

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**  
 Отделение школы **электронной инженерии**

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
Технология сборки и сварки герметичной емкости

УДК 621.757:621.791.01-047.37

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Канюка Олег Юрьевич		01.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		02.06.2022

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		01.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И.И.			01.06.2022

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кулагин А.Е.	к.ф.-м.н.		01.06.2022

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н.		02.06.2022

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

**ПРИКАЗ**

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**  
 Отделение школы **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП/ОПОП  
 \_\_\_\_\_ 10.12.2021 Першина А.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В81	Канюке Олегу Юрьевичу

Тема работы:

<b>Технология сборки и сварки герметичной емкости</b>	
Утверждена приказом директора (ИШНКБ)	09.12.2021 №343-10/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка технологии сборки и сварки герметичной емкости.          Область применения герметичной емкости обширна, она может применяться в медицине, в химической, машиностроительной, нефтегазовой промышленности.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы</li> <li>2. Объект и методы исследования</li> <li>3. Расчет и аналитика             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Выбор способа сварки</li> <li>3.2. Выбор сварочных материалов</li> <li>3.3. Расчет параметров режима сварки герметичной емкости</li> <li>3.4. Выбор сварочного оборудования</li> <li>3.5. Технология сборки и сварки емкости</li> <li>3.6. Деформации и напряжения при сварке</li> <li>3.7. Дефекты сварки и методы контроля</li> </ol> </li> </ol>

	4. Результаты разработки
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	План раскрытия заготовок Конструктивные элементы кромок Конструктивные элементы сварного шва Сборка конструкции Схема выполнения сварных швов
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
1-4 пп.	Киселёв А.С., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов М.А., д.э.н. профессор ОСГН
6. Социальная ответственность	Авдеева И.И., старший преподаватель
Комплект технической документации	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	09.12.2021
---	------------

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		15.10.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Канюка Олег Юрьевич		26.10.2021

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

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**  
 Уровень образования **бакалавриат**  
 Отделение школы **электронной инженерии**  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2021 /2022 учебного года)

Форма представления работы:

<b>бакалаврская работа</b>
----------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
02.02.2022	1. Обзор литературы	8
13.02.2022	2. Объект и методы исследования	8
01.03.2022	3. Расчет и аналитика 3.1 Выбор способа сварки 3.2 Выбор сварочных материалов	10
16.03.2022	3.3 Расчёт параметров режима сварки герметичной емкости 3.4 Выбор сварочного оборудования 3.5 Технология сборки и сварки емкости	8
02.04.2022	3.6 Деформации и напряжения при сварки 3.7 Дефекты и методы контроля	9
12.04.2022	4. Результаты разработки	9
29.04.2022	5. финансовый менеджмент	9
05.05.2022	6. Социальная ответственность	8
26.05.2022	Заключение	8
02.06.2022	Комплект технологической документации	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев А.С.	к.т.н.		01.02.2022

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.А. Першина	к.т.н.		01.02.2022

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В81	Канюке Олегу Юрьевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 58000руб. Оклад инженера – 14000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27%

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры работ. Расчет трудоемкости выполнения работ; Разработка графика Ганта. Расчет материальных затрат; - расчет заработной платы (основная и Дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения

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

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. Альтернативы проведения НИ
5. График проведения и бюджет НИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2022
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		01.03.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В81	Канюка Олег Юрьевич		01.03.2022

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>		
1В81	Канюка Олег Юрьевич		
<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОЭИ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/ специальность</b>	15.03.01 Машиностроение: Оборудование и технология сварочного производства

Тема ВКР:

<b>Технология сборки и сварки герметичной емкости</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b>	<p><i>Объект исследования:</i> герметичная емкость для сбора сжатого воздуха</p> <p><i>Область применения:</i> машиностроение, сварочное производство, медицина, нефтегазовая отрасль</p> <p><i>Рабочая зона:</i> производственное помещение</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 3*3 м и более</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> листогибочный станок, правильная плита, УШМ, стенд для сварки, сварочный аппарат, дефектоскоп</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> сбор и хранение сжатого воздуха, а также выравнивание давления</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b>	<p>Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением" (от 15 декабря 2020 года N 536);</p> <p>Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;</p> <p>ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты;</p> <p>Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации приказ от 11 декабря 2020 года N 884н об утверждении «Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ»;</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p>
<b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b>  – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;</li> <li>2. движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;</li> <li>3. производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, способных вызвать ожоги тканей организма человека;</li> <li>4. производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работник, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;</li> </ol>

	<p>5. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки;</p> <p>6. Опасность поражения током из-за короткого замыкания</p> <p>7. Опасность подвергнуться влиянию статического электричества.</p> <p>8. При работе с оборудованием под давлением может произойти разгерметизация, что может повлечь за собой травмы персонала.</p> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <p>1. Повышенный уровень локальной и общей вибрации;</p> <p>2. Повышенный уровень шума;</p> <p>3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</p> <p>4. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника;</p> <p>5. Длительное сосредоточенное наблюдение;</p> <p>6. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке</p> <p><b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> знаки безопасности, герметизирующие и ограждающие устройства, глушители шума, дистанционное управление, предохранительные и заземляющие устройства, средства для вентиляции и очистки воздуха, костюмы защитные, респираторы, сварочные маски, щитки защитные лицевые, виброизолирующие рукавицы и перчатки, краги, виброизолирующая обувь, защитные очки</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b></p>	<p><b>Воздействие на селитебную зону:</b> СЗЗ не требуется</p> <p><b>Воздействие на литосферу:</b> твердые металлические отходы, утилизация макулатуры, люминесцентных ламп, изношенных средств коллективной и индивидуальной защиты</p> <p><b>Воздействие на гидросферу:</b> отходы эксплуатационных жидкостей, продукты жизнедеятельности персонала</p> <p><b>Воздействие на атмосферу:</b> выбросы аргона из вентиляционных систем, тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей воды не оказывает существенного влияния на атмосферу, так как ее процентное содержание мало</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b></p>	<p><b>Возможные ЧС:</b></p> <p>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (обвал производственного здания, взрыв герметичной емкости в случае неправильной эксплуатации или ошибки при сборке и сварке; пожар в случае взрыва герметичной емкости около взрывчатых веществ)</p> <p><b>Наиболее типичная ЧС:</b> пожар в результате взрыва герметичной емкости</p>
<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> 24.02.2022</p>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			24.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Канюка Олег Юрьевич		24.02.2022

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 106 страниц, 4 рисунка, 30 таблиц и 38 источников.

Ключевые слова: сварка нержавеющей стали, герметичная емкость, ручная аргодуговая сварка, неплавящийся электрод, технология сборки и сварки, раскрой листового металла.

Объектом исследования является технология сборки и сварки герметичной емкости из стали 12Х18Н10Т с размерами 300х200х150 мм. и толщиной стенки 2 мм.

Целью работы является разработка технологии сборки и сварки герметичной емкости.

В процессе исследования были проведены расчеты параметров режима сварки, а также подобранные по рекомендациям, подобраны сварочные материалы, выполнены заготовительные, сборочно-сварочные операции.

В результате была разработана герметичная емкость небольших габаритов.

Работа актуальна для многих отраслей, в связи с тем, что емкость может быть предназначена для хранения сжатого газа, различных газообразных веществ или жидкости. Также емкость может эксплуатироваться в агрессивных средах.

Экономическая эффективность работы: повышение производительности и снижение затрат при выполнении сварочных работ.

Значимость работы: данная емкость разработана с повышенной эргономичностью и удобством эксплуатации, она может использоваться в малогабаритных помещениях.

## Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

**Ручная аргонодуговая сварка (РАД):** ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. Вид сварки.

**Сварное соединение:** неразъёмное соединение, выполнение сваркой, имеющее три характерные зоны, которые образуются в процессе сварки: зона сварного шва, зона сплавления изделий и зона термического влияния, а также основную часть металла, прилегающую к зоне термического влияния.

**Прихватка:** прихваточный сварной шов, служащий для предварительного соединения элементов конструкции.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 5632-2014. Нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.

2. ГОСТ ISO 6848-2020. Дуговая сварка и резка. Электроды неплавящиеся вольфрамовые.

3. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия.

4. ГОСТ 10157 -2016. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.

5. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

6. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.

7. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением.

8. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

9. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства.

10. ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения.
11. ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей.
12. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
13. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
14. ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения.
15. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
16. РД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность.
17. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
18. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). ШУМ. Общие требования безопасности.
19. СанПиН 1.2.3685– 21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
20. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

21. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

22. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм.

23. ГОСТ Р 56164-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

$I_c$  – величина силы сварочного тока (А);

$U_d$  – величина напряжения дуги (В);

$d_{эл}$  – диаметр электрода (мм);

$V_{св}$  – скорость сварки (см/м);

$H$  – глубина проплавления (мм);

$e$  – ширина сварного шва (мм);

$g$  – выпуклость сварного шва (мм).

ВИК – визуальный и измерительный контроль.

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

$\psi$  – относительное сужение, %;

$KCU$  – ударная вязкость, кДж / м<sup>2</sup>;

$\sigma_B$  – предел прочности, МПа;

$\sigma_T$  – предел текучести, МПа;

$\delta$  – относительное удлинение, %.

