	1	2	1	2
	И		3	6	5	5

Продолжение таблицы 25

Подготовка к проведению эксперимента	И	1	5	9	7	8
--------------------------------------	---	---	---	---	---	---

Проведение эксперимента	И	1	2	4	3	4
Комплексный анализ полученных данных	Р	2	1	2	2	2
	И		10	14	12	13
Оформление отчета об эксперименте	И	1	2	3	2	3
Составление полной работы	И	1	10	16	12	14
Исправление ошибок	И	1	15	23	18	21
Подготовка доклада по исследованию	Р	2	1	4	4	4
	И		2	5	5	5
Итого	Руководитель	14				
	Инженер	85				

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 14 дн., инженера – 85 дн., совместной работы – 10 дн.) равна 99 дн. На основании таблицы 26 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 27).

Таблица 27 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Ра-бот	Вид работ	Исполнители	Т <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	4											
2	Выдача задания на тему	Руководитель	3											
3	Постановка задачи	Руководитель	3											
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	2											
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	31											
6	Анализ существующего опыта	Студент	9											
7	Подбор нормативных документов	Студент	8											
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	1											
9	Разработка технологической документации	Студент	36											
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4											
12	Работа над выводом	Студент	2											
13	Составление пояснительной записки	Студент	7											

 – студент;  – руководитель.

## 11.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Определение затрат производится путем составления сметы затрат на разработку технологического процесса. Смета затрат состоит из прямых и накладных расходов, которые включают в себя следующие статьи:

статья 1 – материальные затраты НТИ;

статья 2 – затраты на специальное оборудование для научных работ;

статья 3 - основная заработная плата исполнителей темы;

статья 4 – дополнительная заработная плата исполнителей темы;

статья 5 – отчисления во внебюджетные фонды;

статья 6 - накладные расходы.

### 11.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Перечень стоимости сварочного оборудования и материалов необходимых для данной разработки приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Основные материалы

Наименование	Ед. изм	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
Корпус	шт.	1	10 000	10 000
Адаптер модели K350	шт.	1	15 000	15 000
Механизм подачи проволоки	шт.	1	16 000	16 000
Газовое сопло d=12 мм	шт.	1	3 500	3 500
Изолятор	шт.	1	8 000	8 000
Адаптер для наконечника	шт.	1	5 300	5 300
Стальной канал d=1,0	шт.	1	10 000	10 000
Контактный наконечник d=1,0	шт.	1	9 400	9 400
Изоляционная втулка	шт.	1	11 800	11 800
Сварочная проволока	кг	5	200	2000
Сталь 12X18Н10Т	кг	10	500	5000
Итого				96000

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

#### 11.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данном разделе рассмотрены затраты на приобретение специального оборудования (сварочного и компьютерного). Стоимость оборудования указана в таблице 29.

Таблица 29 – Стоимость специального оборудования

Наименование	Кол-во	Цена ед., руб.	Сумма, руб.
Аппарат для механизированной сварки в защитном газе Aristo™ Mig u4000i	1 шт.	275020	275020
Затраты на доставку и монтаж		41253	41253
Итого			316273

Затраты на доставку и монтаж составляют 15% от общей цены оборудования.

$$C_{д.м.} = 0,15 \cdot C_{общ} = 0,15 \cdot 275020 = 41253 \text{ руб.} \quad (20)$$

где  $C_{д.м.}$  – затраты на доставку и монтаж, руб,

$C_{общ}$  – затраты на оборудование, руб.

В данном разделе были определены общая стоимость специального оборудования для выполнения проекта, она составила 275020 руб., плюс затраты на доставку и монтаж 41253 руб., общие затраты в этом случае равны 316273 руб.

Амортизационные отчисления определим по формуле:

$$C_A = \sum_{i=1}^n \frac{C_B \cdot N_A \cdot g \cdot t}{\Phi_{эф}}, \quad (21)$$

где  $n$  – количество видов единиц оборудования,

$C_B$  – балансовая стоимость  $i$ -го вида оборудования,

$N_A$  – норма годовых амортизационных отчислений для оборудования,

$g$  – количество единиц  $i$ -го вида оборудования,

$t$  – время работы  $i$ -го вида оборудования, час,

$\Phi_{эф}$  – эффективный фонд времени работы оборудования, час.

Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{эф}} = D \cdot H_3, \quad (22)$$

где  $D$  – количество рабочих дней в году,

$H_3$  – норматив среднесуточной загрузки.

$$\Phi_{\text{эф}} = 246 \cdot 8 = 1968 \text{ час.}$$

В нашем случае при разработке использовалось две единицы оборудования – компьютер и сварочный аппарат. Балансовая стоимость сварочного аппарата -  $C_B = 275020$  руб. Количество сварочных аппаратов  $g = 1$ . Время работы за сварочным аппаратом  $t = 8$  часов. Норма годовых амортизационных отчислений для сварочного аппарата  $H_A = 20\%$ .

Тогда амортизационные отчисления на разработку проекта составят:

$$C_A = \frac{316273 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 8}{1968} = 257 \text{ руб.}$$

В данном разделе были определены амортизационные отчисления со сварочного аппарата Aristo™ Mig u4000i.

