

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
Кафедра оборудование и технология сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Особенности дуговой сварки вертикальных швов резервуара УДК 621.791.75:621.642.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Яроцкий Василий Михайлович		

Руководитель

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

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
ОТСП	Киселёв А.С.	к.т.н., доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
Кафедра ОТСП

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Киселев А.С.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Яроцкий Василий Михайлович

Тема работы:

Особенности дуговой сварки вертикальных швов резервуара
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Листовая сталь толщиной 12 мм; Вертикальный резервуар; Сварка вертикальных швов резервуара
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор различных методов сборки и монтажа вертикальных резервуаров; 2. Конструирование основных элементов стенок резервуара; 3. Выбор основных и сварочных материалов; 4. Расчет режимов сварки рассматриваемой конструкции; 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения; 6. Социальная ответственность; 7. Заключение;
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие виды изготовления резервуаров. 2. Процесс изготовления стенок резервуара. 3. Технология монтажа. 4. Конструктивные элементы сварных соединений.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-6</p>	<p>Киселев Алексей Сергеевич</p>
<p>7</p>	<p>Сопруненко Элина Евгеньевна</p>
<p>8</p>	<p>Баннова Кристина Алексеевна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>14.04.2017</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент кафедры ОТСП</p>	<p>Киселев Алексей Сергеевич</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>3-1В22</p>	<p>Яроцкий Василий Михайлович</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Яроцкий Василий Михайлович

Институт	Институт Электронного Обучения	Кафедра	Оборудование и технология сварочного производства
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>В исследовании задействовано 2 человека: студент – исполнитель, научный руководитель.</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>Определение концепции проекта, анализ основных критериев сравнения, экспертная оценка эффективности, SWOT-анализ</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Определение трудоемкости выполнения работ, разработка графика проведения НИ, расчет материальных затрат НИ</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Оценка сравнительной эффективности исследования, определение перспективности, целесообразности научного исследования с точки зрения ресурсоэффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	Кандидат Экономических Наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Яроцкий В.М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Яроцкий Василий Михайлович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места на предмет возникновения:

- вредных факторов производственной среды (метеоусловия, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, недостаточная освещенность рабочей зоны);
- опасных факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы);
- негативного воздействия на окружающую природную среду (гидросферу, литосферу);
- чрезвычайных ситуаций (техногенного и природного характера).

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

- физико-химическая природа вредности (недостаточная освещенность, повышенный уровень шума, неблагоприятные погодные условия, напряженность труда, тяжесть труда);
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые мероприятия по улучшению условий труда
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество);
- пожар взрывобезопасность (источники, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

2. Охрана окружающей среды:

- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);
- мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.

3. Защита в чрезвычайных ситуациях:

- перечень возможных ЧС на объекте;
- выбор и описание рекомендуемых действий при одной из ЧС.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

- специальные (характерные для монтажной площадки) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Перечень графического материала:

Отсутствует

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	Яроцкий Василий Михайлович		

Оглавление

Введение	9
Глава 1 Обзор литературы	10
1.1 Основные понятия и определения	10
1.2 Сокращения	10
Глава 2 Характеристика резервуаров (РВС).....	11
2.2 Классификация резервуаров	13
Глава 3 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА И ЕГО СВАРИВАЕМОСТИ.....	14
3.1 Материал сварной конструкции 12Х18Н10Т	15
3.2 Оценка свариваемости 12Х18Н10Т	16
Глава 4 ОПИСАНИЕ СПОСОБОВ СВАРКИ	21
4.1 Механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой	22
4.2 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами	24
Глава 5 ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	27
5.1 Выбор сварочных материалов для механизированной дуговой сварки самозащитной порошковой проволокой.....	27
5.2 Выбор сварочного полуавтомата для механизированной сварки самозащитной порошковой проволоки.....	29
5.3 Выбор материалов для дуговой сварки покрытыми электродами	31
5.4 Выбор сварочного аппарата для ручной дуговой сварки.....	34
Глава 6 Расчет и выбор режимов сварки и размеров шва	35
6.1 Расчет режимов механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой	35
6.2 Расчет режимов сварки для ручной дуговой сварки покрытыми электродами	37
Глава 7 Расчет химического состава и механических свойств металла шва.....	38
7.1 Расчет для сварного шва, полученного механизированной сваркой самозащитной порошковой проволокой.....	38
7.2 Расчет для сварного шва для ручной дуговой сварки покрытыми электродами	41
Глава 8 Расход сварочных материалов	42
8.1 Расход сварочных материалов при механизированной сварке порошковой самозащитной проволоки.....	42
8.2 Расход сварочных материалов при ручной дуговой сварке покрытыми электродами.	42
Глава 9 Деформации и напряжения при сварке и методы борьбы с ними.	43
Глава 10 Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	45
10.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	45
10.2. Анализ конкурентных технических решений	46

10.3	Технология QuaD	49
6.4	SWOT-анализ.....	51
10.5	Структура работ в рамках научного исследования.....	54
10.6	Определение трудоемкости выполнения работ.....	55
10.7	Разработка графика проведения научного исследования.....	56
10.8	Бюджет научно – технического исследования (НТИ)	59
10.8.1	Расчет материальных затрат НТИ	59
10.8.2	Основная и дополнительная заработная плата исполнителей.	60
10.8.3	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	62
10.8.4	Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта.....	63
10.8.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	64
Глава 11	Социальная ответственность.....	68
11.1	Анализ выявленных вредных и опасных факторов	68
11.1.1	Повышенный уровень шума на рабочем месте	70
11.1.2	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	72
11.1.3	Освещенность рабочей зоны.....	74
11.1.5	Пожарная безопасность	76
11.2	Требования к выбору и применению средств индивидуальной защиты (СИЗ)	77
11.3	Охрана окружающей среды.....	78
11.4	Защита в чрезвычайных ситуациях	79
11.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80
	Заключение	82
	Список использованных источников	83

Реферат

Дипломная работа 82 с., 10 рис., 31 табл., 12 источников.

Особенности дуговой сварки вертикальных швов резервуара РВС.

Объектом ВКР является технология сварки вертикальных швов резервуара. Сложность изготовления стенок резервуара состоит в том, что резервуар РВС предназначен работать в агрессивной среде и должен выдерживать большое давление и нагрузку на свои основные части. При выборе стали необходимо руководствоваться основными её характеристиками - минимальным пределом текучести, толщиной проката и ударной вязкости. В нашем случае наиболее подходит использование нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

Цель работы – расчет режимов сварки и выбор сварочных материалов для получения равнопрочного коррозионностойкого соединения.

В результате проведенной работы было решено использовать механизированную дуговую сварку самозащитной порошковой проволокой для изготовления стенки РВС и использование ручной дуговой сварки покрытыми электродами при присоединении ребер жесткости и других всевозможных приспособлений.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, демонстрационная часть выполнена в графическом редакторе MicrosoftPowerPoint 2010.

Введение

Вертикальные резервуары РВС в общем представлении - это сварная цилиндрическая конструкция, предназначенная для герметичного хранения различных неагрессивных, слабоагрессивных и агрессивных сред. Чаще всего РВС используют для хранения светлых и темных нефтепродуктов, и продуктов, в основу состава которых входят нефтепродукты и их производные.

Под сваркой подразумевается часть технологического процесса или технологического процесса в целом, посредством установления прочных межатомных связей и получение неразъемного соединения между свариваемыми деталями и их отдельными частями, при помощи местного или общего нагрева металла до состояния расплавления.

При помощи сварки можно соединить между собой как металлы, так и материалы полимерного происхождения, стекла или разнородные материалы. Основным применением сварки является сварка металлов и сплавов сооружаемых конструкций, либо их ремонте, создание двухслойных материалов. По прочности сварные соединения приравняются к прочности цельного металла. Сварку можно выполнять в любых пространственных положениях, при любых характеристиках сварочного процесса.

Главная задача, при разработке данной квалификационной работы заключается в получении надежного сварного соединения стенки РВС объемом 50000 м³ из стали 12Х18Н10Т толщиной 12мм.

Глава 1 Обзор литературы

1.1 Основные понятия и определения

Резервуар вертикальный стальной (РВС) — вертикальная цилиндрическая ёмкость, строительное сооружение, предназначенное для приёма, подготовки и хранения жидких продуктов, качественного и количественного учета.

Номинальный объем резервуара: условная величина геометрического объема, приблизительно равная рабочему объему резервуара (произведение высоты стенки и площади поперечного сечения резервуара по внутреннему диаметру), служащая для типовой классификации резервуаров.

Номинальная толщина элемента: Проектная толщина, определяемая по расчетной или минимальной конструктивной толщине с учетом минусового допуска на прокат плюс припуск для компенсации коррозии.

Корпус резервуара: Соединенные между собой стенка, днище и крыша резервуара, образующие открытый или закрытый сверху сосуд, в котором содержится хранимый продукт.

Общий срок службы резервуара: Продолжительность нормальной эксплуатации резервуара при выполнении необходимого регламента обслуживания и ремонтов до состояния, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна.

Припуск на коррозию: это часть толщины элемента конструкции, назначенная для компенсации его коррозионного повреждения.

Расчетный срок службы резервуара: Период, при котором эксплуатация резервуара считается безопасной до очередного диагностирования или ремонта. Расчетный срок службы отсчитывают от начала эксплуатации, а также от момента возобновления эксплуатации после диагностирования или ремонта.

1.2 Сокращения

ППР - проект производства монтажно-сварочных работ;

УЛФ - установка улавливания легких фракций;

ГО - устройство газовой обвязки;

РВС - резервуар вертикальный стальной со стационарной крышей без понтона;

РВСП - резервуар вертикальный стальной со стационарной крышей с понтоном;

ЛВЖ - легко воспламеняемая (легковоспламеняющаяся) жидкость;

ГЖ - горючая жидкость;

УЗК - ультразвуковой контроль.

Глава 2 Характеристика резервуаров (РВС)

Резервуары для хранения нефтепродуктов подразделяют на:

- наземные (емкости, расположенные на поверхности земли);
- подземные (для сухих грунтов и для грунтов с повышенной влажностью);
- платформы (танкеры, авто и железнодорожные цистерны, и т.д);

2.1 Типы резервуаров по конструктивным особенностям

- резервуар со стационарной крышей
- с понтоном;
- без понтона;
- резервуар с плавающей крышей.

По назначению резервуары делятся:

- сырьевые резервуары — для хранения сырой нефти;
- технологические резервуары — для сброса пластовой воды, отстоя и подрезки нефти;
- товарные РВС (для хранения обезвоженной и обессоленной товарной нефти).