$\delta_5$  – относительное удлинение, МПа;

$q_{эф}$  – эффективная тепловая мощность сварочной дуги, Дж;

## Оглавление

Введение.....	18
1 Обзор литературы .....	20
1.1 Назначение герметичных емкостей .....	20
1.2 Режимы и способы сварки нержавеющей стали.....	22
2 Объект и методы исследования .....	24
2.1 Описание разрабатываемой герметичной емкости .....	24
2.2 Выбор материала для разрабатываемой емкости .....	24
2.3 Свариваемость нержавеющей стали 12Х18Н10Т .....	26
2.4 Верификация и входной контроль поступающей продукции .....	27
3. Расчет и аналитика .....	29
3.1 Выбор способа сварки .....	29
3.2 Выбор сварочных материалов .....	30
3.2.1 Выбор неплавящегося электрода.....	30
3.2.2 Выбор сварочной проволоки.....	31
3.2.3 Выбор защитного газа.....	32
3.3 Расчет параметров режима сварки герметичной емкости .....	32
3.3.1 Сварка емкости .....	33
3.3.2 Определение расхода сварочного материала .....	36
3.3.3 Сварка корпуса герметичной емкости и штуцеров .....	36
3.4 Выбор сварочного оборудования .....	37
3.5 Технология сборки и сварки емкости .....	38
3.5.1 Заготовительные операции.....	38
3.5.2 Сборочные операции .....	40
3.5.3 Сварочные операции.....	40
3.6 Деформации и напряжения при сварке.....	41
3.7 Дефекты сварки и методы контроля .....	42
4 Результаты разработки .....	44
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	45

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	45
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	45
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	46
5.1.3 Swot-анализ .....	48
5.2 Планирование научно-исследовательских работ. ....	50
5.2.1 Определение структуры работ в рамках научного исследования.....	50
5.2.2 Расчет трудоемкости выполнения работ .....	51
5.2.3 Разработка графика Ганта .....	52
5.3 Формирование бюджета затрат на НИ .....	53
5.3.1 Расчет материальных затрат .....	53
5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ .....	54
5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	55
5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	57
5.3.5 Отчисления на социальные цели (страховые отчисления) .....	57
5.3.6 Накладные расходы.....	58
5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	58
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	59
6 Социальная ответственность .....	62
6.1 Введение.....	62
6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	62
6.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	62
6.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	63
6.3 Производственная безопасность .....	65
6.3.1 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; .....	65

6.3.2 Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы .....	66
6.3.3 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека .....	66
6.3.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работник, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов.....	67
6.3.5 Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргодуговой сварки .....	68
6.3.6 Опасность поражения током из-за короткого замыкания.....	69
6.3.7 Опасность подвергнуться влиянию статического электричества.....	69
6.3.8 При работе с оборудованием под давлением может произойти разгерметизация, что может повлечь за собой травмы персонала.....	70
6.3.9 Повышенный уровень локальной и общей вибрации .....	70
6.3.10 Повышенный уровень шума .....	71
6.3.11 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения .....	72
6.3.12 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника.....	72
6.3.13 Длительное сосредоточенное наблюдение.....	73
6.3.14 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке.....	73
6.4 Экологическая безопасность.....	75
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	77
Заключение .....	80
Список используемых источников.....	81

Приложение А Комплект технической документации .....	85
Приложение Б Чертеж для изготовления емкости .....	98
Приложение В Комплект таблиц.....	100

## **Введение**

В современном мире многие различные конструкционные изделия изготавливаются из различных материалов и место сварки таких изделий играет особую роль, одним из таких материалов является нержавеющая сталь [1].

Типичными областями применения нержавеющих сталей являются машиностроение, химическая, медицинская, нефтегазовая, целлюлозно-бумажная, пищевая промышленность и т.д.

Герметичная емкость – техническая емкость, работающая под давлением, которая способна собирать жидкие и газообразные вещества. Емкость используется в качестве хранения и накопления сжатого газа или жидкости, а также с последующим выравниванием давлением газообразных веществ.

Изготавливая герметичную емкость из нержавеющей стали, можно сильно расширить область применения данной конструкции, благодаря ее высокой прочности при малой толщине стенки, также учитывая, что, нержавеющая сталь устойчива к коррозии, она не подвержена воздействию агрессивных факторов окружающей среды.

В настоящее время практически невозможно найти промышленность, в которой не применяется пайка или сварка, а также используемые детали, собранные с помощью сварки. Ведь метод сварки позволяет не только экономить металл, но и также экономить время и стоимость готовых изделий. Но также стоит отметить тот факт, что любой сварочный процесс требует определенных умений и квалификации самого сварщика

В современной промышленности, которые включает специальные отрасли, предъявляются высокие требования к используемым материалам. Технология сварки должна обеспечивать сохранение геометрических форм и размеров конструкции и основных свойств материала, ведь от правильной разработки технологии не только срок эксплуатации изделия, но и безопасность жизни людей [1].

В России и во всем мире наиболее распространена аргодуговая сварка неплавящимся электродом нержавеющей стали на постоянном токе. Этот метод не является оптимальным для всех видов сварных соединений, т.к. имеет недостаточно высокую производительность. В данной работе рассмотрим ручную аргодуговую сварку подробнее.

Целью ВКР является разработка технологии сборки и сварки герметичной емкости из стали марки 12Х18Н10Т с геометрическими размерами 300х150х200 мм и толщиной 2 мм.

## **1 Обзор литературы**

### **1.1 Назначение герметичных емкостей**

В настоящее время сварка металлической емкости является весьма востребованной. Данные конструкции применяются при хранении и транспортировке воды, технической жидкости, нефти, газа и прочих сыпучей веществ. Продукт может отличаться формой и предназначением [2].

Но учитывая тот факт, что есть такие емкости, которые используются для опасных веществ, то технология сборки и сварки таких конструкций должна соответствовать неким требованиям.

Емкости подразделяются на группы, в зависимости от материала его изготовления, они бывают:

- полимерные;
- железобетонные;
- металлические;
- земляные и те, что расположены в горных выработках.

Чаще всего используемым материалом при изготовлении различных емкостей и сосудов являются: алюминий, нержавеющая и низкоуглеродистая стали.

Срок эксплуатации стальных емкостей и сосудов ограничен низкой стойкостью к коррозиям и быстрой разгерметизацией сварных соединений, а это большой недостаток изделия. Для повышения коррозионной стойкости способствуют цинковые или полимерные пленки, которые покрывают емкость изнутри. Внешне они обрабатываются специальными красками и разными полимерными материалами.

Также емкости и сосуды делаются по их назначению, они бывают:

- для воды;
- для пищевой отрасли;
- для хранения и транспортировки нефтепродуктов;
- для сбора и хранения сжатого газа;

- для различной химической продукции.

Вместе с тем они подразделяются в зависимости от формы данной конструкции. Они бывают:

- цилиндрические;
- прямо или многоугольные;
- шарообразные;
- имеющие сложную конструктивную форму.

К преимуществам различных емкостей и сосудов из стали можно отнести то, что данная конструкция непосредственно имеет ряд некоторых преимуществ, которые можно выделить в сравнении с пластиком или бетоном. Она может эксплуатироваться намного дольше при сильных морозах, жаре, большой механической нагрузке. Именно потому такие емкости, изготовленные из металла, являются наилучшими по своей цене и характеристике. Это вызвало их высокую популярность.

Наравне с данными преимуществами можно выделить также еще ряд некоторых преимуществ, которые делают металлические емкости в разы лучше своих аналогов:

- это большая область их применения, ведь емкости, изготовленные из нержавеющей стали, не вступают в контакт с содержимым, в том числе и кислотами;
- вторым фактором является высокий диапазон температур, благодаря чему различные ёмкости могут быть установленные в различных местах.

Как и к другим любым требованиям, к оборудованию также предъявляется ряд требований, ведь оборудование должно обеспечивать высокое качества шва, недопущение различных дефектов таких как прожог и коробление, точность установленных параметров проплавления и вложения тепла, ведь правильная настройка проплавление позволяет значительно снизить риск прожога [2].

В данной работе разрабатывается технология сборки и сварки герметичной емкости прямоугольной формы небольших габаритов из

нержавеющей стали. Благодаря чему она может использоваться в малогабаритных компрессорных станциях, в медицинских и химических лабораториях.

## **1.2 Режимы и способы сварки нержавеющей стали**

Нержавеющая сталь может быть сварена различными методами. Но чаще всего используются три базовых технологии:

- ручная дуговая сварка плавящимся электродом (ММА). Этот метод чаще всего используется в простых условиях работы, поскольку инверторы РДС стоят по цене относительно недорого, благодаря чему его может приобрести практически любой сварщик. Но данный метод незначительно уступает по качеству сварного соединения другим способам сварки, поэтому практически никак не используется в промышленном масштабе;

- полуавтоматическая сварка с помощью проволоки в среде защитных газов (MIG/MAG). Самый эффективный и оптимальный способ, способный быстро выполнять ровные швы, практически не требует затрат на последующую обработку сварного соединения. Хорошо подходит для сварки тонкостенных заготовок;

- с помощью сварки неплавящимся электродом в среде защитного газа (аргон) TIG-сварка. В ней используются источники питания для РАД сварки с возможностью импульсного режима. Чаще всего предпочтителен при сварке тонкостенных заготовок.

Также сварка заготовок из нержавеющей стали может производиться и менее распространёнными способами

К ним относятся такие методы сварки как:

1. точечная и роликовая сварка;
2. плазменная сварка;
3. лазерная сварка.

Однако использование данных технологий ограничено высокой стоимостью и трудностью процесса, а также высокой сложностью. Таким образом, они применяются исключительно в случае необходимости сварить детали, требующие высокой степени точности, а также в случае обработки трудно свариваемого материала.

Сварка нержавеющей стали всегда имела свои особенности, которые зависят от свойств самого материала:

- наличие хрома в составе. Этот металл при повышенных температурах реагирует на углерод и образует карбид хрома, что понижает прочность полученного сварного соединения. Вследствие чего место сварки нужно иногда охлаждать даже при помощи обычной воды;

- низкая теплопроводность материала. Поэтому силу сварочного тока необходимо уменьшить на 15-20 процентов относительно процесса обработки обычных сталей;

- повышенное значение коэффициента металлического расширения. Таким образом, нужно постоянно наблюдать за размером зазора между деталями сварки;

- большая электрическая сопротивляемость. Поэтому электроды, имеющие хромоникелевые стержни, имеют ограничение до 350 мм длины.

Учитывая перед началом работы эти четыре особенности при сварке нержавеющей стали, и выполняя выше поставленные условия, можно будет добиться качественного и желаемого результата [3].

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание разрабатываемой герметичной емкости**

Объектом данного исследования является технология сборки и сварки герметичной емкости неплавящимся вольфрамовым электродом в среде инертного газа аргона.

Конструкция представляет собой стальную герметичную емкость прямоугольной формы и предназначена для хранения так и для сбора сжатого газа, кислорода, кислот.