#### 11.4.3 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [54]. Для техника (дипломника) месячный оклад составляет  $Z_{\text{от}} = 6595$  руб/мес, для руководителя (доцента с ПКГ ППС 4) -  $Z_{\text{от}} = 33162$  руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле 1 [54]:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (23)$$

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле (24) [54]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (24)$$

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

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

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

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле (25), [54]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T}, \quad (25)$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$T$  – количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6- дневную рабочую систему, значит  $T=26$  дней.

Месячный должностной оклад работника [54]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (26)$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$Z_{\text{мт}} = 6595 \cdot 1,3 = 8573,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{мп}} = 33162 \cdot 1,3 = 43110,6 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн.т}} = \frac{8573,5}{26} = 329,75 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн.п}} = \frac{43110,6}{26} = 1658,1 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 180 полных рабочих дней (8 часов в день):

$$Z_{\text{осн.т}} = 329,75 \cdot 180 = 59355 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн.п}} = 1658,1 \cdot 180 = 298458 \text{ руб.}$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 30.

Таблица 30 - Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Трудоемкость выполнения работы Тисп, д	Зарботная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная зарботная плата, руб	Основная зарботная плата исполнителя ЗПосн, руб.	Месячный должностной оклад, руб
Дипломник (техник)	1	180	6595	329,75	59355	8573,5
Руководитель (доцент)	1	180	33162	1658,1	298458	43110,6
Итого:	2	360			357813	

В данном разделе были определены затраты на фонд зарботной платы, который равен 357813 рублей.

#### 11.4.4 Расчет дополнительной зарботной платы

Дополнительная зарботная плата рассчитывается исходя из 10-15 % от основной зарботной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы [54]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} , \quad (27)$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная зарботная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарпфаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная зарботная плата, руб.

Принимаем коэффициент дополнительно зарпфаты равным 0,1 и получаем:

$$Z_{\text{доп.т}} = 0,1 \cdot 59355 = 5935,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп.п}} = 0,1 \cdot 298458 = 29845,8 \text{ руб.};$$

В данном разделе был сделан расчет дополнительной зарботной платы. Итоговая сумма дополнительной зарботной платы участников проекта равна 35781 рублей.

#### 11.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле (28) [54]:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (28)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Принимаем  $k_{\text{внеб}}=0.302$ .

Отчисления с основной заработной платы:

$$C_{\text{внеб.т}}=0,302 \cdot 357813=108059 \text{ руб.}$$

Отчисления с основной дополнительной заработной платы:

$$C_{\text{внеб.п}}=0,302 \cdot 35781=10806 \text{ руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет отчислений во внебюджетные фонды. Итоговая сумма отчислений равна 118866 рублей.

#### 11.4.6 Расчет накладных расходов

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:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot \left(\frac{C_{\text{мат}}}{7}\right), \quad (29)$$

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

Накладные расходы составляют 16 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле 7 [54]:

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов. Принимаем  $k_{\text{накл}}=0.16$ .

$$C_{\text{накл.т}}=0,16 \cdot (96000+257+357813+35781+118866)/7=13914 \text{ руб.}$$

#### 11.4.7 Формирование бюджета затрат НИИ

Расчет сметы затрат на разработку приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Смета затрат на разработку технологического процесса

Статья затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты НИИ	96000
Амортизационные отчисления	257
Фонд заработной платы	357813
Дополнительная заработная плата	35781
Отчисления во внебюджетные фонды	118866
Накладные расходы	13914
Итого	622631

В данном разделе были определены основные источники расходов для реализации данного проекта. Всего потребуется 622631 рублей.

#### 11.5 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. В нашем исследовании мы можем рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом [54]:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (30)$$

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. В текущем исследовании применялась механизированная сварка в защитном газе. В качестве аналогов рассмотрим ручную аргодуговую сварку неплавящимся электродом (аналог 1) и ручную дуговую сварку покрытыми электродами (аналог 2).

Таблица 32 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Сложность постановки эксперимента	0.4	3	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0.1	5	4	2
3. Энергосбережение	0.15	5	2	1
4. Безопасность	0.15	5	4	2
5. Стоимость эксперимента	0.2	2	3	5
Итого	1			

По формуле 20 и данным таблицы 32 рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности.

$$I_m^p = 0.4 \cdot 3 + 0.1 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.2 \cdot 2 = 3,6;$$

$$I_m^{a1} = 0.4 \cdot 3 + 0.1 \cdot 4 + 0.15 \cdot 2 + 0.15 \cdot 4 + 0.2 \cdot 3 = 3,1;$$

$$I_m^{a2} = 0.4 \cdot 4 + 0.1 \cdot 2 + 0.15 \cdot 1 + 0.15 \cdot 2 + 0.2 \cdot 5 = 3,25.$$

Из расчётов наглядно видна ресурсоэффективность технологического процесса механизированной сварки в защитном газе, по сравнению с другими способами сварки.