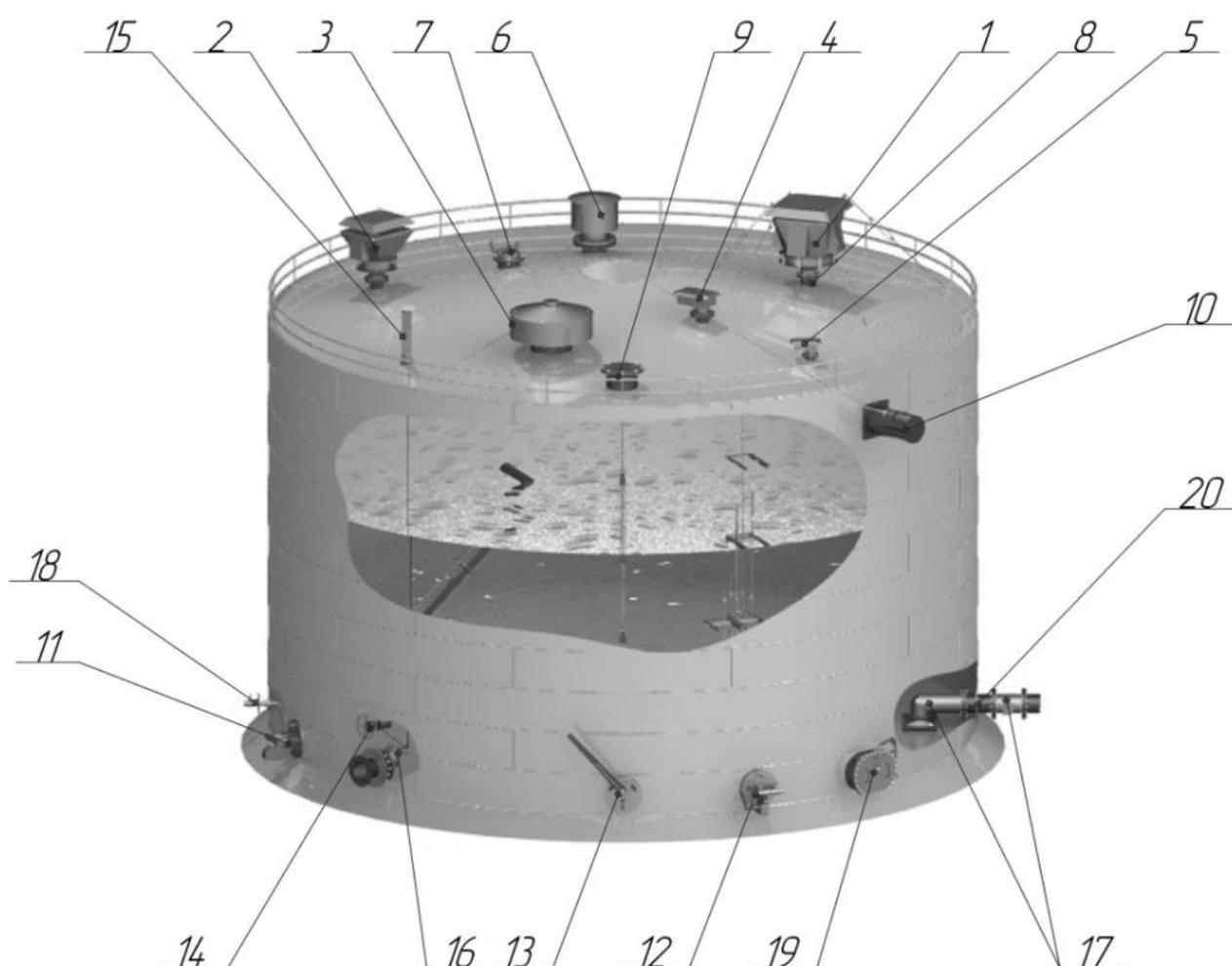


Рис.2.1 Конструкция и состав РВС

1 — клапан дыхательный совмещённый КДС;	12 — пробоотборник стационарный резервуарный органного типа ПСР ОТ;
2 — клапан дыхательный механический КДМ;	13 — пробоотборник стационарный секционный резервуарный ПСР;
3 — клапан аварийный АК;	14 — механизм управления хлопушкой боковой МУ-1;
4 — совмещённый механический дыхательный клапан СМДК;	15 — механизм управления хлопушкой верхний МУВ;
5 — клапан дыхательный механический КДМ-50;	16 — хлопушка ХП;
6 — патрубок вентиляционный ПВ;	17 — приёмораздаточное устройство ПРУ;
7 — люк замерный ЛЗ;	18 — кран сифонный КС;
8 — люк монтажный ЛМ;	19 — люк-лаз ЛЛ;
9 — люк световой ЛС;	20 — приёмораздаточный патрубок ПРП.
10 — генератор пены средней кратности ГПСС;	
11 — пробоотборник плавающий резервуарный ПП;	

2.2 Классификация резервуаров

РВС (резервуары стальные вертикальные) изготавливают внутренним объёмом 100 — 120 000 м³.

По исполнению и монтажа листовых металлоконструкций, резервуары делятся по типу сборки при монтаже:

- рулонный способ сборки — при этом способе резервуары собираются из готовых поясов, сваренных на заводах изготовителях, части которых транспортируют на монтажные участки в виде рулонизируемых полотнищ;
- полистовой способ сборки — этот вид сборки применяется в тех случаях, когда рабочий объём резервуара не позволяет использовать рулонный метод, таким способом изготавливают резервуары объёмом более 30000 м³, изготовление и монтаж всех листовых конструкций в этом случае ведётся из отдельных листов непосредственно на месте установки металлоконструкции;
- комбинированным способом — изготавливают резервуары одновременно рулонным и полистовым способом, стенки изготавливают и монтируют из отдельных листов, а конструкции днища, стационарной крыши, плавающей крыши или понтона— в виде рулонизируемых полотнищ.

Резервуары I-го и II-го класса опасности не допускается изготавливать и монтировать методом рулонной сборки.

По классу опасности резервуары можно разделить:

- I класс опасности — резервуары объёмом более 50 000 м³;
- II класс опасности — резервуары объёмом 20 000 — 50 000 м³;
- III класс опасности — резервуары объёмом 1 000- 20 000 м³;
- IV класс опасности — резервуары объёмом менее 1 000 м³.

В нашем случае объем РВС составляет 50 000 м³, он относится ко II классу опасности и сборка в рулонном исполнении не допускается, следовательно, целесообразно применить полистовый тип сборки.

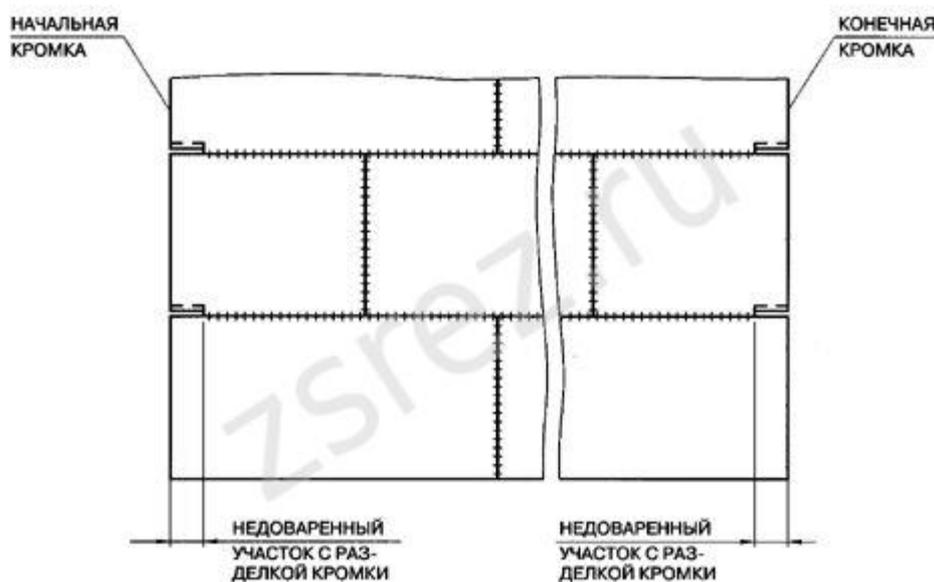


Рис.2.2 Схема сборки и сварки полистовым методом

Глава 3 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА И ЕГО СВАРИВАЕМОСТИ

При изготовлении и монтаже резервуаров применяют следующие электродуговые способы сварки:

- механизированную дуговую сварку самозащитной порошковой проволокой;
- механизированную дуговую сварку самозащитной порошковой проволокой в среде защитного газа;
- механизированную дуговую сварку плавящимся электродом в защитном газе;
- автоматическую дуговую сварку плавящимся электродом под флюсом;
- ручную дуговую сварку.

Сварка оболочки РВС производится из стали 12Х18Н10Т.

3.1 Материал сварной конструкции 12X18Н10Т

Сталь 12X18Н10Т - конструкционная высоколегированная, коррозионно-стойкая, жаростойкая, жаропрочная. Подобные стали используют при изготовлении емкостного, теплообменного и прочего оборудования. Она в основном применяется в сварных соединениях и металлоконструкциях, работающих в агрессивных средах.

Существующие на данный момент высоколегированные стали и сплавы можно разделить по содержанию в них основных легирующих элементов — хрома и никеля и по основному составу сплава. Высоколегированные стали - это сплавы, в которых основную часть состава металла занимает железо, легированное различными элементами. Содержание основных легирующих элементов — хрома и никеля выше 15 и 7% соответственно.

Сталь 12X18Н10Т по классу относится к аустенитным. Основное и распространенное применение, как коррозионностойкий и жаропрочный материал. К коррозионно-стойким относятся стали и сплавы, способные сопротивляться коррозии в агрессивных средах. К таким сплавам относят сплавы, в основу и состав которых входит железа и никеля более 65% и сплавы с содержанием никеля не менее 55%. Данная сталь является жаропрочной и жаростойкой, поэтому сплавы из стали 12X18Н10Т должны отвечать определенным технологическим требованиям. К некоторым требованиям относится: сохранение прочности при повышенных температурах; стойкость против окисления на воздухе и в различных воздушных и агрессивных средах, стойкость к повышенным температурам до 1200-1300°C. По классу легирования материал относится к хромоникелевым сталям. Из подобной стали изготавливают как тонколистовой, так и толстолистовой прокат. Так как объем рассматриваемого резервуара более 30 000 м³, то существует некий регламент, по которому допускается изготовление резервуара из листов толщиной не менее 12мм, так же материал

должен обладать индивидуальными механическими и химическими свойствами проката (таблица 3.1).

Таблица 3.1- Механические характеристики проката из стали 12X18Н10Т

(ГОСТ 7350-77) [ист. 7]

Марка стали	$\sigma_T, \text{Н/мм}^2$	$\sigma_B, \text{Н/мм}^2$	$\psi, \%$	$\delta, \%$
	Не менее			
12X18Н10Т	290	660-950	58	55

Таблица 3.2– Химический состав стали 12X18Н10Т (ГОСТ 5632-72)

Cu	Cr	C	Ni	Si	Mn	Ti	P	S
0,30	17-19	$\leq 0,12$	9-11	$\leq 0,8$	$\leq 2,0$	0,8	$\leq 0,035$	$\leq 0,020$

По своей технологичности и горячей пластической деформации сталь 12X18Н10Т обладает достаточно хорошими свойствами. При горячей обработке необходимо учитывать качественное содержание феррита в кристаллической решетке, это определяет химический состав данной плавки. В холодном состоянии сталь имеет высокую степень пластической деформации.

Чтобы снять напряжения и улучшить стойкость соединения сварные конструкции подвергают стабилизирующему отжигу при температурах около 850-900°C.

3.2 Оценка свариваемости 12X18Н10Т

Сталь 12X18Н10Т имеет хорошую свариваемость, что позволяет вести сварку всеми видами ручной, полуавтоматической и автоматической сваркой.

Общей и главной особенностью сварки стали является склонность к образованию в шве и около шовной зоне горячих трещин, которые имеют межкристаллитный характер. Образование горячих трещин связано с тем, что в процессе формирования шва при сварке макроструктура становится

крупнозернистой (это особенно выражается в многослойных швах), когда в последующем слое продолжается их кристаллизация, и появляются напряжения усадки. Подобные дефекты могут проявляться в виде мельчайших микро надрывов и видимых трещин. Так же горячие трещины могут образоваться при термической обработке или работе конструкции при повышенных температурах.

Кроме сложности получения качественных швов, без образования горячих трещин в высоколегированных сталях и сплавах, существуют и другие особенности, обусловленные использованием определенных видов сварки. К подобным сварным соединениям предъявляются жесткие требования сохранения в течение длительного времени достаточных механических свойств. Большая скорость охлаждения при сварке приводит к фиксации неравновесных структур в металле шва. В процессе эксплуатации при температурах выше 350°C , сталь перестраивается в новую структуру (в результате диффузионных процессов), что приводит к снижению пластических свойств металла шва. Выдержка при температуре $700\text{—}850^{\circ}\text{C}$ характеризуется сильным охрупчиванием металла. При повышенных температурах происходит уменьшение прочности металла.

Что бы добиться карбидного упрочнения и достигнуть уменьшения к склонности сварного соединения к охрупчиванию, в процессе теплового старения, необходимо снизить содержание углерода в основном металле и металле шва, это происходит за счёт выпадения карбидов из структуры.

Стойкость к различным видам действия коррозии относится к основным требованиям, предъявляемым к сварным соединениям. Межкристаллитная коррозия (МКК) развивается в металле шва и в основном металле у границ сплавления слоев металла (ножевая коррозия) или удаленно от шва.

Главными легирующими элементами сплава являются хром и никель, которые определяют свойства и структуру высоколегированных сталей и сплавов, в частности свариваемость. Межкристаллитная коррозия (МКК) -

один из основных и опасных видов местной коррозии металлов и сплавов. Она вызывает разрушение кристаллической решетки на границах зерен, в результате происходит уменьшение собственной пластичности, прочности сплава и преждевременное разрушение ответственных конструкций, что приводит к значительному уменьшению срока эксплуатации отдельных видов металлоконструкций. Межкристаллитная коррозия наблюдается почти у всех технических сплавов в основу которых входит железо, и в особенности у нержавеющей сталей различных классов на основе никеля и алюминия.

Причиной межкристаллитной коррозии является электрохимическая неоднородность структуры металла, при этом границы или приграничные зоны кристаллов являются более электрохимически отрицательными по сравнению с самим зерном. Следствием этого является ликвация, то есть выделение новых фаз по границам зерен, происходящее в процессе термообработки или сварки в зоне термического влияния. Интенсивность МКК зависит от химического состава материала, обработки сплава и от коррозионной среды. Содержание углерода в стали относится к определяющим факторам, следствием чего является склонность к межкристаллитной коррозии.

Растворимость углерода в аустените при комнатной температуре составляет 0,02-0,03% и изменяется по линии SE. При содержании $> 0,02\%C$ (промышленные стали), их структура находится в равновесном состоянии и состоит из аустенита, α -фазы и карбидов. После закалки температурой выше линии SE углерод будет находиться в пересыщенном твердом растворе и при нагреве (отпуск, сварка) может выделяться в виде карбидов. В результате межкристаллитной внутренней абсорбции концентрация углерода на границах зерен значительно выше, по сравнению со средним содержанием углерода в стали. При нагреве ниже линии SE (зона термического влияния при сварке, отжиг) из пересыщенного твердого раствора выделяются вторичные фазы (карбиды хрома). Это может вызвать склонность к

межкристаллитной коррозии и уменьшению содержания хрома в твердом растворе приграничной области и структуре.