Данная емкость представляет собой прямоугольный сосуд, сваренной из двух листов, выполненных с помощью операции гибки, и двух приварных штуцеров. Ø 30 мм и длиной 50 мм.

Габаритные размеры герметичной емкости:

Длина емкости - 300 мм.

Ширина емкости - 200 мм.

Высота емкости – 150 мм.

Толщина стенки емкости – 2 мм.

Масса емкости – 4,3 кг.

### **2.2 Выбор материала для разрабатываемой емкости**

Для изготовления емкости основой является правильно подобранный материал, от которого зависят его прочностные характеристики и экономичность самой конструкции.

В соответствии с заданием по теме ВКР, применяется материал из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т, относящийся к аустенитному классу.

В промышленности наибольшую популярность получила хромоникелевая сталь 12Х18Н10Т. Данная сталь известна тем, что ее использование возможно в различных условиях. Ведь она обладает высокой коррозионной стойкостью в агрессивных средах, также

очень хорошо устойчивая к межкристаллитной коррозии в процессе сварки, весьма мало охлаждается из-за длительных воздействий высоких температур. Эта сталь может использоваться в качестве жаропрочного материала, работая при температуре 600°C. Благодаря высокой пластичности в глубоком холоде эта сталь применяется в установках, чтобы получить жидкий кислород. Химический состав стали 12X18H10T согласно ГОСТ 5632-2014 представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав нержавеющей стали 12X18H10T [4]

Содержание химических элементов, %							
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
До 0,12	До 0,8	До 2	9-11	До 0,02	До 0,035	17-19	До 0,03

В таблицах 2 и 3 приведены механические и технологические свойства стали 12X18H10T согласно ГОСТ 5949-2018.

Таблица 2 – Механические свойства стали 12X18H10T [5]

Механические свойства, не менее					
$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ кДж/м <sup>2</sup>	
				При T = +20°C	При T = -40°C
510	196	40	55	28,6	30,3

Таблица 3 – Технологические свойства стали 12X18H10T [5]

Свариваемость	Без ограничений
Флокеночувствительность	Не чувствительная
Склонность к отпускной хрупкости	Не склона

По характеристикам основного металла, химико-химическим составам, механическим и технологическим свойствам, выбранный материал подойдет для производства данной конструкции.

## 2.3 Свариваемость нержавеющей стали 12X18Н10Т

Одним из самых важных свойств материала является свариваемость.

Свариваемость является одной из основных характеристик, определяющая химические и физико-физические свойства, стали, его способы и режимы сварки, используемые технологии, и оценивает способность металлов образовывать качественные соединения, соответствующие заданным характеристикам эксплуатации.

Свариваемость должна обеспечить сварное соединение некоторыми определенными техническими условиями. В связи с тем, что требования бывают абсолютно разнообразными, проводят ряд некоторых расчетов, которые предназначены для определения оценки свариваемости. В большинстве случаев используют такое испытание как, определение стойкости металла шва к образованию горячих трещин и к образованию холодных трещин.

Причиной возникновения холодных трещин является закаливание стали при быстром охлаждении, насыщение водородом металла в швах и зонах термического воздействия.

Для определения склонности металла к образованиям холодных трещин, можно использовать углеродный эквивалент, благодаря которому при предварительной оценке, можно оценить характеристику свариваемости основного металла шва [6].

Эквивалентность углерода считается по формуле 1: [6]

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (1)$$

где  $C$ ,  $Mn$ ,  $Cr$ ,  $V$ ,  $Mo$ ,  $Cu$ ,  $Ni$  – содержание основных легирующих элементов в процентах.

Свариваемые стали разделяются по степени свариваемости на 4 группы по углеродному эквиваленту и по отношению к относительным склонностям к уплотнению и расплавлению. Они подразделяются на хорошую, удовлетворительную, ограниченную и плохую свариваемость. Стали первой

группы прекрасно свариваются без образования закалочных структур и трещин в широком режиме, толщинах и конструкционной форме.

Сталь марки 12X18H10T в соответствии с классификацией сталей обладает хорошей свариваемостью, так как в ней  $C_{эКВ} \leq 0,25$ , отсюда следует, что сварка может производиться без предварительного или подогрева во время процесса сварки.

Для повышения устойчивости металла к горячим трещинам, прежде всего нужно снизить скорость разрушения в глубоком диапазоне температуры, или попытаться улучшить его пластическое действие в данном интервале температур.

Сварные соединения в сварочном процессе проходят в первую очередь через область температур, которые склоны к горячим трещинам. Таким образом, следует рассчитывать на возможность образования таких дефектов в процессе сварки.

Оценка свариваемости по горячим трещинам производим по формуле 2:

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}) \cdot 100}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V}, \quad (2)$$

Посчитав HCS для стали 12X18H10T, выяснили что она равна примерно 0,94, что меньше четырех, следовательно, риск образования горячих трещин не возникает.

## 2.4 Верификация и входной контроль поступающей продукции

- при поступлении нового материала нужно проводить верификацию и контроль закупленной продукции согласно ГОСТ 24297-2013[7];
- верификация приобретенной продукции проводится с целью проведения проверки качества изделий, соответствующих установленным стандартам, а также предупреждения о запуске в производство и эксплуатации несоответствующих изделий и материалов;

- на каждую поступающую продукцию должен составляться приемочный акт;

- изделия и материалы, поступившие на экспертизу, должны храниться отдельно от предварительно принятых или признанных несоответствующими по результатам экспертизы, иметь соответствующие идентификационные этикетки, ярлыки и др., свидетельствующие о том, что изделия еще не приняты или находятся на контроле и испытаниях.

Также при выполнении верификации продукции персонал должен выполнять ряд задач:

- проведение верификации закупленной продукции, а также оформление документов и записей по результатам верификации;

- проверка наличия сопроводительной документации на продукцию, удостоверяющую ее качество и комплектность;

- своевременная выдача разрешений на запуск продукции в производство по результатам верификации;

- оформление претензий или рекламаций на несоответствующую продукцию;

- периодический контроль за соблюдением складскими работниками правил хранения и выдачи продукции в производство;

- извещение поставщиков о недостатках и несоответствиях продукции, выявленных при верификации, в процессе производства и эксплуатации; вызов, в случае необходимости, представителей поставщиков для участия в приемке и составлении актов о несоответствии продукции.

После проделанных операций персонал обязан расставить ярлыки соответствия на принятой продукции, а на несоответствующей продукции ставится знак несоответствия и на такую продукцию оформляется запрет [7].

### **3.Расчет и аналитика**

#### **3.1 Выбор способа сварки**

Емкости и сосуды по конструкции, размерам можно изготовить с использованием практически всех сертифицированных промышленных видов сварки.

На выбор способа сварки влияют некоторые особенности и факторы, от которых и стоит отталкиваться, к ним относятся:

- химический состав стали;
- свариваемость основного материала;
- толщина стенки;
- производительность сварки;
- размеры и параметры сварных швов;
- экономические показатели.

Учитывая, что сталь 12Х18Н10Т имеет хорошую свариваемость, вследствие чего можно сваривать всеми дуговыми способами сварки.

Если учитывать, что сварка емкости будет производиться в заводских условиях в цеху, то сварка, скорее всего, будет осуществляться в более удобных положениях, то есть нижнем. Учитывая толщину стенки данной емкости, ее форму и размеры, а также протяженность сварных швов, технология чаще всего используется механизированная сварка в среде защитного газа со сварочной проволокой так как при сварке нержавеющей стали надо учитывать ее низкую теплопроводность, а также толщину стенки для получения сварного шва высокого качества.

Оптимальным способом для данной конструкции будет являться ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. Этот способ также обладает рядом некоторых преимуществ:

- возможности минимальной деформации сварных заготовок из-за небольшой зоны нагрева;

- соединения с использованием защитных газов, которые вытесняют кислород, дают соединение высокого качества;
- минимальные трудозатраты на последующую обработку шва;
- широкий спектр свариваемых материалов.

Также главной особенностью РАД сварки является импульсный режим, который присутствует во многих современных сварочных аппаратах. В этом режиме достигается качественный провар, позволяет улучшить сварку на низких токах. Кроме всего этого при сварке нержавеющей стали импульсный режим снижает тепловложение, а также позволяет повысить коррозионную стойкость, за счёт мелкодисперсной структуры.

Учитывая все вышеперечисленные факторы для разработки данной герметичной емкости, целесообразной использовать РАД сварку с неплавящимся электродом с помощью присадочной проволоки в среде аргона.

### **3.2 Выбор сварочных материалов**

Безусловно, одним из самых главных параметров для получения качественного сварного соединения является правильный подбор сварочных материалов, от которых зависит не только получаемый результат, но и влияние на сам процесс сварки, так как от правильного подобранного материала зависит и сам срок эксплуатации конструкции.

Основными сварочными материалами в данной работе будут являться: защитный газ, сварочная проволока и вольфрамовый электрод

#### **3.2.1 Выбор неплавящегося электрода**

Известно, что при РАД сварке, в качестве неплавящегося электрода используются вольфрамовые электроды различных диаметров. При сварке нержавеющей сталей согласно ГОСТ ISO 6848-2020 можно применять такие электроды как WT-20, WC-20, WL-15. Согласно некоторым рекомендациям целесообразней всего использовать электрод марки WC-20. Это связано с тем, что оксид церия  $\text{CeO}_2$  значительно повышает стабильность горения дуги, а

главное поддерживает это значение при низких значениях тока. Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемых стенок, согласно рекомендации, в данном случае подходит электрод диаметром 2 мм [8].

Также в процессе сварки возможно блуждание дуги и повышение нагрева, в таком случае электрод следует заточить, рисунок 1.