## Выводы

Проведен технико–экономический анализ усовершенствования технологии сборки и механизированной сварки в среде защитных газов стыковых соединений листовых конструкций из стали 12Х18Н10Т.

В результате проведенного FAST-анализа объектом которого был выбран аппарат для сварки Aristo™ Mig u4000i. Были выявлены недостатки, а именно газовое сопло  $d=12$  мм, оптимизация которого приведет к уменьшению стоимости проекта и увеличению его эффективности.

В качестве оптимизации данных функций можно выделить следующее:

- 1) использование новых заготовок и материалов;
- 2) замена комплектующих на более дешевые отечественные аналоги.

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности. Сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также сумма заработной платы участников проекта. Итоговый бюджет проекта составляет 622631 руб.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что она выше для технологического процесса технологического механизированной сварки в защитном газе, по сравнению ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом и ручной дуговой сварке покрытыми электродами.

Результаты исследования могут найти практическое применение на объектах ООО Томскнефтехим.

## 12 Социальная ответственность

### 12.1 Производственная безопасность

Место проведения работ - город Томск, ООО «Томскнефтехим». Сварочные работы производились в закрытом цеху, применялась сварка в среде защитных газов нержавеющей стали 12Х18Н10Т, защитный газ - аргон.

На основе имеющихся данных о технологическом процессе и оборудовании, о имеющихся веществах и материалах в рабочих зонах, о специфики работы (открытый воздух) были идентифицированы следующие потенциально вредные и опасные производственные факторы:

- поражение электрическим током;
- ожог электродом, дугой или каплями расплавленного металла;
- ультрафиолетовое излучение;
- отравление парами и газами, выделяющихся в процессе сварки;
- пожаровзрывоопасность;
- производственный шум;
- недостаточная освещенность на рабочем месте;
- вибрация;
- переменные магнитные поля;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха.

Также по результатам комплексной оценки рабочего места на наличие ВиОПФ (вредных и опасных производственных факторов) были предложены мероприятия, направленные на снижение либо устранение опасных и вредных факторов; предложены мероприятия противопожарной профилактики; изучено воздействие рассматриваемого производственного объекта и процесса на окружающую среду. И в завершении были рассмотрены ЧС, возможные для данного случая.

### 12.1.1 Освещение рабочего места

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

Территория резервуарного парка в темное время суток должна иметь освещение в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах». Устройство электроосвещения должно соответствовать требованиям «Правил устройства электроустановок».

Сварочные работы относятся к VII разряду зрительных работ - работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах. Норма совместного освещения при верхнем или комбинированном освещении КЕО  $e_H$  – 1,8 %. Норма искусственного освещения при системе общего освещения – 200 лк.

Для освещения резервуарных парков следует применять прожекторы на мачтах, расположенных за обвалованием. Осветительные устройства, установленные в пределах обвалования резервуаров, должны быть во взрывозащищенном исполнении в соответствии с установленными требованиями.

При необходимости отбора проб или измерения уровня кислоты в резервуаре в ночное время для освещения следует применять только взрывозащищенные аккумуляторные фонари, включать и выключать которые необходимо за пределами обвалования. Применение карманных фонарей запрещается. Запрещается ремонтировать фонарь и заменять лампу непосредственно в резервуарном парке.

### 12.1.2 Вредные вещества в воздухе рабочей зоны

Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке нержавеющей сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» предельно

допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 33.

Таблица 33 – Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Агрегатное состояние
Оксиды марганца (MnO <sub>2</sub> )	0,3	1	аэрозоли
Оксиды хрома (CrO <sub>3</sub> )	0,01	1	аэрозоли
Фториды кремния (SiF <sub>4</sub> )	0,01	1	аэрозоли
Оксид углерода (CO)	20	3	пары или газы

Очистка воздуха от пыли (аэрозолей) осуществляется с помощью специального оборудования различных конструкций в зависимости от размеров частиц пыли: грубая очистка (10 ... 50 мкм), среднее (более 1 мкм) и тонкие (менее 1 мкм). Для этого применяются циклоны и пылеосадительные камеры, принцип действия которых основан на использовании сил тяжести и инерции; волокнистые (тканевые) и рукавные, изготовлены из натуральных материалов (хлопок, лен, шерсть) и синтетических (полиамидные, полипропиленовые и другие волокна); ротационные пылеобразователями (в виде радиальных вентиляторов); электрофильтры, улавливающие аэрозоли за счет подзарядки их частиц в электрическом поле и дальнейшем осаждения.

Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры.

#### 12.1.4 Электробезопасность

Для резервуаров актуальны несколько вопросов электробезопасности это:

- молниезащита;
- защита от статического электричества;
- защитное заземление.

#### 12.1.4.1 Молниезащита резервуаров и защита от статического электричества

Комплекс мероприятий по молниезащите резервуаров и конструкции молниеотводов должны соответствовать требованиям «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87, с учетом требований ПБ 09-224-98 «Правила безопасности для производств, использующих неорганические кислоты и щелочи».