Для аустенитных сталей выделение карбидов по границам зерен происходит при температуре в пределах 500-900°C. При температурах ниже 500°C диффузионная подвижность атомов, необходимая для образования новых фаз, очень мала, а при температуре выше 900°C возможна коагуляция образовавшихся фаз и диффузионное выравнивание концентрации хрома в твердом растворе. Это снижает склонность к межкристаллитной коррозии. Режим термообработки является важным фактором, изменяющим склонность к МКК нержавеющей сталей.

Влияние термообработки на склонность сплава к межкристаллитной коррозии можно охарактеризовать построением зависимости появления и исчезновения склонности к МКК от температуры t и времени t . Температура и время термообработки способствует образованию сплошной сетки карбидов по границам зерен, в связи с чем возрастает склонность к МКК.

Стали этой группы требуют применение электродных материалов, которые должны обеспечивать однофазную аустенитную или аустенитно-карбидную структуру.

Необходимые количества легирующих элементов в металле для устранения МКК значительно превосходят количества образовавшихся в них карбидах, некоторая часть их расходуется на образование нитридов, а часть растворяется в аустените.

При сварке жаропрочных, коррозионноустойчивых сталей подогрев кромок приведет к снижению коррозионной стойкости соединения. Подогрев допускается только в том случае, если будет проводиться последующая закалка или стабилизация изделия.

Эквивалентное содержание хрома и никеля в стали определяется предварительно. Суммарное содержание в стали элементов, образующих аустенит, приводится к суммарному содержанию в стали аустенизирующего действия никеля:

$$Ni_{\text{э}} = \%Ni + 30\%C + 0.5\%Mn + 12\%N, \quad (1)$$

При подсчете $Ni_{\text{э}}$ для сталей, не содержащих азота, вместо 0.5% Mn следует принимать 1.5% Mn.

$$Ni_{\text{э}} = 9 + 30 \cdot 0.12 + 1.5 \cdot 2.0 = 15.6\%,$$

Эквивалент хрома, который характеризует суммарное влияние на структурное состояние и содержание феррит образующих элементов:

$$Cr_{\text{э}} = \%Cr + \%Mo + 1.5\%Si + 0.5\%Nb + 0.8\%W + 1.5\%V + 4\%Ti + 3.5\%Al, \quad (2)$$

$$Cr_{\text{э}} = 18 + 1.5 \cdot 0.8 + 4 \cdot 1 = 23.2\%,$$

Таким образом по диаграмме Шефлера получаем структуру 5% феррита и 95% аустенита (Рис.2).

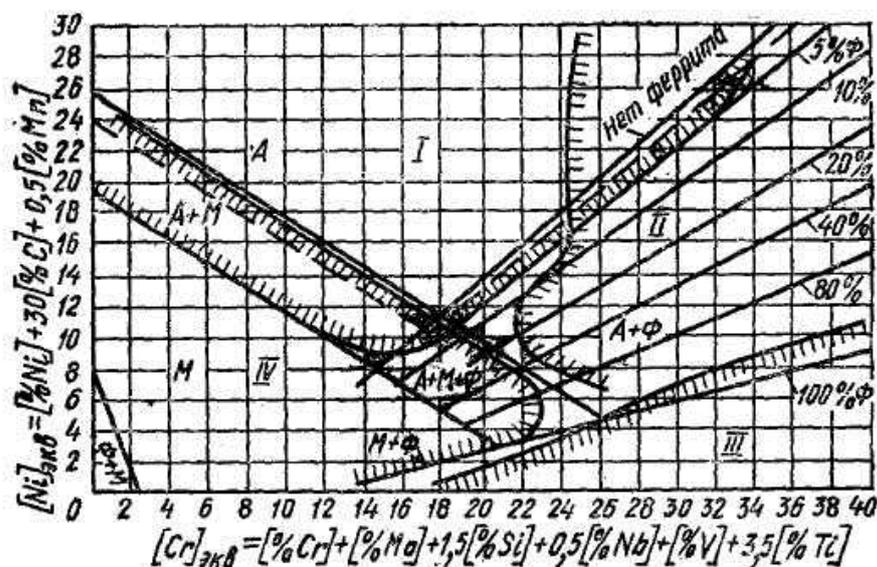


Рис. 3.1 Диаграмма Шефлера

В состоянии поставки, толстолистовые хромоникелевые стали имеют повышенную прочность и пониженные пластические свойства. Это происходит по причине деформаций при прокатке и пониженной температуре при окончании прокатки, когда в процессе деформации может происходить полигональное упрочнение и наклеп.

Обедненные хромом, под влиянием коррозионной среды, участки зерен начинают активно растворяться, что приводит к нарушению связей между зёрнами. Такой процесс называется межкристаллитной коррозией.

При сварке подобных материалов существует опасность возникновения кристаллизационных трещин, образующихся при многослойных швах. Следующий слой валика наплавляют при полном охлаждении, в противном случае будет расти зерно и рост кристаллов. Синий цвет металла свидетельствует о том, что металл был перегрет или неэффективно защищался от воздействия на него окружающей среды.

Сварка должна осуществляться с минимальной погонной энергией, длина покрытых электродов должна быть уменьшена, по возможности обеспечить жесткую фиксацию соединяемых деталей.

Глава 4 ОПИСАНИЕ СПОСОБОВ СВАРКИ

Рассмотрим сварку конструкции двумя способами и их технологические особенности. Перед сваркой необходимо производить разделку кромок под сварку, в зависимости от толщины металла.

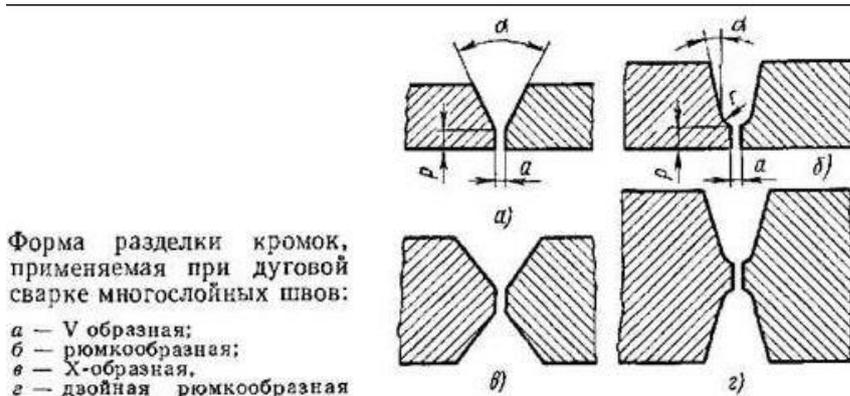


Рис.4.1 Форма разделки кромок

В нашем случае толщина металла 12 мм. Разделка кромок, при толщине металла 12 мм показана на рисунке 4.2.

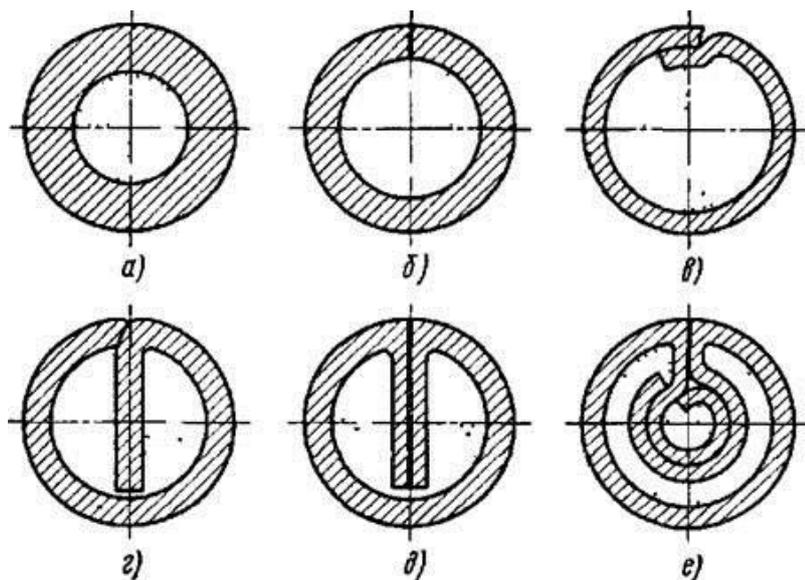


Рис.4.2 Скос разделки кромок

Для ответственных конструкций, в том числе и резервуаров сварку производят с двух сторон при скосе кромок. Скорость сварки должна обеспечивать необходимый провар по глубине. Чем ниже скорость сварки, тем больше провар материала.

4.1 Механизированная дуговая сварка самозащитной порошковой проволокой

При этом способе дуговая сварка выполняется плавящимся электродом, состоящим из порошковой проволоки. Сварку порошковой проволокой можно выполнять как открытой дугой, без дополнительной защиты, так и в углекислом газе или под слоем флюса. Сварку открытой дугой применяют в тех случаях, когда затруднено применение механизированных способов сварки в углекислом газе и под слоем флюса, например в монтажных условиях, или на открытых строительных площадках.



Конструкции порошковой проволоки

a—e — простые трубчатые; d — с двумя загибами оболочки;
 z — с одним загибом оболочки, e — двухслойная

Рис.4.3 Конструкция порошковой проволоки

Порошковая проволока представляет собой трубчатую, со сложным внутренним сечением проволоку, заполненную порошкообразным наполнителем — шихтой. Оболочку порошковой проволоки в основном изготавливают из стальной низкоуглеродистой ленты толщиной 0,2-0,5 мм. В состав наполнителя входит смесь порошков из газо- и шлакообразующих

компонентов, а так же легирующих элементов, назначением которых является защита зоны сварки и необходимые свойства сварного шва. Наиболее часто применяют порошковую проволоку диаметром 1,6 – 3,0 мм.

Порошковая проволока, используемая для сварки без газа, классифицируется по назначению, способу используемой защиты, технологии сварки порошковой проволокой в разных пространственных положениях и механическим свойствам. Применяется сварка порошковой проволокой в монтаже низколегированной и низкоуглеродистой стали.

Т.к. объем нашего РВС более 30 000 м³ целесообразнее использовать полистовой способ сборки и сварки на месте установки, т.е. непосредственно на монтажном участке. В связи с этим возникают трудности использования автоматической сварки в защитном газе или под слоем флюса. Отсюда можно сделать вывод, что данный способ сварки полностью удовлетворяет нашим условиям.

К основным требованиям и параметрам, определяющим свариваемость стали в различных условиях относят:

- Создание равномерного плавления материала без крупных брызг;
- Стабильный нагрев и легкое возбуждение дуги;
- Получение бездефектного шва;
- Равномерное распределение шлака по шву и свободное отделение его при охлаждении.
- К достоинствам самозащитной проволоки относят следующее:
- Проведение сварки в разных пространственных положениях;
- Аккуратное перемещение наплавляемого металла благодаря открытой дуге;
- Отсутствует дополнительное устройство для поступления газа и флюса;
- Специальное покрытие на проволоке устойчиво к высокому давлению от роликов.

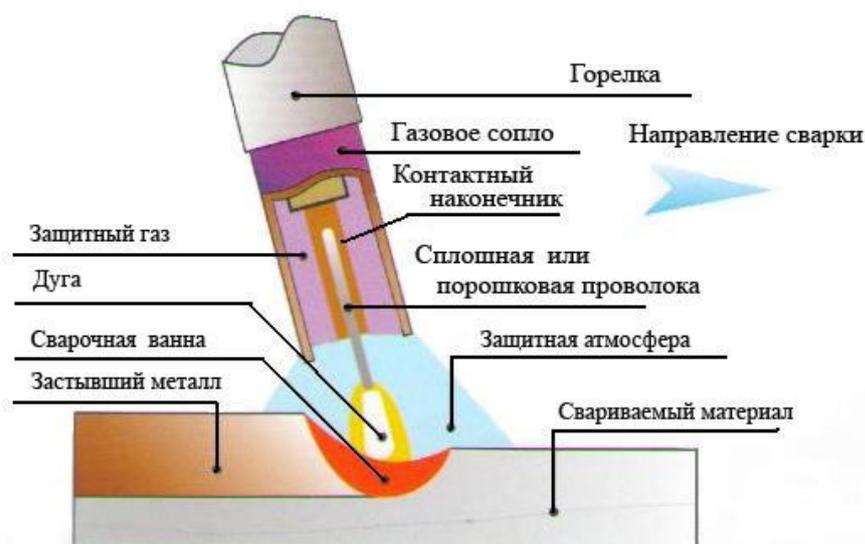


Рис.4.4 Схема процесса механизированной дуговой сварки самозащитной порошковой проволокой

К недостаткам можно отнести возможное появление пор в сварочном шве (из-за наличия неравномерного заполнения и пустот в пространстве металлической обработки).