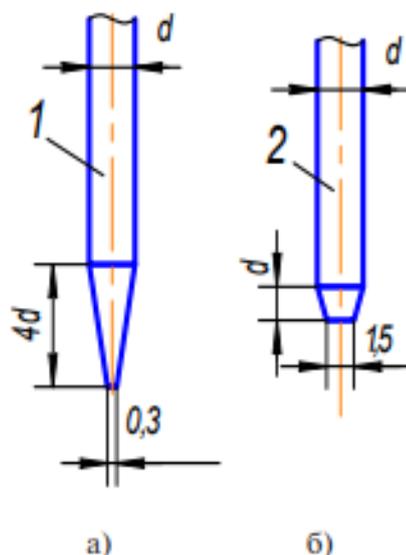


Рисунок 1 – Методы заточки электрода: а) острозаточенный, б) тупозаточенный.

Если использовать первый вариант заточки, то можно значительно увеличить условия возбуждения дуги, но все это может привести к перегревам и прожогам. А при выполнении второго варианта, металл подвержен менее к концентрированным перегревам, но шов получается шире, по сравнению с первым вариантом [9, с. 76].

Следовательно, правильный выбор заточки и электрода влияет как на качество сварного соединения, так и на повышение производительности.

### 3.2.2 Выбор сварочной проволоки

Выбор сварочной проволоки основывается на том, чтобы она соответствовала химическим, металлургическим и технологическим свойствам основного металла, используемого в конструкции. Поэтому отталкиваясь от основного материала и способа сварки, целесообразней будет использовать

проволоку Св-04Х19Н11М3 диаметром 1,6 мм. по ГОСТ 2246-70. Хим. Состав данной проволоки приведен в таблице ниже.

Таблица 4 – Химический состав сварочной проволоки Св-04Х19Н11М3 по ГОСТ 2246-70, % [10]

<b>С, %</b>	<b>Si, %</b>	<b>Mn, %</b>	<b>Cr, %</b>	<b>Mo, %</b>	<b>Ni, %</b>	<b>S, %</b>	<b>P, %</b>
<0,06	До 0,6	1-2	18-20	2-3	10-12	До 0,018	До 0,025

### **3.2.3 Выбор защитного газа**

В процессе сварки нержавеющей сталей, целесообразно использовать инертный газ, в особенности аргон, и совершать процесс сварки на постоянном токе. Благодаря аргону обеспечивается высокая стабильность горения дуги. Аргон защищает сварочную ванную от попадания вредных примесей, не вступая в реакцию с основным металлом.

При сварке нержавеющей стали аргон должен содержать не меньше, чем 99,95% в соответствии с ГОСТ 10157-2016.

Таблица 5-Химический состав аргона по ГОСТ 10157 -2016 [11]

Ar, %, не менее	O <sub>3</sub> , %, не более	N <sub>2</sub> , %, не более	CO <sub>2</sub> , %, не более	Содержание водяных паров %, не более	Температура насыщения, К, не более
99,987	0,002	0,001	0,0005	0,01	215

### **3.3 Расчет параметров режима сварки герметичной емкости**

Сварку емкости разделим на этапы:

Сварка короба.

Сварка короба и боковых стенок.

Сварка корпуса герметичной емкости и штуцеров.

### 3.3.1 Сварка емкости

Для сварки емкости применяются односторонние угловые швы без разделки кромок типа У4 согласно ГОСТ 14771–76.

Таблица 6 – Конструктивные элементы и размеры (мм) сварного соединения по ГОСТ 14771–76[12]

Способ сварки	S=S1, мм.	b, мм	n, мм	K, мм
ИНп	2	0+1	1±0,5	5±1

Подготовка кромок и форма сварного шва по типу У4 по ГОСТ 14771–76 представлена на рисунке 3.

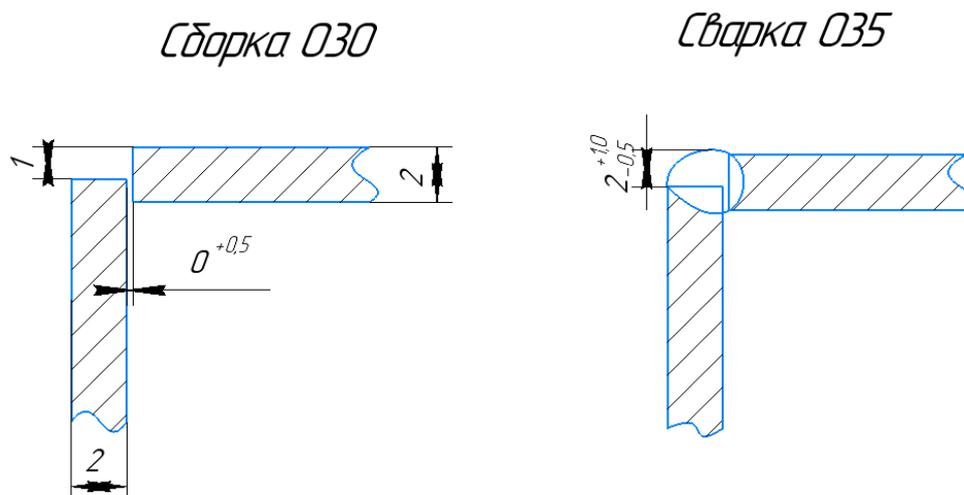


Рисунок 2 – Угловое соединение тип У4

Определим площадь наплавки сварного шва по формуле:

$$F_H = S \cdot b + 0.75 \cdot e \cdot g = 2 \cdot 1 + 0.75 \cdot 6 \cdot 0.5 \approx 4 \text{ мм}^2. \quad (3)$$

Определим величину сварочного тока  $I_c$  по формуле [14]:

$$I_c = \frac{\pi \cdot d_{эл}^2}{4} \cdot j = \frac{3.14 \cdot 2^2}{4} \cdot 27 \approx 85 \text{ А}, \quad (4)$$

где  $d$  – диаметр электрода, мм;

$j$  – допустимая плотность тока, А/мм<sup>2</sup>.

Также можно устанавливать рекомендуемую силу тока 80-90 А. [9]

Определим напряжение сварочной дуги,  $U_d$  по формуле:

$$U_d = 10 + 0.04 \cdot I_c = 10 + 0.04 \cdot 85 \approx 14 \text{ В.} \quad (5)$$

Напряжение дуги в основном будет зависеть от вылета электрода, а также от длины дуги и силы сварочного тока.

Скорость сварки считается по формуле:

$$V_c = \frac{a_n I_c}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (6)$$

где  $a_n$  – коэффициент наплавки;

$\gamma$  – плотность металла.

В основном скорость при РАД сварке зависит от квалификации и опыта самого сварщика, при данной толщине скорость сварки устанавливается в районе 30 см/мин. [13, с. 15]

Скорость подачи проволоки:

$$V_{пл} = \frac{4a_n I_c}{\pi d^2 \rho}, \quad (7)$$

Скорость подачи присадочной проволоки также определяется сварщиком.

Определение погонной энергии при сварке:

$$q_{пл} = \frac{I_c \cdot U_d \cdot \eta_{эф}}{V_c} = \frac{85 \cdot 14 \cdot 0.6}{3} = 340 \text{ Дж / см.} \quad (8)$$

где  $\eta_{эф}$  – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для аргодуговой сварки равен 0,6.

Вылет вольфрамового электрода  $L$ , мм. При РАД сварке обычно не превышает 5 мм.

Расход защитного газа определяется из зависимости расхода защитного газа от напряжения и силы сварочного тока. При напряжении  $U_d = 14$  В и силе тока  $I_c = 85$  А, принимаем за основной расход защитного газа на 1 м сварного шва,  $q = 5-6$  л/мин. [9, с. 71].

Полученные при расчете приближенные и выбранные по рекомендациям параметры режима РАД сварки представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Приблизительные параметры сварки

Номер слоя	Дэл, мм	Ис, А	Уд, В	Л, мм	Vсв, см/мин	Расход газа, л.
1	2.0	80-100	14-20	5	30	5-6

Найдем площадь проплавления для сварного соединения:

$$F_{\text{пр}} = 0,73 \cdot e \cdot H, \quad (9)$$

при этом ширину сварного шва У4 возьмём ( $e = 9$  мм), требуемая глубина провара  $H = 2$  мм, тогда подставив значения в формулу (9), получим:

$$F_{\text{пр}} = 0,73 \cdot 9 \cdot 2 = 13,4 \text{ мм}^2.$$

Определим долю участия основного металла:

$$\gamma_0 = \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{пр}} + F_{\text{н}}} = \frac{13,4}{13,4 + 4} = 0,77. \quad (10)$$

Определить степень легирования шва металла с какой-то ошибкой можно сопоставлением состава основных металлов и металлов наплавленных валиков, определяемых по формуле:

$$R_{\text{ш}} = R_0 \cdot \gamma_0 + (1 - \gamma_0) \cdot R_3 \pm \Delta R, \quad (11)$$

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

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

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

$R_3$  - содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленной данной маркой сварочной проволоки, %;

$\gamma_0$  - доля участия основного металла в металле шва;

$\Delta R$  - переход данного металла из покрытия или газа в шов.

$$[C]R_{\text{ш}} = 0.12 \cdot 0.71 + (1 - 0.71) \cdot 0.06 = 0.102\%;$$

$$[Si]R_{\text{ш}} = 0.8 \cdot 0.71 + (1 - 0.71) \cdot 0.06 = 0.07\%;$$

$$[Mn]R_{\text{ш}} = 2 \cdot 0.71 + (1 - 0.71) \cdot 1,5 = 1,855\%;$$

$$[Ni]R_{III} = 10 \cdot 0.71 + (1 - 0.71) \cdot 11 = 10.29\%;$$

$$[Cr]R_{III} = 18 \cdot 0.71 + (1 - 0.71) \cdot 19 = 18.29\%;$$

$$[S]R_{III} = 0.02 \cdot 0.71 + (1 - 0.71) \cdot 0.018 = 0.019\%;$$

$$[P]R_{III} = 0.035 \cdot 0.71 + (1 - 0.71) \cdot 0.025 = 0.032\%;$$

$$[P]R_{III} = 0.035 \cdot 0.71 + (1 - 0.71) \cdot 0.025 = 0.032\%.$$

### 3.3.2 Определение расхода сварочного материала

Расход сварочной проволоки при РАД сварке можно определить по формуле:

$$N = G \cdot K, \quad (12)$$

где  $F_H$  – площадь поперечного сечения;

$G$  – масса наплавки,

$K$  – коэффициент поправки.