На каждое находящееся в эксплуатации заземляющее устройство должен быть паспорт, содержащий схему устройства, основные технические данные, результаты проверки его состояния, сведения о характере ремонтов и изменениях, внесенных в конструкцию заземлителя.

Для защиты резервуаров от вторичных проявлений молний корпус (стенка) должен быть присоединен к заземлению защиты от прямых ударов молний.

Защита от заноса высокого потенциала по трубопроводам выполняется путем присоединения их на вводе в резервуар к ближайшему заземлителю защиты от прямых ударов молнии  $R_3 \leq 10 \text{ Ом}$

При устройстве в процессе эксплуатации нового молниеотвода необходимо сначала сделать заземлитель и токоотводы, затем установить молниеприемник и немедленно присоединить его к токоотводу.

Во время грозы приближаться к молниеотводам ближе, чем на 4 м запрещается, о чем должны быть вывешены предупредительные надписи около резервуара или отдельно стоящего молниеотвода.

При эксплуатации устройств молниезащиты должно осуществляться систематическое наблюдение за их состоянием, в график планово-предупредительных работ должны входить техническое обслуживание (ревизии), текущий и капитальный ремонт этих устройств.

Ежегодно перед наступлением грозового сезона необходимо осмотреть состояние наземных элементов молниезащиты (молниеприемников,

токоотводов), обращая особое внимание на места соединения токоведущих элементов.

Недопустимо в грозовой сезон оставлять молниеприемники без надежного соединения с токоотводами и заземлителем.

После каждой грозы или сильного ветра все устройства молниезащиты должны быть осмотрены, а повреждения устранены.

Заземляющие устройства должны соответствовать «Правилам устройства электроустановок» и СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства».

Для защиты от статического электричества все металлические и электропроводные неметаллические части оборудования резервуаров должны быть заземлены независимо от того, применяются ли другие меры защиты от статического электричества.

Сопротивление заземляющего устройства, предназначенного исключительно для защиты от статического электричества, должно быть не выше 100 Ом.

Для защиты от статического электричества необходимо заземлять металлическое оборудование, резервуары, сливноналивные устройства, предназначенные для транспортирования, хранения и отпуска кислот.

Металлическое и электропроводное неметаллическое оборудование, трубопроводы, сливноналивные устройства должны представлять собой на всем протяжении непрерывную электрическую цепь, которая должна быть присоединена к контуру заземления не менее чем в двух точках.

#### 12.1.4.2 Расчет защитного заземления

При проведении сварочных ремонтных работ используется следующее оборудование:

- полуавтомат EWM Taurus 351;
- отрезной электроинструмент УШМ.

У сварочного оборудования система заземления состоит из заземлителей металлических предметов, углубленных в землю, заземляющих проводников и заземляющей магистрали.

Заземляющий проводник одним концом присоединяется к корпусу оборудования, а другим концом к заземляющей магистрали. Соединение заземлителей с элементами электроустройств должно быть надежно закреплено посредством сварки. В качестве материала для выполнения заземлений применяют сталь.

В данном подразделе проведен расчет защитного заземления для оборудования, которое работает под напряжением 380 В. Для заземления используем трубы диаметром  $d_з = 15$  см; длиной  $l_з = 160$  см, заложенные вертикально в чернозем на глубине  $h_з = 200$  см и соединенные металлической полоской шириной  $b = 5$  см. Климатическая зона I. Защитное заземление рассчитываем по методике изложенной в [17].

Для установок с напряжением до 1000В с изолированной нейтралью при мощности менее 100 кВА сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 10 Ом, а в противном случае - не более 4 Ом.

Сопротивление одного электрода:

$$r_з = \frac{0,366\rho K_B}{l_з} \left( \lg \frac{2l_з}{0,95 \cdot d_з} + 0,5 \lg \frac{4h_з + l_з}{4h_з - l_з} \right), \text{ Ом} \quad (31)$$

где  $\rho_з$  - удельное сопротивление грунта, определяемое по таблице 1 [19];  $K_B$  - коэффициент, учитывающий сезонные изменения  $\rho_з$  для вертикально помещенных в грунт проводников, который определяется по таблице 2 по [19].

$$\rho_з = 25 \cdot 10^4 \text{ Ом} \quad K_B = 1,8$$

$$r_з = \frac{0,366 \cdot 25 \cdot 1,8}{160} \left( \lg \frac{2 \cdot 160}{0,95 \cdot 15} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 200 + 160}{4 \cdot 200 - 160} \right) = 1467,78 \text{ Ом} \quad (32)$$

Предварительно требуемое количество электродов определяется:

$$n^* = \frac{r_з}{R_з}, \quad (33)$$

где  $R_3$  - требуемая величина заземляющего устройства.

$$n^* = \frac{1467,78}{4} = 366,945,$$

принимаем  $n^* = 400$

Далее определяется окончательное число электродов :

$$n = \frac{r_3}{R_3 \cdot \eta_3}, \quad (34)$$

где  $\eta_3$  коэффициент использования электрода по таблице 3,

$\eta_3$  принимаем исходя из того что отношение  $\alpha : l = 1$  и электроды расположены по контуру:  $\eta_3 = 0,5$ .

$$n = \frac{1467,78}{4 \cdot 0,5} = 733,89.$$

Принимаем количество электродов  $n = 740$  штук.