4.2 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами

Источником энергии при ручной дуговой сварки — является электрическая дуга. При ручной дуговой сварке перемещение электрода в процессе сварки, подача электродного и присадочного металла осуществляют вручную. При этом возникают частые изменения длины дуги, что влияет на постоянство основных параметров режима: напряжения дуги и силы сварочного тока.

РДС используется для сварки углеродистых сталей обычного качества, жаропрочных и жаростойких сталей, низколегированных и легированных качественных сталей, цветных металлов и чугуна. При сварке постоянным током сварка может проводиться на обратной и на прямой полярности. Существуют различные методики получения неразъемных сварных соединений. Способы ручной дуговой сварки, по своей природе, доступны, универсальны и широко используются в производстве металлоконструкций. Ручную дуговую сварку применяют как при глобальных монтажных работах, так и в мелкосерийном производстве.

Колебания дугового промежутка отражаются на основных параметрах режима: величине тока и напряжении. На глубину проплавления металла и скорость расплавления электрода, в большей степени, влияет изменение полярности тока. Качество швов, выполненных этим способом, зависит от удобства ведения процесса и квалификации сварщика.

Рассмотрим сам процесс горения дуги и сварочное оборудование. На рисунке 4.2 показан принцип и схема самого процесса ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Суть процесса состоит в передачи тепловой энергии от электрода в металл.

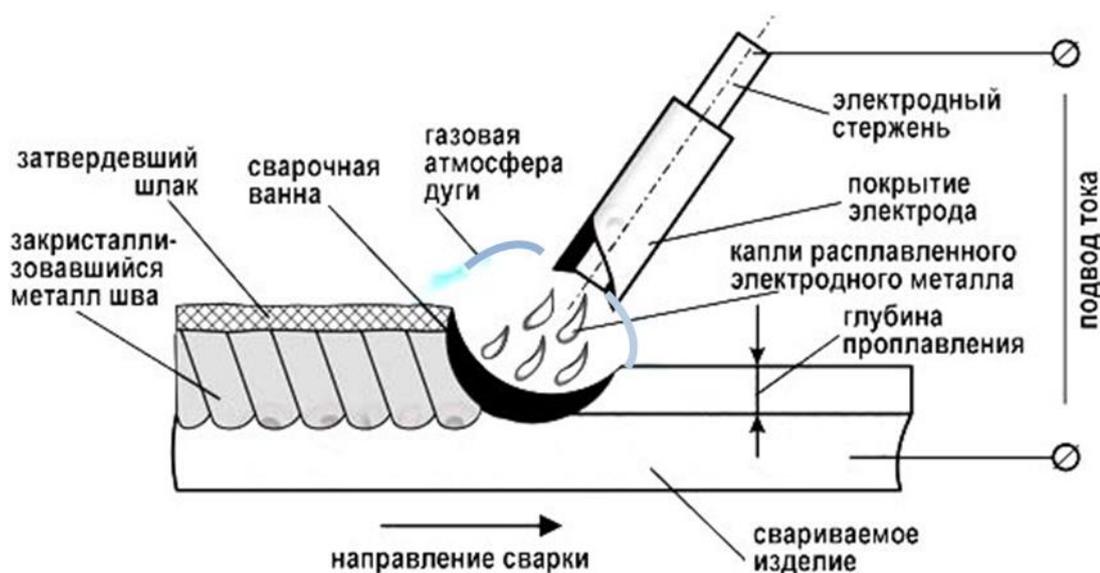


Рис.4.5 Схема процесса ручной дуговой сварки металлическим покрытым электродом

Для сварки необходимо тепло, чтобы расплавить основной металл и электродный стержень, это достигается в процессе образования электрической дуги. Дуга горит между стержнем и основным металлом. Расплавы основного и электродного металлов смешиваются, при этом образуется особая сварочная ванна, в связи с чем, при ее затвердевании и получается основной сварной шов. Стальной электрод имеет специальное покрытие. В процессе плавления этого покрытия создается защита самой сварочной ванны в виде шлака и газового облака. Шлак удаляется непосредственно после окончания сварочных работ. Защита необходима от газов, содержащихся в воздухе, которые в свою очередь пагубно влияют на

качество сварного шва. Кроме того, шлак позволяет проводить необходимую металлургическую обработку металла в сварочной ванне. Большая часть теплоты выделяется на торце металлического стержня электрода, на его конце образуется коническая оболочка из покрытия, способствующая направленному движению газового потока, что улучшает защиту сварочной ванны.

Качество газшлаковой защиты при сварке зависит от толщины покрытия электродов δ или от коэффициента массы покрытия. Толщина покрытия для основной линейки электродов составляет 0,1-1 мм, а коэффициент массы покрытия равен 0,1-0,5.

Для поддержания электрической дуги, на электрод и свариваемую деталь подают ток от специального сварочного аппарата. При действии высокой температуры электрической дуги, граничащие линии свариваемых деталей расплавляются. Образующаяся при этом сварочная ванна, некоторое время остается расплавленной. Минимальная температура внутри дуги составляет около 4 тысяч градусов. В такой ванне металл электрода перемешивается с металлом свариваемой детали или изделия, а расплавленный шлак всплывает на поверхность шва. В этом и заключается смысл защитного покрытия. Энергию, от которой зажигается и непрерывно горит дуга, получают от специального сварочного трансформатора. Для поддержания более стабильного температурного режима в ванне, при ручной дуговой сварки применяют источники питания с крутопадающими вольтамперными характеристиками.

Основная область применения ручной дуговой сварки покрытыми электродами – изготовление конструкций из металлов с толщиной соединяемых элементов более 2мм при небольшой протяженности швов, расположенных в труднодоступных местах, и различных пространственных положениях.

Электрододержатель (рис.4.6) является основным инструментом сварщика при ручной сварке покрытыми электродами. Он предназначен для

крепления электрода, подвода к нему сварочного тока и возможности манипуляций электродом в процессе сварки. По способу крепления электрододержатели разделяют на: вилочные, пружинные и зажимные. Электрододержатель должен удовлетворять некоторым требованиям: удобность, легкость, должен способствовать быстрой смене электрода.

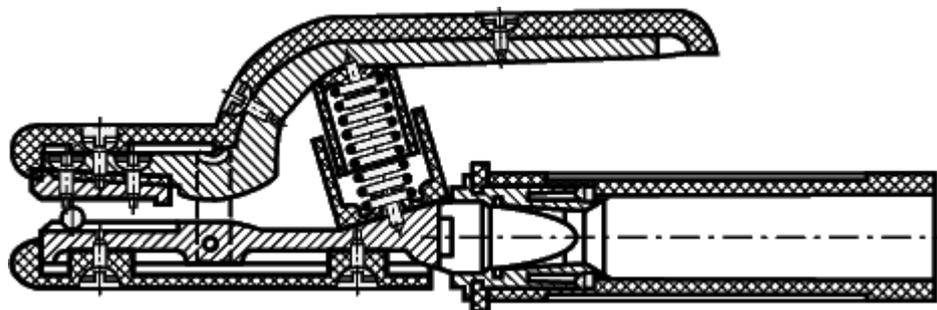


Рис.4.6 Зажимной электрододержатель

Для увеличения производительности используют сварку погруженной дугой, пучком электродов или применяют электроды с железным порошком в покрытии.

К достоинствам РДС относят: простота и доступность; возможность сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях; значительный спектр толщин (от двух мм и выше); большой спектр свариваемых материалов.

К недостаткам можно отнести: низкую производительность; большой расход материалов на разбрызгивание и огарки; самый тяжелый способ по технике исполнения.

Глава 5 ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1 Выбор сварочных материалов для механизированной дуговой сварки самозащитной порошковой проволокой

При выборе расходных материалов для сварки необходимо учитывать то, какие материалы необходимо сварить между собой, учесть их свойства и толщину материала. Выбор сварочной проволоки должен проводиться, отталкиваясь от химического состава наполнителя и оболочки, так как эти критерии являются определяющими при выборе. Основные марки и состав

проволоки отечественного производства изложены в ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная», а импортные маркировки можно узнать из стандартов AWS.

Для сварки углеродистых и легированных сталей открытой дугой наиболее часто применяют порошковые проволоки ПП-2ДСК, и ППВ-5.

Рассмотрим механические и технологические свойства некоторых видов порошковой проволоки.

Таблица 5.1 – механическая характеристика самозащитной порошковой проволоки

Механические свойства	Марка порошковой проволоки	
	ПП-АН7	ППВ-5
Диаметр	2,0; 2,3	2,4
Положение шва	Нижнее, горизонтальное на вертикальной плоскости, вертикальное	Нижнее, вертикальное
Временное сопротивление разрыву	510-520 МПа	540-570
Относительное удлинение	25-28	21-29
Ударная вязкость	167-196 Дж/см ²	127,5-167
Производительность наплавки	4-7	2-7
Коэффициент разбрызгивания	2-4	2-3
Расход проволоки	1,3	1,25
Режим прокалки, С ⁰	230-250	180-200
Время прокалки, ч	2	2

Существует три основных категории сварочной проволоки:

- низколегированная сварная проволока (с малым содержанием до 2,5% легирующих элементов);
- легированная сварная проволока (с содержанием от 2,5% до 10% легирующих элементов);
- высоколегированная сварная проволока (содержание легирующих элементов составляет более 10%).

Исходя из табличных данных (табл.5.1), по производительности, расходу проволоки и эргономичности более подходящая сварочная проволока марки ПП-АН7. Данная проволока удовлетворяет всем условиям, которые требуются для сварки нашего резервуара.

Таблица 5.2 – химический состав сварочной проволоки ПП-АН7, %

C	Mn	Si	P	S
0,9-0,12	0,9-1,2	0.3-0.4	0,01-0,02	0,01-0,002

5.2 Выбор сварочного полуавтомата для механизированной сварки самозащитной порошковой проволоки

Полуавтоматическую сварку порошковой проволокой, в основном, выполняют полуавтоматами А-765, А-1197П, А-1197С и.др. для сварки открытой дугой.

При подготовке полуавтомата к работе должен выполняться определенный ряд требований:

- диаметр внутреннего отверстия токоподводящего наконечника горелки должен превышать диаметр проволоки на 0,3-0,5;
- в механизме подачи направляющий канал и канавки подающих роликов должны быть;

- проволока верхними роликами механизма подачи должна быть утоплена в канавки нижних роликов на 2/3 диаметра с минимально необходимым усилием;
- необходимо, чтобы отсутствовали резкие перегибы шланга, а направляющий канал был чистым (условие для плавного продвижения проволоки по шлангу).

Таблица 5.3 – Технические характеристики полуавтоматов

Технические свойства	Марка	
	А-765	А-1197П
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6-3	1,6-3,5
Максимальный сварочный ток, А	450	500
Скорость подачи проволоки, м/ч	58-582	88-885
Изменение скорости	ступенчатое	плавное
Число ступеней	20	-
Напряжение питающей трехфазной сети, В	380	380
Масса комплекта, кг	25,5	35
Габариты, мм	760*550*500	960*660*560

Проанализировав данные таблицы можно выделить сварочный полуавтомат А-765, так как его параметры более удовлетворительны в нашем случае. Габаритные размеры и вес аппарата А-765 ниже сравниваемого, что облегчает его транспортировку и мобильность по монтажной площадке.

5.3 Выбор материалов для дуговой сварки покрытыми электродами

Сталь 12Х18Н10Т относится к хорошо свариваемым материалам.

Перед выбором электродов необходимо учитывать их свойства, так как применяемые электроды должны обеспечивать:

- устойчивое горение дуги и нормальное формирование шва;
- максимальная производительность в процессе работы;
- равномерное расплавление электродного стержня и покрытия;
- минимальное разбрызгивание электродного металла;
- получение металла сварного шва определенного химического состава;
- свободное отделение шлаковой корки и прочность покрытия;
- сохранение физико-химических и технологических свойств в период заданного промежутка времени;
- минимальная токсичность при изготовлении и при сварке.

Классификацию покрытых электродов ведут по следующим признакам:

По назначению: для сварки сталей; чугунов; цветных металлов и электроды для наплавочных работ.

По технологическим особенностям: по виду и толщине покрытия; по характеру шлака; по способу нанесения покрытия; по механическим свойствам металла шва и химическому составу стержней и покрытия.

Таблица 7 – Химический состав наплавленного металла, %, электрод ЦЛ-11

C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	P	S
0,10	0,53	1,8	20,8	9,8	0,99	0,020	0,011

Перечисленные характеристики, которые необходимо учитывать при выборе конкретной марки электрода, определяются видом покрытия электрода. Покрытие может быть основным, рутиловым, кислым, целлюлозным и смешанным. При выборе мы должны руководствоваться

свойствами и назначением электродов. Для сварки из коррозионно-стойких хромоникелевых сталей используют ряд электродов, которые удовлетворяют требованиям к сварочному шву. Для стали 12Х18Н10Т в основном используют электроды ЦЛ-9, ЦЛ-11 и НИАТ-1. Характеристики этих электродов указаны в таблице 5.4.