Массу наплавки найдем:

$$G = F_H \cdot \gamma \cdot l, \quad (13)$$

Площадь сечения равна  $4 \text{ мм}^2$ ; а плотность основного металла примерно равна  $\gamma \approx 7.7 \text{ г/см}^3$

Отсюда следует, что масса наплавки равна примерно 20 г. При РАД сварке коэффициент поправки равен 1, следовательно, понадобится примерно 20 г. Сварочной проволоки [15].

### 3.3.3 Сварка корпуса герметичной емкости и штуцеров

Для того чтобы герметичная емкость была завершена, надо произвести операцию приварки штуцеров, для того чтобы подача газообразных или каких-либо других веществ. Штуцера должны соответствовать ГОСТ 22792-83. Штуцер приваривается к корпусу угловым швом типа У17 ГОСТ 16037-80. На рисунке 4 представлены конструктивные элементы углового соединения [16].

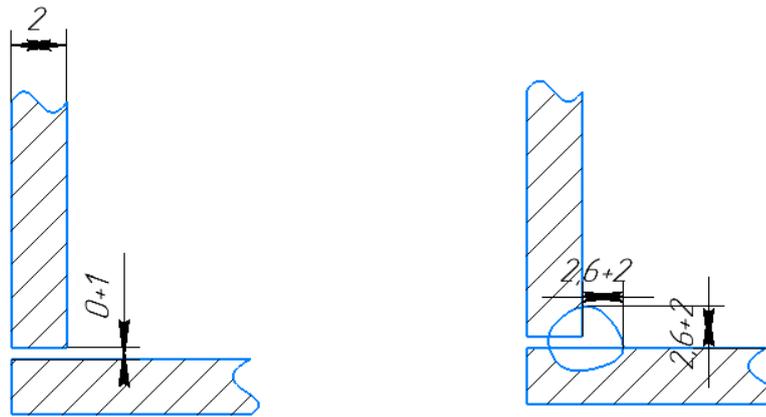


Рисунок 3 – Угловое соединение тип У17

### 3.4 Выбор сварочного оборудования

В современное время технология РАД сварки набирает всю большую популярность в производстве различных изделий, а наличие современных источников питания на рынке становится более разнообразным.

При выборе источника питания, главными критериями являются: сварочный ток, род тока, вольтамперная характеристика самого источника.

Для выбранного способа сварки источник питания должен обладать падающей ВАХ.

Род тока зависит от возможности использования выбранного электрода и свариваемого материала. Для нержавеющей стали род тока должен быть постоянным, так как при переменном токе стабильность горения дуги в разы хуже.

Отталкиваясь от требований и удобства производства, для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом возьмем сварочный аппарат инверторного типа HUGONG ETIG 200 DP III.

Он предназначен для РАД и РДС сварки на постоянном токе, имеет переносные ручки для удобства эксплуатации. На нем установлено управление и настройка параметров на базе микропроцессора, обладает режимом Pulse. Также обладает сохранением настроек во встроенную память. А учитывая, что

данный аппарат является инверторным типом, его можно использовать до 200 А, что позволяет быстро расплавлять толстостенный металл. Он также включает ряд дополнительных настроек, которые позволяют выполнять процесс сварки на сложно выполняемых участках. В таблице 8 представлены некоторые характеристики сварочного аппарата HUGONG ETIG 200 DP III.

Таблица 8 – Технические характеристики инвертора HUGONG ETIG 200 DP III.

Модель	ETIG 200 DP III.
Макс. Мощность, кВт	7,4
Диаметр проволоки, мм	1-3,2
Диапазон сварочного тока, А	10-200
Напряжение сети, В	220
Частота питающей сети, Гц	50-60
Габаритные размеры, мм	472x185x340
Масса, кг	10

Данный сварочный аппарат подходит по своим характеристикам для данного способа сварки герметичной емкости.

### **3.5 Технология сборки и сварки емкости**

#### **3.5.1 Заготовительные операции.**

После выполнения чертежей конструкции нужно произвести разметку и резку листов нужной длины согласно размерам, установленным на чертеже.

Листы изготавливаются согласно ГОСТ 5632-2014, а согласно ГОСТ 19903-2015 устанавливаются размеры проката. Но на закупочных складах можно найти уже резанные листы, размеры которого устанавливает заказчик. В нашем случае возьмем лист 600 на 550 мм.

При поступлении материала в рабочий цех, производится акт приемки для подтверждения его соответствия требованиям стандартов, технических условий.

Следующим этапом производится разметка и раскрой листа, с учетом припусков на обработку и резание. Разметка производится с помощью линейки

мела или чертилки. Резку листов выполняем с помощью гильотины. Для наибольшей экономии средств и материала нужно рационально выполнить план раскроя, на рисунке 5 представлен оптимальный вариант.

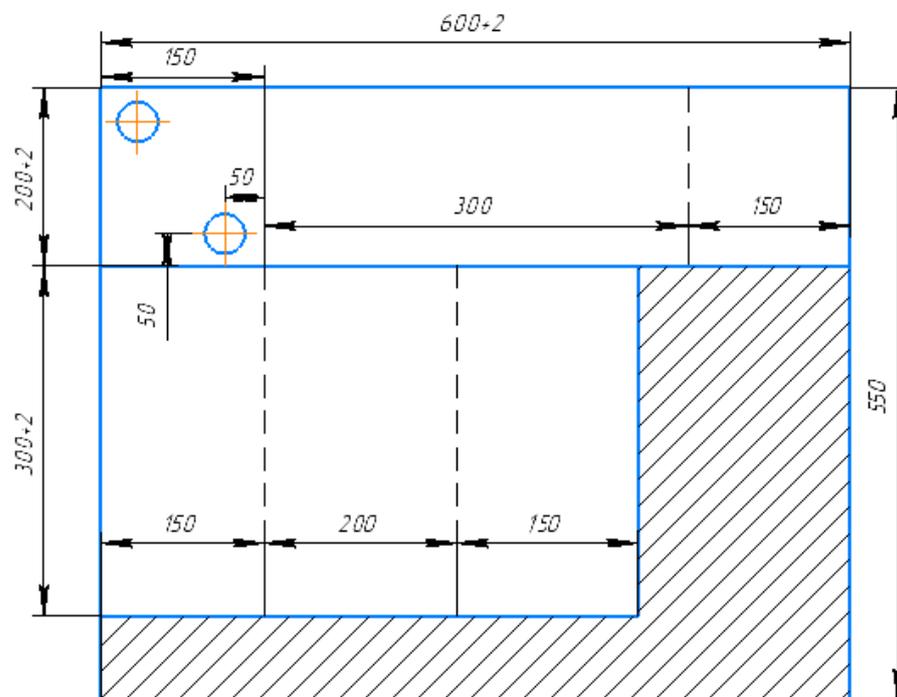


Рисунок 4 – План раскроя заготовок

При необходимости нужно выполнить ручную правку заготовок молотком с круглым бойком, перемещаясь от края выпуклости к ее центру. Также выполняется операция сверления, следует высверлить два отверстия под будущие приварные штуцера. Далее следует выполнить одну из основных операций, гибку нарезанных листов, по заранее намеченным линиямгиба. Воспользуемся ручным листогибом Stalex W2.0x2540A, его характеристики представлены в таблице 9.

Таблица 9–Характеристики листогиба

Мах. Толщина листа, мм	2
Уголгиба, °	135
Мах. ширина листа, мм	2540
Масса, кг	1190
Габаритные размеры, мм	3000x770x1100

### **3.5.2 Сборочные операции**

После выполнения заготовительных операций, нужно осуществить сборку корпуса. Данные операции должны обеспечить удобство при сварке. Именно поэтому эти операции осуществляют на специальных сварочных столах. Заготовки будущей конструкции размещают на стенде и закрепляют их различными стяжками, при этом в обязательном порядке нужно выдерживать устанавливаемый зазор. Чтобы соединить заготовки между собой, выполняют прихватки. Для разных ответственных конструкций количество прихваток регламентируется нормативными документами. В нашем случае целесообразней будет выполнить не менее 6 прихваток на каждую свариваемую сторону. Длина прихватки равна 10-15 мм. Прихватки целесообразней выполнить сначала на боковых стенках, потом на продольных угловых швах. При сборке штуцера и корпуса герметичной емкости, ставятся 2 прихватки противоположные друг другу. Технология сварки и выполнения прихваток одинакова. Так как наша конструкция выполняется с помощью РАД сварки неплавящимся электродом в среде аргона, то прихватки перед сваркой будет достаточно зачистить металлической щеткой. Полная последовательность всех операций в маршрутной и операционной технологических картах, приложение А.

### **3.5.3 Сварочные операции**

Сварка двух продольных угловых швов длиной 300 мм выполняется от середины к краям стараясь равномерно прогреть шов, не задерживаясь на одном участке. А сварку остальных угловых швов, при сварке корпуса, выполняют на проход, связано это с тем, что длина остальных угловых швов меньше 250 мм.

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

Сварку тонкостенной нержавеющей стали в среде защитного газа аргон следует выполнять на постоянном токе прямой полярности.

Полная последовательность операций представлена в маршрутной и операционной технологических картах комплекта документов.

### **3.6 Деформации и напряжения при сварке**

Теплопроводность сварочного материала в основном влияет на величину деформации. Есть такая зависимость что, чем выше теплопроводность материала, тем более равномерно он распределяется по основному металлу и тем меньше деформация сварного шва.

Неравномерный нагрев металла при сварке и его расширение вызывают появление собственных деформаций и напряжений. В отличие от напряжений, создаваемых рабочими нагрузками, в теле при отсутствии внешних существуют собственные деформации и напряжения

Различают следующие напряжения:

- тепловые напряжения. Эти напряжения вызваны неравномерным распределением тепла в процессе сварки;
- структурные напряжения. Они вызваны структурными изменениями, при которых происходит переохлаждение аустенита и образование мартенситных продуктов упрочнения в зоне сварного шва;

В зависимости от периода существования собственных деформаций и напряжений различают:

- остаточные, которые остаются в конструкции после снятия нагрузки;
- временные, которые существуют в конструкции лишь в определенный временной период.