Сопротивление полосы, соединяющей электроды, определяется как:

$$r_n = \frac{0,366 \rho_3 K_r}{l_{II}} \lg \frac{2l_{II}^2}{h_{II} b}, \quad (35)$$

где  $K_r$  - определяется по таблице 2;  $l_{II}$  - длина полосы для соединения в ряд:

$l_{II} = \alpha \cdot (n - 1)$ , а для соединения по контуру -  $l_{II} = \alpha \cdot n$ ;  $h_{II}$  - глубина залегания полосы,  $h_{II} = h_3 - l_3 / 2$ .

Находим  $l_{II}$  для соединения по контуру:  $l_{II} = \lg 740 = 740$

$$h_{II} = 200 - 160 / 2 = 120 \text{ см}; \quad K_r = 4,5.$$

$$r_{II} = \frac{0,366 \cdot 25 \cdot 10^4 \cdot 4,5}{740} \lg \frac{2 \cdot 740^2}{120 \cdot 5} = 1814,67 \text{ Ом}.$$

Общее сопротивление контура защитного заземления определяется как:

$$R_{\Sigma} = \frac{r_3 \cdot r_{II}}{r_3 \cdot 3_{II} + r_{II} \cdot 3_3 \cdot n}, \text{ Ом} \quad (36)$$

$\eta_{II}$  принимаем исходя из того что отношение  $\alpha : l = 1$  и электроды расположены по контуру:  $\eta_{II} = 0,12$ .

$$R_{\Sigma} = \frac{1467,78 \cdot 1814,67}{1467,78 \cdot 0,12 + 1814,67 \cdot 0,5 \cdot 740} = 3,965 \text{ Ом.}$$

При правильно рассчитанном устройстве заземления должно выполняться условие:  $R_{\Sigma} \leq R_3$ . Таким образом, результирующее сопротивление защитного заземления при рассчитанном количестве электродов не превышает допустимого. Полученная величина при проверке удовлетворяет нормам.

Следовательно, диаметр заземлителя  $d = 150$  мм при числе заземлителей  $n = 740$  штук. Длина соединительной полосы 1,6 метров, сопротивление соединительной полосы  $R_{п} = 1467,78$  Ом при глубине заложения  $h_{п} = 2$  м является достаточным для обеспечения защиты при данной схеме расположения заземлителей.

#### 12.1.5 Пожарная безопасность

При эксплуатации резервуаров должны соблюдаться требования пожарной безопасности, установленные Постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. N 390 «О противопожарном режиме» (с изменениями и дополнениями), методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов РД 03-421-01 (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 6 сентября 2001 г. N 39) и СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы».

Меры пожарной безопасности и безопасных условий труда определяются исходя из конкретных условий проведения ремонтных работ, при условии строго исполнения действующих норм и правил по пожарной безопасности и охране труда.

К огневым работам относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, новообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций (электрическая и газовая сварка, бензиновая, керосиновая или кислородная

резка, кузнечные и котельные работы с применением паяльных ламп и разведением открытого огня).

Огневые работы можно производить только после выполнения всех подготовительных мероприятий, обеспечивающих полную безопасность работ. При проведении огневых работ рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, защитными масками (очками) и другими специальными средствами защиты. При проведении огневых работ на рабочем месте должны быть размещены первичные средства пожаротушения. При проведении огневых работ в резервуаре все люки (лазы) должны быть открыты.

Все работы в резервуаре должны контролироваться снаружи работниками (не менее двух), прошедшими инструктаж и имеющими шланговый противогаз. При проведении огневых работ баллоны со сжатым, сжиженным и растворенными газами не должны иметь контактов с электропроводящими кабелями. Огневые работы должны проводиться исправным инструментом и заземленным сварочным оборудованием. Запрещено использовать приставные лестницы. Во время проведения огневых работ в резервуаре любые другие работы запрещены.

Огневые работы должны быть немедленно прекращены при обнаружении несоблюдения мер безопасности, предусмотренных в наряде-допуске на огневые работы, появления в воздухе рабочей зоны паров кислоты или горючих газов, а также возникновении опасной ситуации.

По окончании огневых работ место их должно быть тщательно проверено и очищено от раскаленных огарков, окалины или тлеющих предметов, а при необходимости залито водой.

По периметру и внутри резервуарных парков должны быть вывешены знаки безопасности, выполненные в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний и

определяющие противопожарный режим на их территории (запрещение разведения открытого огня, ограничение проезда автотранспорта и др.)

Проведение огневых работ на территории резервуарного парка допускается только в строгом соответствии с требованиями РД 03-421-01.

Противопожарное оборудование подразделяется на устройства пенного тушения и устройства охлаждения резервуаров.

Оборудование пенного тушения должно быть установлено на резервуарах в соответствии с требованиями РД 03-421-01 в составе стационарных автоматических или передвижных установок пожаротушения.