Проанализировав данные таблицы 5.4, наилучшие показатели имеют электроды ЦЛ-11. Электроды предназначены для сварки коррозионностойких хромоникелевых сталей марки 12Х18Н10Т и подобных ей сплавов. Они используются, когда к металлу шва должны предъявляться жесткие требования стойкости к межкристаллитной коррозии. Возможна сварка во всех пространственных положениях шва постоянным током обратной полярности.

Таблица 5.4- Характеристика электродов

Механические свойства	Марки электродов		
	ЦЛ-9	ЦЛ-11	НИАТ-1
Покрытие электрода	основное	основное	рутилово-основное
Временное сопротивление σ_B , МПа	650	660	640
Предел текучести σ_T , МПа	450	420	420
Относительное удлинение %	31	34	42
Ударная вязкость a_H , Дж/см ²	120	120	180
Производительность наплавки (для ДЭ 4,0)	1,5 кг	1,5 кг	1,3 кг/ч
Коэффициент наплавки	11,0 г/А*ч	11,0 г/а ч	10,0 г/А*ч
Расход электродов на 1кг наплавленного металла	1,7 кг	1,7 кг	1,6 кг

К особым свойствам сварочных электродов ЦЛ-11 относят: обеспечение получения металла шва, стойкого к межкристаллитной коррозии при испытаниях по методу АМУ ГОСТ 6032-2003 «Стали и сплавы коррозионностойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии» без необходимости отпуска. Содержание ферритной фазы в наплавленном металле 2,5-10%.

Электроды ЦЛ-11 в качестве основы имеют стальной стержень из высоколегированной сварочной проволоки (в основном Св08Х19Н10Б). Покрытие этой марки сварочных электродов – фтористо-кальциевое.

Перед проведением сварочных работ электроды следует прокалить в диапазоне температур 320-350 °С, в течении 90 минут. Сварку лучше всего производить короткой дугой. Ферритная фаза в наплавленном металле шва составляет чуть более 6%.

Таблица 5.5 – Геометрические размеры и сила тока при сварке сварочными электродами ЦЛ-11

Диаметр электрода, мм	Длина, мм	Ток, А
2,0	290	30-55
2,5	290	40-65
3,0	340	50-90
4,0	350	110-150
5,0	440	120-180

Электроды ЦЛ-11 отличаются своими хорошими сварочными и технологическими свойствами. Горение сварочной дуги – устойчивое, малое разбрызгивание металла при сварке (не более 5%), удовлетворительное отделение шлаковой корки, также удовлетворительное формирование сварного шва.

5.4 Выбор сварочного аппарата для ручной дуговой сварки

Выбранный источник питания должен соответствовать и удовлетворять всем требованиям, необходимым для проведения сварочных работ в данных условиях. В связи с постоянно развивающейся техникой появляются широкий ассортимент совершенных моделей сварочных аппаратов для ручной дуговой сварки. Их цена и качество должны обладать хорошим соотношением, а рабочие характеристики обязаны быть максимально практичными.

Сварочный аппарат для сварки легированных сталей может применяться любой конструкции — MMA, DC/AC TIG, MIG, однако при этом он должен иметь более широкий диапазон регулировок, чем у обычных сварочных аппаратов. Необходимо принимать во внимание особые свойства нержавеющей сталей, таких как: низкая теплопроводность, высокая химическая активность в зоне расплава, низкая температура плавления.

Учитывая эти особенности, сварочный трансформатор или инвертор для нержавеющей стали должен иметь возможность сварки при пониженном токе. В этом случае к зоне шва поступает намного меньше тепла — металл не прогорает и не нарушается его структура. Также, в свою очередь, сварочный аппарат для подобных сталей должен работать как в прямой, так и в обратной полярности, переключаться на переменный ток и обладать способностью вести сварочные работы в импульсном режиме – это усложняет выбор сварочного оборудования. Наиболее распространенные марки аппаратов рассмотрены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Сварочное оборудование для РДС высоколегированных сталей

Наименование характеристики	Марка	
	ELITECH АИС 260	GYS Inverter 6000
Тип устройства	сварочный инвертор	сварочный инвертор
Типы сварки	РДС (MMA)	РДС (MMA)
Сварочный ток, А	10-250	10-200
Напряжение на входе, В	323-437	187-253

Кол-во фаз питания	3	1
Напряжение холостого хода, В	65	72
Тип выходного тока	постоянный	постоянный
Диаметр электрода	1,6-6	1,6-5
Масса, кг	10	5,3
Габариты, мм	410x190x285	270x140x180

По габаритам и весу сварочный инвертор GYS Inverter 6000 выигрывает у аппарата ELITECH АИС 260, однако, его технологические характеристики несколько ниже. У инвертора ELITECH АИС 260 более широкий спектр регулировки и выше сила сварочного тока, что позволяет сваривать большие толщины. По этим параметрам сварочный инвертор ELITECH АИС 260 более подходит для сварки в наших условиях.

Трехфазный сварочный инвертор Elitech АИС 260 предназначен для ручной дуговой сварки штучными плавящимися электродами (ММА). Панель управления оснащена цифровым дисплеем для удобства настройки сварочного тока. Применяется для сварки углеродистых, нержавеющей сталей и чугуна. Сварочный инвертор ELITECH АИС 260 специально разработан для постоянных и интенсивных работ на строительных и производственных объектах, а также для ремонтно-восстановительных работ.

Глава 6 Расчет и выбор режимов сварки и размеров шва

6.1 Расчет режимов механизированной сварки самозащитной порошковой проволокой

Сварочный ток, напряжение дуги, скорость подачи и вылет электродной проволоки обычно принимают из табличных значений, в зависимости от толщины металла. Для стали толщиной 12 мм параметры указаны в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Режимы сварки самозащитной порошковой проволоки

Толщина свариваемых листов, мм	Параметры режима				
	I, А	U, В	V _{пр} , м/ч	Вылет проволоки, мм	Коэффициент наплавки, α _н , г/А*ч
10-15	420-450	26-29	170	20-25	17,3

Для определения массы наплавленного металла воспользуемся формулой:

$$G_H = V_H \times \rho \quad (3)$$

где ρ – плотность наплавленного металла (для стали ρ=7,8 г/см³); V_н - объем наплавленного металла, см³.

Время горения дуги определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{G_H}{I_{св} \times \alpha_H} \quad (4)$$

Полное время сварки (наплавки), ч, определяется по формуле:

$$T = \frac{T_0}{\kappa_n} \quad (5)$$

где κ_п – коэффициент использования сварочного поста.

Расход порошковой проволоки, г, определяется по формуле:

$$G_{пр} = G_H \times K \quad (6)$$

где K – коэффициент, учитывающий конструкцию проволок (K=1,25-1,35)

Расход энергии, кВт*ч, определяется:

$$A = \frac{U_d \times I_{св}}{n \times 1000} \times t_0 + W_0 \times (T - T_0) \quad (7)$$

где U_д – напряжение дуги, n – КПД источника питания; W₀ – мощность источника питания, работающего на холостом ходу.

6.2 Расчет режимов сварки для ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Для расчета режимов сварки необходимо знать: диаметр электрода; силу сварочного тока; напряжение на дуге; площадь поперечного сечения шва, выполняемого за один проход; число проходов; род и полярность тока.

Определение режимов сварки обычно начинают с выбора диаметра электрода, который назначается в зависимости от толщины листов при сварке стыковых соединений. Диаметр электрода выберем из таблицы 6.2.

Таблица 6.2 – Диаметр электрода в зависимости от толщины металла

Толщина листов, мм	1,5-2	3	4-8	9-12	13-15	16-20	20
Диаметр электрода, мм	1,6-2	3	4	4-5	5	5-6	6-10

Силу сварочного тока для РДС определяют по формуле:

$$I_{св} = \pi \times d_э^2 / 4 \times j \quad (8)$$

где I – сила сварочного тока (А); d – диаметр электрода (мм); i – плотность тока (А/мм²).

Таблица 6.3 – Допускаемая плотность тока на электроде

Диаметр электрода, мм	3	4	5	6
Плотность тока	13-18,5	10-14,5	9-12,5	8,5-12,0

$$I_{св} = 3,14 \times 5^2 / 4 \times 10 = 196 \text{ А}$$

Напряжение дуги находим по формуле:

$$U_{д} = 20 + 50 \times 10^{-3} / \sqrt{d_э} \times I_{св} \quad (9)$$

$$U_{д} = 20 + ((50 \times 10^{-3}) / \sqrt{5}) \times 196 = 24 \text{ В}$$

Скорость сварки:

$$V_{св} = (\alpha_{н} \times I_{св}) / (3600 \times \gamma \times F_{н}) \quad (10)$$

где α_n - коэффициент наплавки (г/А ч) (из таблицы 4); γ – плотность наплавленного металла, (г/см³)

$$V_{св}=(11 \times 196)/(3600 \times 7,8 \times 1,75)=0,43 \text{ см/с}=17 \text{ м/ч}$$

Погонная энергия находится:

$$g_n=I_{св} \times I_g \times \eta_{и}/V_{св} \quad (11)$$

где $I_{св}$ - сварочный ток; I_g - напряжение; $V_{св}$ - скорость сварки; $\eta_{и}=0,75$ – эффективный КПД для дуговых методов.

$$g_n=(196 \times 24 \times 0,75)/0,43=8204 \text{ кДж/см}$$

В ходе проведенных расчетов был сделан выбор режимов для РДС покрытыми электродами ЦЛ-11, подсчитаны все необходимые параметры.

Глава 7 Расчет химического состава и механических свойств металла шва

При расчете химического состава металла шва степень легирования может быть установлена при помощи сопоставления химического состава основного металла и металла наплавленного валика и определяется по формуле:

$$R_{ш} = R_0 \cdot \gamma_0 + (1-\gamma_0) \cdot R_э \pm \Delta R, \quad (12)$$

где $R_{ш}$ – содержание рассчитанного элемента (%); R_0 – содержание элемента в основном металле (%); $(1-\gamma_0)$ – доля участия электродного металла в металле шва (%); γ_0 – доля участия основного металла в металле шва; $R_э$ – содержание рассчитываемого элемента в металле, который наплавляли данной маркой электродов (%); ΔR – переход металла из покрытия в шов.

7.1 Расчет для сварного шва, полученного механизированной сваркой самозащитной порошковой проволокой

Долю участия основного металла в металле шва определяют по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{F_{np}}{(F_{np} + F_n)} \quad (13)$$

где F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла

$$F_n = 0,73 \cdot e \cdot g \quad (14)$$

Табличные значения равны: $e=3$ мм, $g=1,16$ мм, отсюда можно вычислить

$$F_n = 0,73 \times 1,16 \times 3 = 2,54 \text{ мм}^2$$

Площадь сечения проплавленного металла можно определить по формуле:

$$F_{np} = 0,73 \cdot e \cdot H \quad (15)$$

где H – глубина проплавления, равная толщине металла, тогда

$$F_{np} = 0,73 \cdot 3 \cdot 12 = 26,28 \text{ мм}^2$$

$$\gamma_0 = \frac{26,28}{(26,28 + 2,54)} = 0,9$$

Данные о химическом составе порошковой проволоки возьмем из таблицы 4.

Далее определим химический состав металла шва для механизированной сварки самозащитной порошковой проволоки

$$[C]: R_{ш} = 0,12 \times 0,9 + (1 - 0,9) \times 0,10 = 0,118\%$$

$$[Mn]: R_{ш} = 1,2 \times 0,9 + (1 - 0,9) \times 1,0 = 1,18\%$$

$$[Si]: R_{ш} = 0,4 \times 0,9 + (1 - 0,9) \times 0,3 = 0,39\%$$

$$[P]: R_{ш} = 0,02 \times 0,9 + (1 - 0,9) \times 0,015 = 0,019\%$$

$$[S]: R_{ш} = 0,002 \times 0,9 + (1 - 0,9) \times 0,01 = 0,0028\%$$

Сварочная дуга при выполнении соединения изделий из высокоуглеродистых сталей должна быть восстановительного типа. Применение окислительной дуги приведет к тому, что из состава стали будет выжигаться углерод, то есть металл в области сварного шва станет более пористым. Между тем такого отрицательного эффекта можно избежать, если предварительно прогреть соединяемые изделия до температуры 200–2500.

После сварки требуется последующая обработка сварных швов. На поверхности сварного соединения образуется пористый оксидный слой, основой которого является хром. Этот слой ослабляет стойкость соединения к коррозии. Если требуется необходимость стойкости сварного соединения к коррозии, оксидный слой и зону со сниженным содержанием хрома следует удалить, то есть сварное соединение должно пройти последующую обработку. Под термообработкой понимается растворение возникших различий присадочных материалов внутри стальной конструкции. При механическом методе последующей обработки необходимо соблюдать определенные требования, то есть разрешается использование только тех инструментов, которые предназначены для обработки нержавеющей стали: шлифовальные ленты и круги, щетки из нержавеющей стали, дроби из нержавеющей стали при дробеструйной обработке.