В зависимости от размеров зоны внутренние напряжения делятся на:

Напряжения I рода – компенсируются в больших объёмах, в зависимости от габаритов конструкции или ее отдельных частей.

Напряжения II рода – компенсируются в очень малых объемах тела в области одного или нескольких зёрен;

Напряжение III рода – компенсируются в объёмах, соизмеримых с атомной решеткой и связанных с искажениями атомной решетки.

Напряжения также еще делаются по направлению их действия.

- вдоль оси шва - продольные;
- перпендикулярно оси шва – поперечные.

Меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями

В рамках дипломного проекта, герметичная емкость изготавливается из хорошо свариваемой стали. Такая сталь не нуждается в какой-либо обработке до сварки, но после сварке на поверхности сварного соединения может появиться оксид, содержащий в основе хром. Для этого надо сделать так, чтобы металл быстро остыл. Для того чтобы избежать появления сварочных деформаций и напряжений, нужно обеспечить жёсткое закрепление конструкции при сборке, рациональную последовательность сварки, рассчитать режимы сварки и подобрать удовлетворяющее этим расчётам оборудование.

В других случаях, чтобы избавиться от сварочных напряжений, можно воспользоваться механической правкой конструкции.

### **3.7 Дефекты сварки и методы контроля**

Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения разрабатываемой сварной конструкции с целью выявления в ней наружных дефектов согласно РД 03-606-03 и ГОСТ Р ИСО 17637-2014.

Контроль качества выполняется визуально измерительным и ультразвуковым контролем в объеме 100 % на протяжении всех сборочно – сварочных операций [18].

В сварном соединении не должно присутствовать:

- трещин всех видов и направлений;
- свищей и пористости наружной поверхности шва;
- подрезов;
- наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;

- смещения и совместного увода кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных настоящими правилами;
- не прямолинейность соединяемых элементов;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации.

Обязательному визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные швы для выявления дефектов, выходящих на поверхность шва и не допустимых в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

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

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

УЗК проводится согласно ГОСТ Р 55724-2013. Сварное соединение допускается к проведению УЗК при наличии заключения о годности сварного соединения по результатам ВИК [20]

УЗК проводится для выявления внутренних и выходящих на поверхность протяженных (непровары, несплавления, трещины, подрезы, цепочки скопления пор и включений) и не протяженных (одиночные газовые поры, шлаковые включения) дефектов.

#### **4 Результаты разработки**

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии герметичной емкости прямоугольной формы для большего удобства и эргономичности с помощью ручной аргонодуговой сварки.

В расчетно-аналитической части работы был проведен анализ конструкции, произведен выбор основных и сварочных материалов

В ходе выполнения ВКР были описаны заготовительные операции и технология сборки конструкции. Составлен рациональный раскрой металла. Выбрано и обосновано оборудование для заготовительных и сварочных операций и сборочно-сварочные приспособления, а также разработаны технологические карты сварных узлов, а также маршрутные и операционные технологические карты, сборки и сварки конструкции. Выбраны и описаны методы контроля качества.

## **5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

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

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Выпускная квалификационная работа по теме: «Технология сборки и сварки герметичной емкости» заключается в изучении теоретического материала по описанию нержавеющей стали, а также способах их сварке, в описании технологии сборки и сварки герметичной емкости, изготовленного из стали 12X18H10T методом ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Область применения герметичной емкости обширна. Они могут использоваться в различных пневмосистемах, которые установлены на многих оборудованных. Также могут использоваться для хранения каких-либо жидкостей при повышенном давлении. Чаще всего герметичные емкости применяют в машиностроении, нефтегазовой, химической, а также медицинской отраслях, а также сварочном производстве. Герметичная емкость в данной работе предназначена для сбора и хранения сжатого воздуха, а также выравнивания давления. Такое оборудование пользуется большим спросом в крупных мастерских и производственных цехах, так и небольших различных производственных помещений. Следовательно, потенциальными потребителями и разрабатываемой технологии сборки и сварки герметичных емкостей являются как промышленные предприятия, так и объекты медицинской, жилищно-коммунальной сферы.

Сегментирование рынка проводится по размеру компании-заказчика и по сфере использования. На карте сегментирования (таблица 12) представлены ниши рынка, в которых можно реализовать свою разработку с меньшей конкурентностью.

Таблица 10 – Карта сегментирования рынка услуг по технологии сборки и герметичной емкости.

Предназначение технологии сборки и сварки герметичной емкости		Размер предприятия		
		Крупное	Среднее	Мелкое
Сфера использования	ЖКХ			
	Машиностроительные заводы			
	Нефте- и газодобывающие предприятия, химическая промышленность			
	Медицинская промышленность			

Из таблицы 10 видно, возможными рынками сбыта являются крупные и средние объекты ЖКХ, любые машиностроительные заводы, крупные и средние нефте- и газодобывающие предприятия, химическая промышленность, а также медицинская промышленность. Однако и небольшие организации могут быть заинтересованы в получении данной разработки, так как она является важным коммерчески выгодным промышленным объектом.

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентоспособных технических решений с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет оценить сравнительную эффективность научных разработок и определить направления ее дальнейшего совершенствования.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 11.

Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – слабая позиция;
- 3 – средняя позиция;
- 4 – сильная позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

Ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочной проволокой обозначена как Б<sub>р</sub>, механизированная сварка в защитных газах - Б<sub>м</sub>, автоматическая сварка под флюсом - Б<sub>ф</sub>.

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>р</sub>	Б <sub>м</sub>	Б <sub>ф</sub>	К <sub>р</sub>	К <sub>м</sub>	К <sub>ф</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Удобство в эксплуатации	0,11	5	3	4	0,55	0,33	0,44
Повышение производительности	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
Энергоэкономичность	0,12	4	3	3	0,48	0,36	0,36
Потребность в дополнительных исследованиях	0,18	3	2	2	0,54	0,36	0,36
Универсальность технологии	0,08	4	3	3	0,32	0,24	0,24
Специальное оборудование	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Цена	0,09	4	4	5	0,36	0,36	0,45
Предполагаемый срок эксплуатации	0,14	5	4	2	0,7	0,56	0,28
Конкурентоспособность продукта	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>4,19</b>	<b>3,33</b>	<b>3,25</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i, \quad (14)$$

где K – конкурентоспособность вида;

$V_i$  – вес критерия (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя (по пятибалльной шкале).

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что использование ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом с присадочной проволокой является наиболее эффективным и целесообразным при сварке герметичной емкости из нержавеющей стали 12X18H10T.

### 5.1.3 Swot-анализ

В данном разделе проведем SWOT – анализ НИ, позволяющий оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Сильные стороны – это факторы, которые положительно сказываются на развитии проекта. Сюда обычно включают все, что превращает функционирование в успешную и конкурентную работу.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или, где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны технологии сборки и сварки герметичной емкости ручной аргонодуговой сваркой и технологий - конкурентов проведем SWOT–анализ (таблица 12).

Таблица 12 – Матрица SWOT.

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Потребность предприятий в данной технологии; С2. Технология, описанная в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность; С3. Актуальность и высокая технологичность; С4. Широкая область применения; С5. Экологичность технологии. С6. Использование современного оборудования	В1. Создание партнерских отношений со многими видами отраслей; В2. Регулирование производительности В3. Большой потенциал применения технологии в России и других странах; В4. Получение качественных сварных соединений; В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Невозможность предвидеть все риски; Сл2. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход; Сл3. Значительные временные и интеллектуальные затраты;	У1. Отсутствие спроса на данную технологию при появлении новых конкурентов; У2. Неточность при составлении комплекта технологической документации;

Продолжение таблицы 12

Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой;	У3. Колебания цен на данное исследование;
Сл5. Прямая зависимость качества сварного шва от квалификации рабочего.	У4. Нехватка финансирования;
Сл6. Развитие новых технологий.	У5. Ограничения на экспорт технологии.

Выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта. Данное соответствие или несоответствие поможет выявить потребность в проведении стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта (таблица 13). Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5	С6
	В1	+	–	+	+	+	+
	В2	+	–	0	0	–	0
	В3	+	+	+	+	+	+
	В4	0	0	+	+	0	+
	В5	+	+	+	0	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие сильные сторон и возможностей: В1С1С3С4С5С6, В3С1С2С3С4С5С6, В5С1С2С3С5С6.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта.

Слабые стороны проекта							
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5	Сл6
	В1	+	0	–	–	0	+
	В2	0	+	+	0	+	+
	В3	+	+	-	+	0	+
	В4	+	–	+	–	+	+
	В5	+	+	0	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие слабых сторон и возможностей: В2Сл2Сл3Сл5Сл6, В3Сл1Сл2Сл4Сл6, В5Сл1Сл2Сл5Сл6.

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5	С6
	У1	–	0	+	+	+	0
	У2	0	+	+	–	0	0
	У3	+	0	+	–	+	+
	У4	–	0	+	0	+	+
	У5	–	0	+	–	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С3С4С5, У3С1С3С5С6, У4С3С5С6,

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта.

Слабые стороны проекта							
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5	Сл6
	У1	+	0	+	–	+	+
	У2	+	–	+	–	+	-
	У3	+	0	0	–	–	-
	У4	0	–	+	–	0	+
	У5	+	0	–	0	–	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие, коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл3Сл5Сл6, У2Сл1Сл3Сл5.

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ.

### 5.2.1 Определение структуры работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в следующем порядке:

1. определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. определение участников каждой работы;
3. установление продолжительности работ;
4. построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по

видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель
	2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
Теоретическая подготовка	3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер
	5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер
Проведение расчетов и их анализ	6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер
	8	Анализ полученных результатов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер
	10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, инженер

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющих данные работы.

### 5.2.2 Расчет трудоемкости выполнения работ

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

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

$$t_{ож i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (15)$$

где  $t_{ож i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{Ч_i}, \quad (16)$$

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

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

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

### 5.2.3 Разработка графика Ганта

Наиболее удобным и наглядным представлением проведения научных работ является построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (17)$$

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

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

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

Коэффициент календарности в 2022 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-118} = 1,48.$$

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (18)$$

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.