Оборудование пенного тушения состоит из генераторов пены, трубопроводов для подачи раствора пенообразователя, выведенных за обвалование, площадок обслуживания генераторов пены. Генераторы пены должны устанавливаться в верхнем поясе стенки резервуаров со стационарной крышей или на кронштейнах выше стенки для резервуаров с плавающей крышей.

При реконструкции резервуарного парка противопожарное оборудование необходимо привести в соответствие с требованиями РД 03-421-01.

Стационарные установки охлаждения должны быть установлены на резервуарах в соответствии с требованиями РД 03-421-01 при выводе резервуара на капитальный ремонт.

Устройства охлаждения состоят из верхнего горизонтального кольца орошения - оросительного трубопровода с устройствами распыления воды (перфорация, спринклерные или дренчерные головки), сухих стояков и нижнего кольцевого трубопровода, соединяющих кольцо орошения с сетью противопожарного водопровода.

12.1.7 Промышленная безопасность опасных производственных объектов

Требования промышленной безопасности должны соблюдаться согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных

производственных объектов» и Постановлению Правительства РФ «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах» с использованием «Методических рекомендаций по организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах» РД 04-355-00.

Резервуарные парки входят в состав опасных производственных объектов и подлежат регистрации в государственном реестре в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Эксплуатация резервуаров и технологических трубопроводов, отработавших расчетный срок службы, допускается при получении технического заключения о возможности его дальнейшей работы и разрешения в порядке, установленном нормативными документами.

## 12.2 Экологическая безопасность

Эксплуатация стальных вертикальных и горизонтальных резервуаров не должна приводить к загрязнению окружающей среды (воздуха, поверхностных вод, почвы) загрязняющими веществами выше допустимых норм. К числу основных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу из резервуаров, относятся пары азотной кислот, образующиеся вследствие испарения во время приема, хранения и отпуска кислоты.

При расчетах выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров следует руководствоваться; законом РФ «Об охране окружающей природной среды»; ГОСТ 17.2.3.02-2014 «Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями», методическими указаниями по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров и Дополнением к методическим указаниям по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров.

Методические указания с Дополнением являются основным методическим документом, который устанавливает порядок определения выбросов загрязняющих веществ из резервуаров расчетным методом, в том числе на основе удельных показателей выделения.

Предельно допустимым выбросом считается суммарный выброс загрязняющего вещества в атмосферу от всех источников данного предприятия, определенный с учетом перспектив развития предприятия и характера рассеивания выбросов в атмосфере. Выбросы загрязняющего вещества из всех источников (с учетом фоновых концентраций того же вещества) не должны создавать приземную концентрацию, превышающую предельно допустимую концентрацию в воздухе ближайших населенных пунктов (или ПДК для растительного и животного мира, установленную в данном районе, если ее значение меньше ПДК в воздухе).

Для снижения загрязнения атмосферы выбросами паров кислоты необходимо осуществлять мероприятия по сокращению их потерь, указанные в таблице 34.

Таблица 34 – Мероприятия для снижения загрязнения атмосферы выбросами паров кислоты

Наименование мероприятия	Сокращение потерь, %
Герметизация резервуаров и дыхательной арматуры, своевременный профилактический ремонт трубопроводов и запорной арматуры	30 - 50
Окраска наружной поверхности резервуаров покрытиями с низким коэффициентом излучения	27 - 45
Одновременная окраска внутренней и внешней поверхностей резервуара	30 - 65
Герметизация налива в транспортные средства с использованием установки улавливания и рекуперации паров кислот из резервуаров	80 - 90

Для достижения норм ПДС загрязняющих веществ со сточными водами необходимо осуществлять мероприятия по уменьшению количества сбрасываемых сточных вод и повышению глубины их очистки.

Уменьшение количества сбрасываемых сточных вод может быть обеспечено за счет повторного использования очищенных сточных вод на производственные нужды и сокращения общего потребления воды для этих целей, предотвращения утечек кислоты из-за неплотностей запорной арматуры, фланцевых, муфтовых соединений, сварных стыков, коррозионных повреждений резервуаров и трубопроводов; вследствие переливов и т. п.

Должен осуществляться постоянный надзор за герметичностью технологического оборудования, фланцевых соединений, съемных деталей, люков и т.п.

Во избежание потерь кислоты от переливов следует применять предохранительные устройства, автоматически прекращающие подачу кислоты по достижении заданного уровня в резервуарах или при разгерметизации коммуникаций.

Для предупреждения загрязнения окружающей среды при эксплуатации резервуаров необходимо вести систематический контроль за выполнением природоохранных мероприятий.

После установления норм ПДВ (ВСВ) загрязняющих веществ в атмосферу на предприятии должен быть организован контроль за их соблюдением, который должен проводиться в соответствии с требованиями ОНД-90 «Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы».

К числу основных веществ, загрязняющих производственные сточные воды, относятся тетраэтилсвинец и взвешенные вещества.