Наиболее эффективным методом последующей обработки сварных швов является травление. При нормальном выполнении травления обеспечивается устранение вредного оксидного слоя и зоны со сниженным содержанием хрома. Травление выполняется путем погружения, поверхностного нанесения или покрытия пастой в зависимости от условий. Для уменьшения сварочных деформаций рекомендуется:

- производить сварку на режимах, которые характеризуются большими скоростями сварки, короткой дугой и минимально возможными токами;
- при ручной сварке корня шва, швы разбивать на участки и сваривать их в последовательности, чтобы коробление было минимальным.

Контроль качества сварных швов – основная и необходимая процедура для определения качества металлоконструкции. Если наблюдается недостаточная плотность, с нарушенной герметичностью и другими деформациями, то это приведет к уменьшению срока эксплуатации металлоконструкции, в частности, в том случае, когда металлоконструкция будет находиться под постоянным давлением.

7.2 Расчет для сварного шва для ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Найдем долю участия основного металла шва по формуле [13, С.34]

$$\gamma_0 = \frac{26.28}{(26.28 + 1.75)} = 0.93$$

Определим химический состав для РДС покрытыми электродами:

$$[C]: R_{ш} = 0,10 \times 0,93 + (1 - 0,93) \times 0,08 = 0,098\%$$

$$[Si]: R_{ш} = 0,5 \times 0,93 + (1 - 0,93) \times 0,4 = 0,49\%$$

$$[Mn]: R_{ш} = 1,8 \times 0,93 + (1 - 0,93) \times 1,4 = 1,76\%$$

$$[Cr]: R_{ш} = 20,8 \times 0,93 + (1 - 0,93) \times 20,4 = 20,76\%$$

$$[Ni]: R_{ш} = 9,8 \times 0,93 + (1 - 0,93) \times 9,4 = 9,76\%$$

$$[Nb]: R_{ш} = 0,1 \times 0,93 + (1 - 0,93) \times 0,08 = 0,098\%$$

$$[P]: R_{ш} = 0,02 \times 0,93 + (1 - 0,93) \times 0,015 = 0,019\%$$

$$[S]: R_{ш} = 0,011 \times 0,93 + (1 - 0,93) \times 0,01 = 0,010\%$$

Степень легирования металла шва может быть установлена сопоставлением химического состава основного металла и металла наплавленного валика, определяемого по формуле [12, С34].

Прочность сварного соединения зависит от его формы и соотношения механических свойств металла шва, околошовной зоны и основного металла.

При оценке механических свойств металла шва необходимо учитывать действие некоторых технологических факторов. К таким факторам относят: долю участия основного металла в формировании шва, его химический состав; тип и химический состав сварочных материалов; метод и режим сварки; тип соединения и число проходов в сварном шве; размеры сварного соединения; величину пластических деформаций растяжения в металле шва при его остывании. Механические свойства металла шва зависят от скорости

охлаждения и пластических деформаций растяжения, возникающих в металле шва при его остывании.

Глава 8 Расход сварочных материалов

8.1 Расход сварочных материалов при механизированной сварке порошковой самозащитной проволоки

Рассчитаем расход сварочной проволоки по формуле:

$$G_p = G_n / (1 - \psi), \quad (16)$$

где G_n – масса наплавленного металла, она определяется по формуле:

$$G_n = F_n \cdot l_{шв} \cdot \gamma, \quad (17)$$

где $F_n = 0,024 \text{ м}^2$ – площадь наплавленного металла; $l_{шв}$ – длина шва;

$\gamma = 8,1 \text{ г/см}^3$ – плотность металла.

$$G_n = 0,024 \times 8,1 \times 1472 = 286,15 \text{ г}$$

ψ – коэффициент потерь (отношение количества металла, потерянного в виде брызг и угара, к полному количеству расплавленного электродного металла).

В нашем случае вследствие незначительных потерь этим коэффициентом можно пренебречь. Отсюда

$$G_p = G_n = 286,15 \text{ г.}$$

Расход порошковой проволоки при сварке механизированной самозащитной проволоки диаметром 3 мм, для толщины металла 12 мм, согласно [5, С.150] составляет 134 грамма на 100 метров шва.

8.2 Расход сварочных материалов при ручной дуговой сварке покрытыми электродами.

Расход электродов для ручной дуговой сварки определяется по формуле:

$$G_{э} = (1,6 \dots 1,8) G_n, \quad (18)$$

где $G_{э}$ – масса электродов (масса электродов на 1 кг наплавленного металла электродами ЦЛ-11 равно 1,5 кг [табл.6, С.27]); G_n – масса наплавленного металла:

$$G_n = \gamma \cdot F_n \cdot l_{шв}, \quad (19)$$

где $\gamma=8,1$ – плотность наплавленного металла, г/см^3 , $F_H = 254\text{мм}^2$ – площадь наплавленного металла; $l_{\text{ш}} = 11240\text{мм}$ – длина шва.

$$G_H = 8,1 \cdot 254 \cdot 11240 = 23125\text{г} = 23,12\text{кг};$$

Масса электродов:

$$G_{\text{э}} = 8,1 \cdot 23,12 = 187,27 \text{ кг}.$$

Глава 9 Деформации и напряжения при сварке и методы борьбы с ними.

Сварочные деформации и напряжения возникают по многим причинам. В связи с чем значительно снижается механическая прочность сварной конструкции. К основным причинам, при которых возникают сварочные напряжения и деформации можно отнести неравномерный нагрев и резкое охлаждение материала, структурные превращения в металле шва и литейная усадка наплавленного металла.

Неравномерный нагрев и охлаждение могут вызвать тепловые напряжения и деформации. При сварке происходит местный нагрев небольшого объёма металла, который при расширении воздействует на близлежащие области менее нагретых слоев металла шва. Чем выше температура нагрева, а также чем больше коэффициент линейного расширения и ниже теплопроводность металла, тем больше тепловые напряжения и деформации развиваются в свариваемом шве.

Основные напряжения в сварном шве вызывает литейная усадка в связи с чем, уменьшается объём наплавленного металла в процессе охлаждения. В близлежащих слоях металла возникают растягивающие силы. Уменьшить возникновение напряжений и деформации можно путем снижения количества расплавленного металла в сварочной ванне.

Сжимающие и растягивающие напряжения, в процессе структурных превращений, сопровождаются изменением объёма свариваемого металла.

Чтобы максимально уменьшить напряжения и деформации, образующиеся после сварки, предусмотрены определенные требования до сварки, во время сварки и после сварки.

К требованиям, используемым до сварки, относятся:

- а) рациональное конструирование деталей;
- б) сборка заготовок и назначение их размеров с учётом последующих деформаций;
- в) создание обратных перемещений деформаций – сварочным деформациям;
- г) создание напряжений растяжения в зоне сварного соединения.

К требованиям во время сварки, относят:

- а) рациональное использование последовательности операций при сборке и сварки;
- б) снижение погонной энергии сварки;
- в) уменьшение площади зоны пластических деформаций посредством искусственного охлаждения металла в процессе сварки;
- г) создание пластических деформаций удлинения металла путём его проковки.

К требованиям после сварки, относят:

- а) создание пластических деформаций удлинения в зоне сварного соединения с целью получения перемещений, противоположных по знаку сварочным;
- б) создание пластических деформаций укорочения путём местного нагрева тех зон, усадка которых приводит к устранению нежелательных остаточных перемещений, вызванных сваркой.

Для полного снятия напряжений необходимо применить дополнительную термическую обработку, применяемую к сварочным соединениям из высоколегированных сталей.

Высокий отпуск применяют для снятия напряжений. Подобная термическая обработка снимает сварочные напряжения за счет того, что при нагреве предел текучести материала сильно падает при температурах не ниже 800° С, так как нержавеющая аустенитная сталь имеет повышенную прочность, которая сохраняется при высоких температурах, близких к нулю.

В связи с этим материал не оказывает сопротивления пластическим деформациям и внутренние остаточные напряжения полностью исчезают.

Термические методы снятия сварочных напряжений, ввиду своей большой массы и габаритных размеров изделия применять не эргономично. Для снижения деформаций в нашем случае можно применить обратноступенчатый способ сварки. Последовательность сварки осуществлять таким образом, чтобы можно было легко исправить последствия сварочных деформаций, а только потом приступать к последующему этапу сварки.

Глава 10 Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью главы «Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережения» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих современным требованиям. Для достижения цели нужно решить задачи:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- SWOT – анализ;
- планирование научно – исследовательских работ;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности задач.

10.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар. можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода. Карта сегментирования рынка приведен на рисунке 10.1.

		Рабочий объем резервуара		
		До 20 000 м ³	20 000-50 000м ³	Свыше 50 000 м ³
Размер компаний	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Рисунок 10.1. Карта сегментирования рынка по производству резервуаров

- АО «Транснефть - Центральная Сибирь»;
- ООО «Томские стальные конструкции»;
- ООО «Саратовский резервуарный завод»

В целевой рынок входят коммерческие и подрядные организации отраслей электроэнергетики, теплоэнергетики, организации по добыче и транспортировке нефти и газа. Для данных коммерческих организаций критерием сегментирования является ремонт и строительство. Основными сегментами данного рынка являются энергетическая промышленность (нефтегазовая отрасль) и коммунальное хозяйство, на них и будет направлена ориентация предприятия.

10.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают

в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

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

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которой приведен в таблице 6.1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 10.1 – Оценочная карта

Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Критерии оценки	Вес критерия				
1	2	3	4	5	6
Повышение производительности	0.15	5	5	0.75	0.75
Удобства в эксплуатации	0.1	5	5	0.5	0.5
Надежность	0.1	5	5	0.5	0.5
Материалоемкость	0.15	3	5	0.45	0.75
Энергосбережение	0.05	2	4	0.2	0.3
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0.05	4	4	0.4	0.4
Уровень проникновения на рынок	0.05	4	4	0.2	0.2
Цена	0.15	2	2	0.2	0.2
Предполагаемый срок эксплуатации	0.15	5	4	0.25	0.2
Наличие сертификата разработки	0.15	5	5	0.75	0.75
Итого	1	40	43	4.1	4.45

Основываясь на знаниях о конкурентах, следует объяснить:

- чем обусловлена уязвимость позиции конкурентов и возможно занять свою нишу и увеличить определенную долю рынка;
- в чем конкурентное преимущество разработки.

Итогом данного анализа, действительно способным заинтересовать партнеров и инвесторов, может стать выработка конкурентных преимуществ, которые помогут создаваемому продукту завоевать доверие покупателей посредством предложения товаров, заметно отличающихся либо высоким уровнем качества при стандартном наборе определяющих его параметров, либо нестандартным набором свойств, интересующих покупателя.

10.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QQuality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В основе технологии QuaD лежит следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.

- правовая защищенность и др.

2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Таблица 10.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Надежность	20%	100	100	1	20
2. Унифицированность	5%	50	100	0,5	2,5
3. Уровень материалоемкости разработки	10%	20	100	0,2	2
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	10%	70	100	0,7	7
5. Ремонтпригодность	10%	90	100	0,9	9
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
6. Конкурентоспособность продукта	10%	80	100	0,8	8
7. Уровень проникновения на рынок	10%	50	100	0,5	8
8. Перспективность рынка	10%	50	100	0,5	5
9. Цена	10%	30	100	0,3	3
10. Финансовая эффективность научной разработки	5%	70	100	0,7	3,5
Итого	100%	610	1000	6,1	68

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 100%.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum V_i \times B_i$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; V_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение $P_{\text{ср}}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $P_{\text{ср}}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По итогу таблицы 10.2 видно, что целесообразность вложения денежных средств в научно-исследовательском проекте равна 68 баллов. Из проведенных расчетов можно сделать вывод, что перспективность проделанного исследования выше среднего.

6.4 SWOT-анализ

Выпускная квалификационная работа выполняется в рамках научно – исследовательской работы. Цель, которого является изучение особенности дуговой сварки вертикальных швов резервуара.

SWOT-анализ – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) - это определение сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз по его

осуществлению. Этот анализ проводят для выявления внешней и внутренней среды проекта. Проводится данный анализ в несколько этапов.

К первому этапу относится описание сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

К сильным сторонам проекта относятся: стабильное течение процесса формирования валика в разделке – С1; качественное формирование сварного шва – С2; возможность сварки открытой дугой механизированной сварки порошковой проволокой – С3; возможность сварки во всех пространственных положениях без изменения режимов сварки – С4. Продолжительность нагрузки постоянна и равна 100% – С5.

К слабым сторонам проекта относятся: сложность электроники инвертора – Сл.1; использование переменного прямоугольного тока – Сл.2;

К возможностям проекта относятся: внедрение на рынок нового способа сварки в магнитном поле за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1; финансовая поддержка спонсора – В2.

К угрозам относятся: невыполнение сроков сдачи объекта в эксплуатацию – У1.