Временные показатели проведения научного исследования и календарный план-график проведения ВКР по теме представлены в таблицах 19, 20 (Приложение В).

### **5.3 Формирование бюджета затрат на НИ**

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

- материальные затраты НИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления на социальные цели (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### **5.3.1 Расчет материальных затрат**

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полным и достоверным отражением всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расхi}, \quad (19)$$

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

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

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

Таблица 21 – Материальные затраты.

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, $Z_m$ , руб		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	лист	150	100	150	2	2	2	300	200	300
Картридж для принтера	шт.	1	1	1	700	700	700	700	700	700
Ручка	шт.	2	2	2	20	20	20	40	40	40
Карандаш	шт.	2	2	2	10	10	10	20	20	20
Блокнот	шт.	1	1	1	50	50	50	50	50	50
Лист стали	шт.	1	1	1	1680	1680	1680	1680	1680	1680
Используемые газы	литр	15	-	-	40	-	-	600	-	-
Сварочная проволока	кг	1	1	1	1200	1200	1200	1200	1200	1200
<b>Итого</b>								4590	3890	3990

Общие материальные затраты составили 4590 руб.

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

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., тыс. руб.	Затраты на материалы, ( $Z_m$ ), тыс. руб.

Продолжение таблицы 22

		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Персональный компьютер	Шт.	1	1	1	70	80,5	80,5	80,5
Источник питания	Шт.	1	1	1	100	115	115	115
Принтер	Шт.	1	1	1	15	17,25	17,25	17,25
Листогибочный станок	Шт.	1	1	1	120	138	138	138
Итого:						350,75	350,75	350,75

### 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата научного руководителя и студента включает основную зарботную плату и дополнительную зарботную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (20)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная зарботная плата (15% от  $Z_{осн}$ )

Основная зарботная плата ( $Z_{осн}$ ) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p, \quad (21)$$

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

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

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

Среднедневная зарботная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d}, \quad (22)$$

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} \times (1 + k_{np} + k_d) \times k_p, \quad (23)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{np}$  – премиальный коэффициент;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

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

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 27884,6 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 40000 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_m = 10769,2 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 10000 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженера
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	65	65
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	0
- невыходы по болезни	0	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	200

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{58000 \times 10,4}{257} = 2347 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{10000 \times 11,2}{252} = 622,2 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_p = 16$  раб. дней

Студент:  $T_p = 68$  раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{осн} = 2347 \times 16 = 37552 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$Z_{осн} = 622,2 \times 68 = 42309,6 \text{ руб.}$$

Таблица 24 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и инженера.

Исполнители	$Z_{мс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дней	$Z_{осн}$ , руб.
Научный руководитель	27884,6	0,3	0,3	1,3	58000	2347	16	37552
Инженер	10769,2	0	0	1,3	14000	622,2	68	42309,6
Итого $Z_{осн}$ , руб.								79861,6

### 5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{дон} = k_{дон} \times Z_{осн}, \quad (24)$$

где  $k_{дон}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, принимается равным 0,15;

$Z_{осн}$  – основная заработная плата, руб.

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{дон} = 37552 \times 0,15 = 5632,8 \text{руб.}$$

Дополнительная заработная плата инженера составила:

$$Z_{дон} = 42309 \times 0,15 = 6346,4 \text{руб.}$$

### 5.3.5 Отчисления на социальные цели (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам, органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (25)$$

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

Таблица 25 – Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	37552	5632,8
Инженер	42309,6	6346,4

Продолжение таблицы 25

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,27
ИТОГО	11659,9+13137,1=24797

### 5.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times k_{\text{нр}}, \quad (26)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп1}} = [4590 + (37552 + 5632,8) + (42309,6 + 6346,4) + 24797] \times 0,16 = 19396,4 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп2}} = [4590 + (37552 + 5632,8) + (42309,6 + 6346,4) + 24797] \times 0,16 = 19284,4 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл}}^{\text{исп3}} = [3990 + (37552 + 5632,8) + (42309,6 + 6346,4) + 24797] \times 0,16 = 19300,4 \text{ руб.}$$

### 5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект приведено в таблице 26.

Таблица 26 – Расчет бюджета затрат ВКР.

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	4590	3890	3990
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	79861,6	79861,6	79861,6
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11979,2	11979,2	11979,2
4. Отчисления на социальные нужды	24797	24797	24797
5. Накладные расходы	19396,4	19284,4	19300,4
6. Бюджет затрат НИ	140624,2	139812,2	139928,2

## 5.4 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 показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (27)$$

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

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

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

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.1}} = \frac{140624,2}{140624,2} = 1; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.2}} = \frac{139812,2}{140624,2} = 0,994; \quad I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.3}} = \frac{139928,2}{140624,2} = 0,995;$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i, \quad (28)$$

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

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

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 27 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Критерии					

Продолжение таблицы 27

1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
4. Энергосбережение	0,2	4	4	5
5. Надежность	0,25	5	3	4
6. Материалоемкость	0,15	4	5	3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>4,65</b>	<b>3,65</b>	<b>3,9</b>

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,65;$$

$$I_{p-исп2} = 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 3,65;$$

$$I_{p-исп3} = 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 3,9.$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}} = \frac{4,65}{1} = 4,65; I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}} = \frac{3,65}{0,994} = 3,672; I_{исп3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{фин.р}} = \frac{3,9}{0,995} = 3,919.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}}, \quad (29)$$

Таблица 28 – Сравнительная эффективность разработки.

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,994	0,995
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,65	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,65	3,672	3,919
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,79	0,84

Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом с присадочной проволокой обозначена как исполнение 1, механизированная сварка в защитных газах как исполнение 2, автоматическая сварка под флюсом как исполнение 3.

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

## **6 Социальная ответственность**

### **6.1 Введение**

В данном разделе ВКР пойдет речь о социальной ответственности, которая по своему определению является совокупностью этических принципов. Суть данных принципов заключается в том, что при принятии тех или иных решений необходимо отталкиваться не только от собственных интересов, но и интересов общества, а также думать о защите окружающей среды. В рамках данной работы пойдет речь о таких разделах социальной ответственности как производственная безопасность, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, а также рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности на объектах с участием герметичной емкости

В ходе изготовления герметичной емкости для сжатого воздуха будут протекать следующие процессы:

- разметка листов
- раскрой листов на короб и стенки
- гибка листов для дальнейшего изготовления корпуса
- сварка заготовок

### **6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

#### **6.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Целями трудового законодательства являются установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей. [22]

Согласно статье 21 Трудового кодекса Российской Федерации «Основные права и обязанности работника», каждый работник имеет право на:

Заключение, изменение и расторжение трудового договора в порядке и на условиях, которые установлены настоящим Кодексом, иными федеральными законами.

Своевременную и в полном объеме выплату заработной платы в соответствии со своей квалификацией, сложностью труда, количеством и качеством выполненной работы.

Полную достоверную информацию об условиях труда и требованиях охраны труда на рабочем месте, включая реализацию прав, предоставленных законодательством о специальной оценке условий труда;

Работник обязан: бережно относиться к имуществу работодателя (в том числе к имуществу третьих лиц, находящемуся у работодателя, если работодатель несет ответственность за сохранность этого имущества) и других работников; незамедлительно сообщить работодателю либо непосредственному руководителю о возникновении ситуации, представляющей угрозу жизни и здоровью людей, сохранности имущества работодателя (в том числе имущества третьих лиц, находящегося у работодателя, если работодатель несет ответственность за сохранность этого имущества).

Согласно статье 100 Трудового кодекса Российской Федерации «Режим рабочего времени» Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, неполная рабочая неделя), работу с ненормированным рабочим днем для отдельных категорий работников, продолжительность ежедневной работы (смены), в том числе неполного рабочего дня (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе

### **6.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

В данном подразделе рассмотрим организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны сварщика.

Требования к размещению машин для сварки, организации рабочих мест изложены в ГОСТ 12.3.003-86, согласно которому рабочие места сварщиков должны соответствовать следующим требованиям:

При выполнении сварочных работ на открытых участках цеха место сварщика должно ограждаться со всех сторон щитами или ширмами.

Не допускается проведение сварки при неработающей местной вытяжной вентиляции;

Размещение постов аргодуговой сварки должно исключать возможность утечки и проникновения защитного газа в смежные расположенные ниже помещения;

При выполнении сварочных работ в одном помещении с другими работами должны быть приняты меры, исключающие возможность воздействия опасных и вредных производственных факторов на работающих.

Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами;

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также стационарными многопостовыми источниками питания, должна быть не менее 1,5 м и тд.

Подача защитного газа при сварке торированными электродами должна прекращаться только после остывания конца торированного электрода спустя 20-30 с по окончании сварки.

К выполнению электросварочных и газосварочных работ допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обязательный предварительный медицинский осмотр, инструктажи по охране труда, обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, стажировку на рабочем месте и проверку знаний в установленном порядке. Периодическая проверка знаний проводится не реже одного раза в 12 месяцев.

## **6.3 Производственная безопасность**

Для всех методов дуговой сварки плавлением в той или иной степени существует возможность опасных и вредных воздействий на сварщика в связи с факторами, отображёнными в ГОСТ 12.0.003 – 2015 ССБТ. На основании данного ГОСТа были выявлены опасные и вредные производственные факторы, которые представлены в таблице 29 (Приложение В)

**6.3.1 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;**

Основные причины травматизма при сборке и сварке: неисправный инструмент: кувалды, молотки, гаечные ключи, зубила и т.п., отсутствие защитных очков при очистке швов от шлака; отсутствие спецодежды и других защитных средств.

Меры безопасности в этом случае: все указанные средства и инструменты следует периодически проверять; от рабочих необходимо требовать соблюдения всех правил по технике безопасности, включая работу в спецодежде, рукавицах; (где это необходимо) и т.д. Вывешивать в местах, где рабочие наиболее подвержены данному фактору, таблички\плакаты, напоминающие рабочим о применении средств индивидуальной защиты.