Нормы ПДС этих веществ со сточными водами должны устанавливаться в разрешениях на специальное водопользование на основании лицензии и договора пользования водным объектом в соответствии с Водным кодексом РФ.

В целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии необходимо планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий в резервуарном парке.

На каждом производственном участке должна находиться аптечка с необходимым запасом медикаментов и перевязочных материалов по установленному перечню, согласованному с медицинскими службами.

Весь производственный персонал должен быть обучен способам оказания первой помощи, пострадавшим при несчастных случаях.

Для борьбы с паводковыми водами необходимо заготовить запас инструмента и инвентаря (лопаты, мешки с песком, лодки и т.п.). Период прохождения весеннего паводка уточняется в местных отделениях гидрометеорологической службы.

При проведении сварочных и ремонтных работ резервуаров отходами являются:

- металлолом черных и цветных металлов и сплавов;
- отработанные абразивные круги;
- мусор от уборки территории;
- сварочный шлак;
- промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов (металлолом);
- на территориях резервуарных парков;
- в иные места (помещения) для временного хранения отходов

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора. Для предотвращения засорения территории резервуарного парка отходами устанавливаются урны

емкостью не менее 10 л. У каждого входа в производственные и административные здания должно быть расположено не менее 1 урны. Места размещения урн на территории резервуарного парка определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения (обособленное помещение, выполненное из металлических листов), исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

Перемещение отходов на территории резервуарного парка должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям, предъявляемым к территориям и помещениям промышленных предприятий. При перемещении отходов в закрытых помещениях следует использовать автопогрузчики [8].

### 12.3 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.

При написании дипломного проекта была выявлена возможная ЧС, это пожар, аргон - вещество негорючее, но при нагревании происходит повышение давления, что может привести к взрыву.

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.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

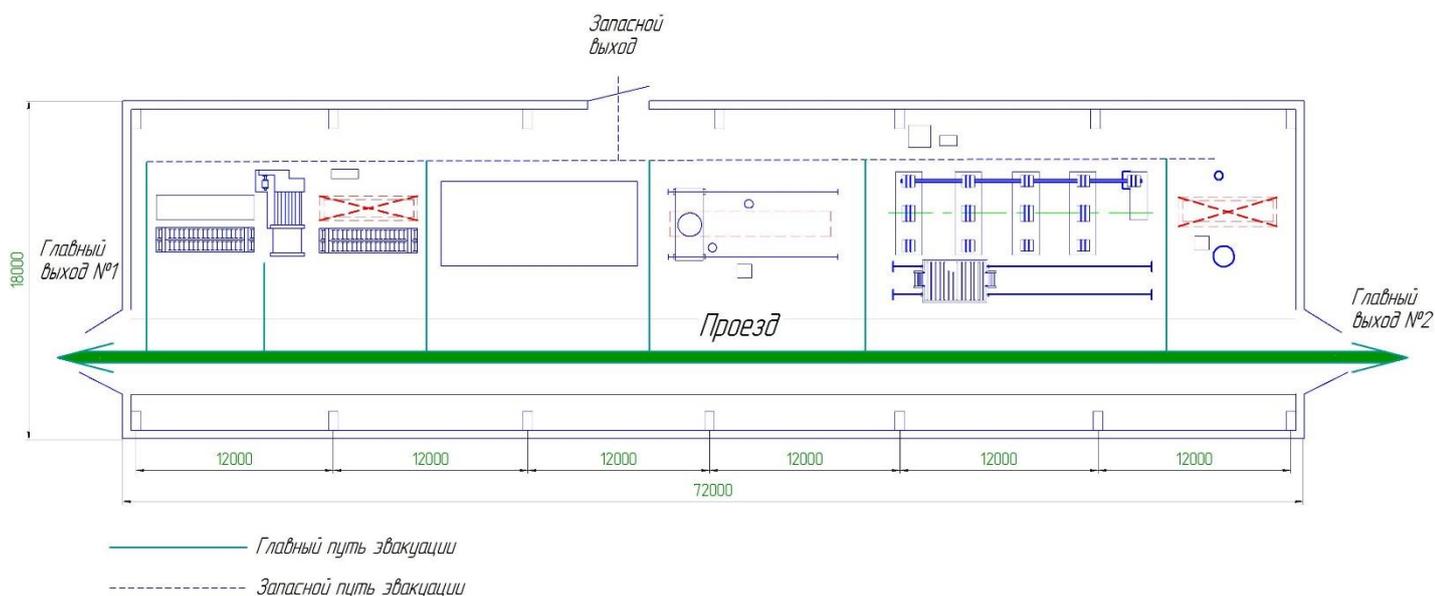
1. Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.

2. Курить только в отведенных для курения местах.

3. Проверять уровень нормы газа аргона в помещении, проветривать помещение.

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

5. 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. [24]



## Рисунок 8 - План эвакуации ремонтно-механического цеха резервуарного парка

### 12.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Требования по охране труда при эксплуатации резервуаров и резервуарных парков определяются законом «Об основах охраны труда в РФ», «Законом о промышленной безопасности опасных производственных объектов», другими действующими законодательными актами РФ и субъектов РФ, правилами, решениями и указаниями органов государственного надзора, Министерства и ведомства (компании).