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

Для выявления соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям, необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

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

Таблица 10.4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	Стабильное течение процесса формирования валика в разделке – С1. Качественное формирование сварного шва – С2. Возможность сварки открытой дугой механизированной порошковой проволокой – С3. Возможность сварки без изменения ее режимов – С4. Продолжительность нагрузки постоянна и равна 100% – С5.	Сложность сборки – Сл.1. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемых при проведении научного исследования – Сл.2.
Возможности :		
Внедрение на рынок данного способа сварки в за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1. Финансовая поддержка заказчика – В2.	Показ достоинств технологии дуговой сварки открытой дугой механизированной порошковой проволокой. Реклама в СМИ.	За счет преимуществ в данной технологии по сравнению с технологиями, используемыми на сегодняшний день, велика вероятность того, что разработка получит еще больший спрос на рынке.
Угрозы:		
Невыполнение сроков сдачи объекта в эксплуатацию – У1.	Поиск способов повышения производительности за счет новых исследований в этой области.	Организации, занимающиеся строительством и ремонтом, заинтересованные в данной технологии.

Таблица 10.3 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности	C1	C2	C3	C4	C5
B1	+	+	+	+	-

B2	-	-	+	-	-
----	---	---	---	---	---

10.5 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 10.5 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
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 особенностей формирования структуры металла шва, при отсутствии возмущающего действия магнитного поля.	
Практические исследования	9	Получение сварных соединений.	Студент
	10	Изучение результатов проведенной обработки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	Научный руководитель, студент

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. порядок составления этапов и работ,

распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 10.5.

10.6 Определение трудоемкости выполнения работ

Основную часть стоимости выполненных работ образует трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости каждого участника выполненных работ является важным моментом.

Для расчета среднего значения трудоемкости воспользуемся следующей формулой:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} + 2t_{маxi}}{5},$$

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

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

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

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

10.7 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}};$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}};$$

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

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

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

$$T_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48.$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (таблица 10.5).

После заполнения таблицы 10.5 строим календарный план-график (таблица 10.6). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 10.6 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Рук.-студ.	1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Студ.-рук.	1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Студент	10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студ.-рук.	3	4	4	5	6	6
Изучение особенностей формирования структуры металла шва	3	5	5	5	7	7	3,8	5,8	5,8	Студент	4	6	6	6	9	9
Получение сварных соединений	1	2	3	3	4	5	1,8	2,8	3,8	Студент	2	3	4	3	5	6
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Студент	2	3	3	3	5	5
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студ.-рук.	2	2	2	3	3	3
Заключение	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студент	3	3	3	4	4	4

	Вид работ	Исполнители	Ткi, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Март			Апрель			Май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	3	■										
2	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	2		■									
3	Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	2			■								
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2				■							
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3					■						
6	Изучение литературы по теме	Студент	15						■	■	■			
7	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	5									■		
8	Изучение особенностей формирования структуры металла шва	Студент	6										■	
9	Получение сварных соединений	Студент	3											■
10	Изучение результатов	Студент	3											■
11	Анализ результатов	Студ.-рук.	3											■
12	Заключение	Студент	4											■

Таблица 10.7 – Временные показатели проведения научного исследования

■ - студент; ■ - руководитель.

10.8 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)

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

В процессе формирования бюджета научно – технического исследования (НТИ) используется следующая группировка затрат по статьям:

- затраты НТИ на оборудование и материальные ресурсы;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

10.8.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет затрат на материальные ресурсы и оборудования включает стоимость всех материалов и оборудования, используемых при выполнении НТИ и осуществляется по формуле:

$$Z_M = (1 + K_T) \times \sum_{i=1}^m C_i \times N_{\text{расх}}$$

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

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов или оборудования i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов или оборудования (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, который принимаются за 20% от стоимости материалов.

Все цены приведены в таблице 6.6 и таблице 6.7.

Таблица 10.8 – Затраты на материальные ресурсы

Наименование	Ед. измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, руб		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	Лист	150	100	135	2	2	2	345	230	170
Картридж для принтера	Шт.	1	1	1	100	100	100	115	115	115
					0	0	0	0	0	0
Интернет	м/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402	402	402
Ручка	Шт.	1	1	1	20	20	20	23	23	23
Дополнительная литература	Шт.	2	1	1	400	350	330	920	402	379
Тетрадь	Шт.	1	1	1	10	10	10	11,5	11,5	11,5
Итого								285	221	213
								1	9	5

10.8.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов). Расчет основной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

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

Месячный оклад ($Z_{ок}$) находится из сайта НИ ТПУ. Так как научный руководитель имеет ученую степень кандидата физико-математических наук у которого оклад равен 26 300 рублей без учета районного коэффициента. А заработная плата студента 1750 рублей без учета районного коэффициента.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) работника:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{ок}} \times k_p$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3.

Таблица 10.9 – Значения коэффициентов

Наименование	Значения
Коэффициент дополнительной заработной платы	0.13
Районный коэффициент	1.3

Таблица 10. 10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
Потери рабочего времени	24	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223

Таблица 10.11 – Расчет заработных плат

Наименование	Руководитель	Студент
Месячный оклад ($Z_{\text{тс}}$), руб.	26 300	1 750
Основная заработная плата одного работника($Z_{\text{осн}}$), руб.	34 190	2 275
Общие затраты по основной заработной плате, руб	36 465	

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \times К_{\text{доп}}$$

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

Таблица 10.12 – Расчет дополнительной заработной платы

Наименование	Руководитель	Студент
Дополнительная заработная платы (Здоп), руб.	4 444	296
Общие затраты по дополнительной заработной плате, руб	4740	

Отчисления во внебюджетный фонд установлены законом Российской Федерации, органами государственного социального страхования (ФСС), пенсионным фондом (ПФ) и медицинским страхованием (ФФОМС), и зависят от затрат на оплату труда работников.

10.8.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений в внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$З_{\text{внеб}} = К_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

где $К_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений в внебюджетные фонды.

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность – 30.2%

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие выше и определяется по формуле: $З_{\text{накл}} = К_{\text{нр}} \times \sum И$, где $К_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, которое равно 0.16;

И – итоговые значения расчетов. (см. таблицу 10.14)

Таблица 10.13- Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Студент
Отчислений во внебюджетные фонды из основной заработной платы, руб	10 325	687
Отчислений во внебюджетные фонды из дополнительной заработной платы, руб	1 342	89
Величина отчисления в внебюджетные фонды $Z_{внеб}$, руб	11 667	776
Общие затраты по отчислениям во внебюджетные фонды, руб	12 443	

Таблица 10.14 – Итоговые значения расчетов

Наименование затрат	Величина, руб
Материальные расходы	18 924
Общие затраты по основной заработной плате, руб	36 465
Общие затраты по дополнительной заработной плате, руб	4740
Общие затраты по отчислениям во внебюджетные фонды, руб	12 443
Итоговые значения расчетов	144 247

Тогда затраты на накладные расходы равен:

$$Z_{внеб} = 0.16 \times 144\,247 = 23\,079 \text{ руб.}$$

10.8.4 Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который

при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно- технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 10.13.

Таблица 10.15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование затрат	Сумма, руб	Примечание
1. Материальные расходы	18 924	Таблица 6.8
2. Общие затраты по основной заработной плате, руб	36 465	Таблица 6.9
3. Общие затраты по дополнительной заработной плате, руб	4 740	Таблица 6.12
4. Общие затраты по отчислениям во внебюджетные фонды, руб	12 443	Таблица 6.10
5. Затраты на накладные расходы, руб	23 079	16 % от суммы 1-5
6. Бюджет затрат НИИ	132116	Сумма 1-7

При расчете бюджета НИИ затраты составили 132 116 рублей, что входит в рамки бюджета.

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки можно рассчитать по формуле:

$$I_{\text{финр}}^i = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость исполнения (бюджет затрат НТИ);

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

Допустим максимальная стоимость исполнения Φ_{max} проекта на 20 процентов выше, чем стоимость исполнения данного проекта (бюджет затрат НТИ). Тогда допустимая максимальная стоимость исполнения Φ_{max} будет равен:

$$\Phi_{\text{max}} = (\Phi_{pi} \times 20\%) + \Phi_{pi} = 132116$$

Поступим таким образом максимальное стоимость исполнения назовем «второе исполнение», а стоимость исполнения назовем «первое исполнение».

Отсюда следует, что интегральный финансовый показатель разработки $I_{\text{финр}}$ равен:

$$I_{\text{финр}}^1 = \frac{132116}{244\ 550} = 0.54$$
$$I_{\text{финр}}^2 = \frac{132116}{132116} = 1$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i b_i$$

где I_r – интегральный показатель ресурсоэффективности разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 6.16.

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

$$I_{\text{исп}}^i = \frac{I_{pi}}{I_{\text{финр}}^i}$$

Таблица 10.16 – Расчет показателя ресурсоэффетивности

Объект исследования Критерии	Первое исполнения	Второе исполнение	Весовой коэффициент параметра	Интегральный показатель	Интегральный показатель
Способствует росту производительности	5	5	0.1	0.5	0.5
Удобства в эксплуатации	5	5	0.15	0.75	0.75
Надежность	5	5	0.2	1	1
Материалоемкость	3	5	0.35	0.95	1.65
Энергосбережение	2	4	0.2	0.4	0.8
Итого			1	3.6	4.7

Рассчитаем интегральный показатель эффективности ($I_{\text{исп}}$) для первого исполнения:

$$I_{\text{исп}}^1 = \frac{3.6}{0.54} = 6,6$$

Рассчитаем интегральный показатель эффективности ($I_{\text{исп}}$) для второго исполнения:

$$I_{\text{исп}}^2 = \frac{4.7}{1} = 4.7$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}i} = \frac{I_{\text{исп}}^1}{I_{\text{исп}}^2}$$

тогда сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$) равен:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}1} = \frac{6,6}{4,7} = 1,41$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}2} = \frac{4,7}{4,7} = 1$$

Таблица 10.17 – Сравнительная эффективность показателей

Показатели	Первое испытание	Второе испытание
Интегральный финансовый показатель	0.54	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности	3.6	4,7
Интегральный показатель эффективности	4,7	6,6
Сравнительная эффективность проекта	1	1,41

Вывод: При планировании бюджета НТИ было обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. Рассчитали все затраты на материальные ресурсы и оборудования, включающие в себя стоимость всех материалов и оборудования, используемых при выполнении НТИ. Определили величину расходов по основной и

дополнительной заработной плате, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы.

По итогам исследования видно, что величина общих затрат отличаются незначительно, ввиду того, что доля материальных затрат незначительна. Основную долю затрат составила зарплата.

Глава 11 Социальная ответственность

Объектом исследования является технология сварки вертикальных швов резервуара РВС на монтажной площадке АО «Транснефть-Центральная Сибирь» г. Томск.

11.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Опасным считается производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к травме. Вредным считается производственный фактор, воздействие которого на рабочего приводит к заболеванию.

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», опасные и вредные производственные факторы подразделяются на физические, химические, биологические и психо-физиологические.

К группе физических опасных и вредных производственных факторов относятся:

- опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести;
- опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека;
- опасные и вредные производственные факторы, связанные с резким изменением (повышением или понижением) барометрического давления воздуха производственной среды на рабочем месте или с его

- существенным отличием от нормального атмосферного давления (за пределами его естественной изменчивости);
- опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей, зон горения, фронта пламени, солнечной инсоляции;
 - опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха (в том числе пониженной или повышенной ионизацией) и (или) аэрозольным составом воздуха.
 - опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризуемые: повышенным уровнем общей вибрации и повышенным уровнем локальной вибрации;
 - опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые: повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума; повышенным уровнем инфразвуковых колебаний (инфразвука); повышенным уровнем ультразвуковых колебаний (воздушного и контактного ультразвука);
 - опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;
 - опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой (некогерентными неионизирующими излучениями оптического

диапазона электромагнитных полей) и характеризующиеся чрезмерными (аномальными относительно природных значений и спектра) характеристиками световой среды, затрудняющими безопасное ведение трудовой и производственной деятельности: отсутствие или недостаток необходимого естественного или искусственного освещения; повышенная яркость света; пониженная световая и цветовая контрастность; прямая и отраженная блескость; повышенная пульсация светового потока.

11.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте

По характеру спектра на монтажном участке присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов - электродвигатели в системе охлаждения, грузоподъемные механизмы.

Высокий уровень шума возникает из-за большого количества производственного оборудования и рабочего персонала, возможны появления головных болей, утомленности, чувств усталости. В худшем случае длительное воздействие шума может привести к уменьшению степени слухового восприятия.

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

Для исключения источника опасности на рабочем месте присутствуют: противозумные шлемы, противозумные наушники, противозумные вкладыши. Средства защиты, применяемые для уменьшения воздействия источника опасности на производстве, соответствуют ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ "Средства защиты работающих. Общие требования и

классификация". При контроле за параметрами уровня шума, соблюдении инструкции по охране труда и своевременном проведении технического обслуживания оборудования показатель безопасности источника будет безопасным.

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик изложены в СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

Таблица 11.1 Эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий напряженности и тяжести

Предельно допустимые эквивалентные уровни звука, дБА			
Категории напряженности трудового процесса	Категории тяжести трудового процесса		
	Легкая и средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени
Напряженность легкой и средней степени			
Напряженный труд 1 степени	80	75	75
Напряженный труд 2 степени	70	65	65
Напряженный труд 3 степени	60	—	—

Напряженность трудового процесса при выполнении научно – исследовательской (НИ) работы был «Напряженный труд 1 степени», а

категория тяжести был «Легкая и средняя физическая нагрузка». Тогда по таблице 6.1 эквивалент уровня звука на рабочих месте равен 80 дБА.

Уменьшение влияния данных факторов возможно путём:

- подбор рабочего оборудования, обладающего меньшими шумовыми характеристиками;
- информирование и обучение работающего таким режимам работы с оборудованием, которое обеспечивает минимальные уровни генерируемого шума;
- использование всех необходимых технических средств (защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия, изоляция, амортизация);
- ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;
- проведение производственного контроля виброакустических факторов;
- ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА работающих, не связанных с основным технологическим процессом;
- обязательное предоставление работающим средств индивидуальной защиты органа слуха;
- ежегодное проведение медицинских осмотров для лиц, подвергающихся шуму выше 80 дБ.

11.1.2 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Производственный микроклимат является одним из основных факторов, влияющих на работоспособность и здоровье человека. Метеорологические факторы, сильно влияют на жизнедеятельность, самочувствие и здоровье человека. Неблагоприятное сочетание факторов приводит к нарушению терморегуляции.

Терморегуляция — это совокупность физиологических и химических процессов, направленных на поддержание постоянного температурного баланса тела человека в пределах 36-37 градусов.

Микроклимат характеризуется:

- температурой воздуха;
- относительной влажностью воздуха;
- скоростью движения воздуха;
- интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей;

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать установленным требованиям.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового состояния человека, одетого в комплект одежды с теплоизоляцией 1 кло в холодный период года и 0,7-0,8 кло в теплый период года на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и/или локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Нормы метеорологических условий учитывают время года и характер производственного помещения. Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах применительно к

выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года приведены в таблице 7.2

Уровень энергозатрат при выполнении НИ работы был категории Па. НИ работа выполнялась в теплый период года. Тогда по таблице 7.2 видим, что температура воздуха на монтажной площадке равна в пределах от 20 °С до 22 °С, температура поверхностей в пределах от 19 °С до 23 °С, относительная влажность воздуха в пределах от 0 до 40 %.

Таблица 11.2 Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Iа (до 139)	22-24	21-25	60-40	0.1
	Iб (140 – 174)	21-23	20-24	60-40	0.1
	IIа (175-232)	19-21	18-22	60-40	0.2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0.2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0.3
Теплый	Iа (до 139)	23-25	22-26	60-40	0.1
	Iб (140 – 174)	22-24	21-25	60-40	0.1
	IIа (175-232)	20-22	19-23	60-40	0.2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0.2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0.3

11.1.3 Освещенность рабочей зоны

Одним из факторов снижения производственного травматизма является правильное освещение строительной площадки и равномерное распределение светового потока на рабочих местах.

Освещение должно быть равномерным и достаточным для выполнения того или иного монтажного процесса и удовлетворять всем нормам и правилам.

В производственных условиях применяют три вида освещения: естественное, искусственное и смешанное. На монтажных и строительных площадках искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное и охранное. Применением одновременно общего и местного освещения достигается хорошая направленность светового потока.

На всех строительных и монтажных площадках при общем равномерном освещении, независимо от применяемых источников света, освещенность должна быть не менее 2 лк. Для электрического освещения мест производства наружных строительных и монтажных работ следует применять лампы накаливания (с йодным циклом и нормально осветительные) и газоразрядные лампы (ртутные высокого давления с исправленной цветностью типа ДРЛ и ДРИ, а также ксеноновые лампы).

Для общего равномерного освещения строительных и монтажных площадок следует предусматривать: светильники с лампами накаливания – при ширине площадки до 20 м; осветительные приборы с лампами типа ДРЛ – до 150 м; прожекторы с лампами накаливания - от 150 до 300 м и осветительные приборы с ксеноновыми лампами, имеющими коэффициент усиления силы света не менее 10, свыше 300 м.

Для местного освещения целесообразно применять прожекторы с лампами накаливания и осветительные приборы с лампами типа ДРЛ при возможности их установки на расстоянии не более 15 м от мест проведения работ.

Для электрического освещения мест производства работ внутри резервуара следует применять светильники с нормально осветительными лампами накаливания.

Минимальная освещенность при производстве строительного-монтажных работ регламентируется СН 81-70 «Указания по проектированию электрического освещения строительных площадок» и СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах".

11.1.5 Пожарная безопасность

Противопожарные мероприятия при производстве строительного-монтажных работ на строительной площадке подлежат обязательному выполнению всеми участниками строительства в полном соответствии с требованиями СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Прежде всего должна обеспечиваться соответствующая огнестойкость строительных конструкций для различных категорий зданий и сооружений.

Противопожарные мероприятия выполняются на протяжении всего периода выполнения строительных работ.

Причинами пожара при сварочных работах могут быть искры или капли расплавленного металла и шлака, а также неосторожное обращение с пламенем горелки при наличии горючих материалов вблизи рабочего места сварщика. Опасность пожара особенно следует учитывать на строительного-монтажных площадках и при ремонтных работах в помещениях, не приспособленных для сварки.

Для предупреждения пожаров необходимо соблюдать следующие противопожарные меры:

1. нельзя хранить вблизи места сварки огнеопасные или легковоспламеняющиеся материалы, а также производить сварочные работы в помещениях, загрязненных промасленной ветошью, бумагой, древесными отходами и т. п.;
2. запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел, жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей;

3. нельзя выполнять сварку и резку свежевыкрашенных масляными красками конструкций до полного их высыхания;
4. запрещается выполнять сварку аппаратов, находящихся под электрическим напряжением, и сосудов, находящихся под давлением;
5. нельзя проводить без специальной подготовки сварку и резку емкостей из-под жидкого топлива;
6. при выполнении в помещениях временных сварочных работ деревянные полы, настилы и помосты должны быть защищены от воспламенения листами асбеста или железа;
7. необходимые противопожарные средства - огнетушители, ящики с песком, лопаты, ведра, пожарные рукава должны быть исправны;
8. после окончания сварочных работ необходимо выключить сварочный аппарат, а также убедиться в отсутствии горящих или тлеющих предметов.

Средства пожаротушения — вода, пена, газы, пар, порошковые составы и др. Для подачи воды в установки пожаротушения используют специальные водопроводы. Пена представляет собой концентрированную эмульсию диоксида углерода в водном растворе минеральных солей, содержащих пенообразующее вещество. При тушении пожара газами и паром используют диоксид углерода, азот, дымовые газы и др.

Запрещается применять воду и пенные огнетушители при тушении керосина, бензина, нефти, горящих электрических проводов. В этих случаях следует пользоваться песком, углекислотными или сухими огнетушителями.

11.2 Требования к выбору и применению средств индивидуальной защиты (СИЗ)

Работники, занятые производством электросварочных работ, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, в соответствии с правилами обеспечения работников специальной

одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Спецодежда должна быть безвредной, удобной, не стеснять движения работающего, не вызывать неприятных ощущений, защищать от искр и брызг расплавленного металла, свариваемого изделия, влага, производственных загрязнений, механических повреждений, отвечать санитарно-гигиеническим требованиям и условиям труда. Выбор спецодежды в зависимости от методов сварки и условиям труда должен производиться в соответствии с рекомендациями ГОСТ 12.4.010-75 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия»

11.3 Охрана окружающей среды

Охрану природы можно представить, как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

Охрана окружающей среды - комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

На рабочем месте сварщика в ходе осуществления работы образуются следующие отходы: бумажные упаковки от сварочных электродов, остатки металла и остатки электродов которые в ходе их непригодности выкидывались в мусорный контейнер. Вредных выбросов в водные источники не производилось, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось. Утилизацию отходов на монтажной площадке осуществляет специализированный персонал.

11.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

Главная задача при чрезвычайных ситуациях - защита населения от возможного поражения. Выполнение этой задачи достигается путем укрытия населения в защитных сооружениях, эвакуацией и обеспечением индивидуальными средствами защиты.

К чрезвычайным ситуациям природного характера относятся:

- опасные геофизические явления;
- опасные геологические явления;
- опасные метеорологические явления;
- морские опасные гидрологические явления
- опасные гидрологические явления;
- природные пожары.

К чрезвычайным ситуациям техногенного характера относятся:

- транспортные аварии;
- пожары и взрывы;
- аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ (РВ));
- аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных биологических веществ (ОБВ);
- внезапное обрушение зданий, сооружений;
- аварии на электроэнергетических системах;
- аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения;
- аварии на очистных сооружениях;
- гидродинамические аварии.

Потенциально опасные объекты, расположенные на территории Томской области, и возможные ЧС техногенного характера при авариях и катастрофах на них.

В г. Томске имеются 2 радиационно опасных объекта: ОАО «Сибирский химический комбинат» (ОАО «СХК») – 1-го класса потенциальной опасности, и исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т Физико-технического института – подразделения Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» – 2-го класса потенциальной опасности. Реактор введен в эксплуатацию в 1967 г.

Перечень потенциально-опасных объектов Томской области, в который входят и химически опасные объекты, подготовленный Главным управлением МЧС России по Томской области, согласован с Западно – Сибирским Управлением Ростехнадзора в Томской области и утвержден председателем Томской областной Межведомственной комиссии по предупреждению чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности 21 января 2011 года.

Наиболее распространенными аварийно химически опасные вещества, на территории субъекта являются: аммиак – 60,0 т., фтористый водород – 108,0 т.

Риск возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера растет из года в год. Количество и масштабы последствий аварий и техногенных катастроф с каждым годом становятся все более опасными для населения, окружающей среды и экономики.

11.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Законом Российской Федерации «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определены

права, обязанности и ответственность граждан за участие в мероприятиях по защите людей, материальных ценностей и участие в работах по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Граждане России имеют ПРАВО:

- на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения ЧС в любом регионе, в любом населенном пункте;
- при необходимости использовать средства коллективной и индивидуальной защиты, другое имущество органов исполнительной власти республик, краев, областей, органов местного самоуправления и организаций, предназначенное для защиты людей в чрезвычайных ситуациях;
- получать информацию о надвигающейся опасности, о риске, которому может подвергнуться население той или иной территории, о правилах поведения и мерах безопасности с учетом складывающейся обстановки;
- обращаться лично, а также направлять в государственные органы и органы местного самоуправления индивидуальные и коллективные обращения по вопросам защиты населения и территорий от ЧС;
- участвовать в работах по предупреждению и ликвидации ЧС;
- на возмещение ущерба, причиненного их здоровью и имуществу вследствие аварий, катастроф, пожаров и стихийных бедствий;
- на медицинское обслуживание, компенсации и льготы за проживание и работу в зонах чрезвычайных ситуаций;
- на государственное и социальное страхование, на получение компенсации и льгот за ущерб, причиненный их здоровью при выполнении обязанностей в ходе работ по ликвидации ЧС;
- на пенсионное обеспечение в случае потери трудоспособности в связи с увечьем или заболеванием, полученными при выполнении обязанностей по защите населения и территорий от ЧС, в порядке,

установленном для работников, инвалидность которых наступила вследствие трудового увечья;

- на пенсионное обеспечение в случае потери кормильца, погибшего или умершего от увечья или заболевания, полученных при выполнении обязанностей по защите населения и территорий.

Кроме общих обязанностей и требований на каждом объекте, исходя из специфики производства, особенностей размещения и учета других факторов, должны быть разработаны свои правила и порядок действий, как всего персонала, так и каждого сотрудника на своем рабочем месте на случай чрезвычайных ситуаций. Это могут быть правила по безаварийной остановке печей, агрегатов и технологических сетей; меры безопасности при проведении аварийных, спасательных и других неотложных работ.

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были исследованы некоторые возможные виды и способы сварки вертикальных швов нефтяного резервуара. Были изучены материалы изготовления РВС, так же был произведен подбор сварочного оборудования, способов сварки, рассмотрены технические и химические свойства материалов и сварочных швов.

Список использованных источников

1. Браткова О.Н. Источники питания сварочной дуги:// Учебник. – М: Выш. школа, 1982. – 182 с., ил.
2. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов.-М.: Машиностроение, - 1977 - 432с.
3. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга.// - М., «Машиностроение», 1970. – 335 с.
4. Бардин В.М., Земсков А.В. Высокочастотные инвенторы для сварки на переменном токе.// – М.: ДМК Пресс, 2015 – 144с.
5. Александров А.Г., Милютин В.С. Источники питания для дуговой сварки.// – М.: Машиностроение, 1982. – 79 с.
6. ГОСТ 7350-77 «Сталь толстолистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия».
7. ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная»
8. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»
9. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
10. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
11. ГОСТ 30775-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов».
12. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».