Ответственность за соблюдение требований промышленной безопасности, а также за организацию и осуществление производственного контроля несут руководитель эксплуатирующей организации и лица, на которых возложены такие обязанности в соответствии с должностными инструкциями.

Согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» резервуары и резервуарные парки относятся к опасным производственным объектам.

Декларация промышленной безопасности опасных производственных объектов должна содержать требования к промышленной безопасности резервуаров и резервуарных парков.

К работам по эксплуатации резервуаров допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие в установленном порядке инструктаж, подготовку, не имеющие медицинских противопоказаний при работе на опасных производственных объектах.

Обслуживание и ремонт технических средств резервуаров и резервуарных парков должны осуществляться на основании соответствующей лицензии, выданной федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным в области промышленной безопасности, при наличии договора страхования риска ответственности за причинение вреда при их эксплуатации.

Инструкции по охране труда разрабатываются руководителями цехов, участков, лабораторий и т.д. в соответствии с перечнем по профессиям и видам работ, утвержденным руководителем предприятия.

При подготовке сборочно-сварочных работ, инженеру сварочного производства необходимо руководствоваться следующими документами:

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

- Строительные нормы и правила СНиП 2.11.03-93 "Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы" (утв. постановлением Госстроя РФ от 26 апреля 1993 г. N 18-10)

- Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. N 1101н "Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ

- Свод правил СП 52.13330.2011 "СНиП 23-05-95\*. Естественное и искусственное освещение". Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2010 г. N 783) (с изменениями и дополнениями)

- Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. N 390 "О противопожарном режиме" (с изменениями и дополнениями)

- ГОСТ 12.4.026-2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

- Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.003-2015 "Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" (введен в действие приказом Федерального

агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. N 602-ст)

- Государственный стандарт СССР ГОСТ 12.1.005-88 "Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. N 3388) (с изменениями и дополнениями)

- Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.019-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 681-ст)

- Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.009-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 682-ст)

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (зарегистрированы в Минюсте России 10.06.2003, регистрационный N 4673.).

- Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2014 г. N 2146-ст)

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология сборки и механизированной сварки в среде защитных газов стыковых соединений листовых конструкций из стали 12Х18Н10Т.

Для реализации данной задачи был сделан:

- выбор способов сварки, наиболее оптимальный для изготовления конструкции;
- выбор сварочного оборудования;
- подбор сварочных материалов;
- расчет режимов механизированной сварки в среде защитных газов;
- новый технологический процесс сборки и сварки с использованием нового способа сварки.

В результате проведенного технико–экономический анализа можно сделать вывод, что разработка проекта с применением новой технологии сварки экономически оправдана. В работе рассмотрен FAST-анализа в качестве объекта для анализа был выбран аппарат для сварки Aristo™ Mig u4000i. У данного аппарата были выявлены недостатки и предложены мероприятия, оптимизация которых приведет к уменьшению стоимости проекта и увеличению его эффективности.

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности. Сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также сумма заработной платы участников проекта. Итоговый бюджет проекта составляет 622631 руб.

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

## Список использованных источников

1. И. Гривняк. Свариваемость сталей. М.: Машиностроение, 1984.- 215с.
2. Акулов А.И., Бельчук Г. А., Деменцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. -432 с.
3. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504с., ил.
4. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с., ил.
5. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред.С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.4/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.
6. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред. кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 - Т.3/ Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567с., ил.
7. Трущенко Е.А. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008, – 41 с.
8. ГОСТ 19521–74 Сварка металлов. Классификация.
9. ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств.
10. ГОСТ 18353–73 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
11. ГОСТ 23055–78 Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля.
12. ГОСТ 1510–84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

13. ГОСТ 5264–80 Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
14. РД 03–606–03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
15. Браткова О.Н. Источники питания сварочной дуги – М.: Высшая школа, 1982, – 187 с.
16. ГОСТ 10157–79 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.
17. ГОСТ 2246–70 Проволока стальная сварочная. Технические условия.
18. ГОСТ 14771–76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
19. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
20. Строительные нормы и правила СНиП 2.11.03-93 "Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы" (утв. постановлением Госстроя РФ от 26 апреля 1993 г. N 18-10)
21. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. N 1101н "Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ
22. Свод правил СП 52.13330.2011 "СНиП 23-05-95\*. Естественное и искусственное освещение". Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2010 г. N 783) (с изменениями и дополнениями)
23. Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. N 390 "О противопожарном режиме" (с изменениями и дополнениями)
24. ГОСТ 12.4.026-2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и

правила применения. Общие технические требования и характеристики.  
Методы испытаний

25. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

26. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.003-2015 "Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. N 602-ст)

27. Государственный стандарт СССР ГОСТ 12.1.005-88 "Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. N 3388) (с изменениями и дополнениями)

28. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.019-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 681-ст)

29. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.009-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 682-ст)

30. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (зарегистрированы в Минюсте России 10.06.2003, регистрационный N 4673.).

31. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2014 г. N 2146-ст)