Различают, организуют и своевременно (по мере необходимости в зависимости от конкретных обстоятельств) проводят:

- вводный инструктаж;
- первичный и повторный инструктажи на рабочем месте;
- внеплановый инструктаж;
- целевой инструктаж.

### **6.3.2 Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы**

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикосновения к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование.

Также должны находиться предупредительные таблички и надписи.

### **6.3.3 Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека**

Горячие и холодные поверхности машин и механизмов, доступные оператору, являются причиной риска ожогов и обморожений. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой.

Для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из несгораемых материалов высотой не менее 1,8 м.

Для защиты от соприкосновения с влажной, холодной землей и снегом, а также с холодным металлом при наружных работах и в помещении сварщики

должны обеспечиваться теплыми подстилками, матами, подколенниками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой.

Соблюдать регламентированный график труда и отдыха на открытой территории.

#### **6.3.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работник, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов**

При сварке плавлением используют источники тока с напряжением холостого хода  $U_{xx} = 45 - 80$  В, при постоянном токе  $U_{xx} = 55 - 75$  В при переменном токе. Поэтому источником возникновения данного опасного фактора является источник питания сварочной дуги.

Наиболее типичные травмы, в результате воздействия на человека данного фактора является поражение электрическим током.

При сварке каждый сварочный аппарат должен быть оснащен отдельным заземляющим проводом непосредственно с заземляющей магистралью, все части автоматов и полуавтоматов должны быть надежно заземлены, плавкие предохранители должны соответствовать паспортным данным, шкафы, пульта должны иметь дверцы с блокировкой, отключающей первичное напряжение при их открытии.

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

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают: защитное заземление; зануление; системы защитного отключения; защитное разделение сетей; предохранительные устройства.

Непосредственно перед работой, в обязательном порядке нужно пройти инструктаж по охране труда и пожарной безопасности. А также получение наряда-допуска.

Сварщикам присваивается группа по электробезопасности не ниже II.

### **6.3.5 Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки**

Излучения сварочной дуги оказывают вредное воздействие на электросварщика и окружающих людей. Горение дуги сопровождается ярким световым и невидимым ультрафиолетовым и инфракрасным излучениями. Видимые световые лучи действуют на глаза, поражая сосудистую и сетчатую оболочку глаза, при длительном воздействии ослабляют зрение.

Невидимые ультрафиолетовые лучи оказывают вредное влияние на глаза, поражая сетчатку и роговую оболочку их, и кожу человека. Длительное воздействие этих лучей вызывает слезотечение, боли и рези в глазах, светобоязнь, открытые участки кожи получают ожоги, аналогичные солнечным.

Невидимые инфракрасные (тепловые) лучи при длительном воздействии вызывают ожоги кожи и заболевание глаз человека. Даже кратковременное (10–20 с) на расстоянии до 1 м действие сварочной дуги на незащищенные глаза является опасным для зрения. Длительное воздействие дуги в течение нескольких часов может привести к более тяжелым последствиям (электроофтальмия, катаракта).

Воздействие излучения дуги вредно не только для сварщиков, но и для подручных рабочих-сборщиков. Для предотвращения опасного поражения глаз обязательно применение защитных стекол – наиболее темных для сварщиков и более светлых для вспомогательных рабочих, что должно обеспечить значительное поглощение вредных излучений, связанных с горением дуги.

Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи закрывают простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла. Щитки изготавливают из изоляционного металла – фибры, фанеры и по форме и размерам они должны полностью защищать лицо и голову сварщика (ГОСТ 12.4.254-2013).

Для ослабления резкого контраста между яркостью дуги и малой яркостью темных стен (кабины) последние должны быть окрашены в светлые

тона (серый, голубой, желтый) с добавлением в окраску окиси цинка с целью уменьшения отражения ультрафиолетовых лучей дуги, падающей на стены.

При работе вне кабины для защиты зрения окружающих, работающих сварщиков и вспомогательных рабочих должны применяться переносные щиты и ширмы.

### **6.3.6 Опасность поражения током из-за короткого замыкания**

Короткое замыкание в цепи происходит по причине замыкания двух проводов под напряжением, между которыми случайно оказалось очень малое сопротивление. Если в момент замыкания человек находится рядом с источником, то он может получить ожоги, повреждения тканей и органов.

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82.

Для предотвращения развития короткого замыкания самым эффективным методом является установка автоматического выключателя или же плавких предохранителей, регулярный осмотр электропроводки. Для работника предусмотрены СИЗ: диэлектрические ботинки и перчатки, каски, изолирующие подставки и коврики.

### **6.3.7 Опасность подвергнуться влиянию статического электричества**

Для устранения вредных и опасных проявлений статического электричества применяют такие меры, как: заземление корпусов производственного оборудования; заземление емкостей для хранения и транспортировки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей; антистатическая обработка поверхностей; введение антистатических веществ в состав изделий; увеличение влажности обрабатываемых материалов и окружающей среды; ионизация среды; уменьшение скорости обработки материалов.

Заземление является обязательным и применяется даже в ущерб технологическому процессу. Этот способ является традиционным и наиболее широко распространен. Заземляются корпуса аппаратов и механизмов,

наконечники сливных шлангов, автотранспорт для перевозки горюче-смазочных материалов (бензовозы) и т.д.

### **6.3.8 При работе с оборудованием под давлением может произойти разгерметизация, что может повлечь за собой травмы персонала**

Все оборудование, работающее с повышенным давлением, потенциально обладает повышенной опасностью, в следствие чего к ним предъявляется ряд дополнительных требований во избежание несчастных случаев:

- эксплуатация таких объектов разрешена только лицам, имеющим специальный допуск для работ с сосудами под давлением;
- монтаж и дальнейшее использование возможно только согласно всей, прилагающийся технической документации;
- на протяжении всего срока эксплуатации необходимо проводить экспертизу безопасности согласно нормативной и технической документации;
- манометры и прочие контрольно-измерительные приборы должны быть проверены перед началом работ.

### **6.3.9 Повышенный уровень локальной и общей вибрации**

Основным источником вибраций является электросварочное оборудование. Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к утомлению, неврологическому поражению и сосудистым нарушениям.

Уменьшить влияние вибрации можно несколькими способами:

- воздействием на источник возбуждения (посредством снижения или ликвидации вынуждающих сил);
- отстройкой от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы;
- динамическим гашением колебаний – присоединением к защищаемому объекту системы, реакции которой уменьшают размах вибрации объекта в точках присоединения системы;
- изменением конструктивных элементов машин и строительных конструкций.

- рациональная организация режима труда и отдыха;
  - создание комплексных бригад с взаимозаменяемостью профессий;
- Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены:
- Применением вибробезопасного оборудования и инструмента;
  - Применением средств виброзащиты;
  - Организационно-техническими мероприятиями: поддержание технического состояния машин и механизмов на уровне, предусмотренном НТД на них; введение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибрации на работающих; вывод работников из мест с превышением ДУ по вибрации.

### **6.3.10 Повышенный уровень шума**

Влияние повышенного уровня шума как в цехе, так и за его пределами неблагоприятно для трудовой деятельности работника. На всех этапах производственного цикла рабочего сопровождает различная техника или оборудование, издающая повышенный уровень шума.

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 [] допустимый уровень шума составляет 80 дБА.

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно–акустическими методами:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;
- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.274-2014 (СТ СЭВ 5803–86) «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний». Для защиты от шума также широко применяются различные

средства индивидуальной защиты: наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; шлемы и каски; костюмы (ГОСТ 12.1.029– 80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума»).

### **6.3.11 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения**

Места, где производятся сварочные работы, должны быть достаточно хорошо освещены дневным или искусственным светом. Хорошее освещение рабочих мест снижает утомляемость глаз, работающих и является одним из условий повышения производительности труда. Освещенность рабочих мест должна быть не менее 50—100 люксов. Согласно СП 52.13330.2016.

При сварке внутри емкостей освещение осуществляется светильниками направленного света, установленными вне свариваемого объекта, или ручными переносными светильниками, оборудованными защитной сеткой.

### **6.3.12 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника**

Недостаток влажности может негативно сказаться на организме, приводя к обезвоживанию и растрескиванию кожи и слизистых оболочек, последующему заражению болезнетворными микроорганизмами. Повышенная относительная влажность приводит к перегреву организма. Длительное воздействие высокой температуры при высокой влажности может вызвать гипертермию, или накопление тепла и перегревание организма, а низкая температура, особенно при высокой влажности, может вызвать гипотермию или гипотермию.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 3, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года. Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин

микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C и выходить за пределы величин, приведенных ниже.

Таблица 30 – Оптимальные и допустимые значения микроклимата для категории работ Пб:

Процессы	Влажность, %	Температура, Цельсия	Скорость, м/с
Оптимальные:			
Холодный	60-40	17-19	не более 0,2
Теплый	60-40	19-21	не более 0,2
Допустимые			
Холодный	15-75	15-22	не более 0,5
Теплый	15-75	16-27	не более 0,5

Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест:

- устройства для поддержания нормируемой величины барометрического давления;
- вентиляции и очистки воздуха;
- кондиционирования воздуха; локализации вредных факторов;
- отопления;
- автоматического контроля и сигнализации;
- дезодорации воздуха.

### **6.3.13 Длительное сосредоточенное наблюдение**

Активный контроль производственного процесса приводит к снижению работоспособности, увеличению травматизма, что ведет к снижению эффективности труда. Здесь тоже необходимо заменить физическую работу умственной, соблюдать время труда и отдыха.

### **6.3.14 Вредные вещества, выделяющиеся при сварке**

Высокая температура дуги (6000 - 7000°C) неизбежно приводит к тому, что часть сварочной проволоки, покрытий и флюсов переходят в парообразное состояние. Эти пары, попадая в атмосферу цеха, конденсируются и превращаются в конденсационный аэрозоль, частицы которого по дисперсности близки к дымам и легко попадают в дыхательные пути сварщиков. Эти аэрозоли

являются основной профессиональной опасностью для сварщиков. Количество пыли в зоне дыхания сварщика зависит главным образом от процесса сварки и свариваемых материалов, но в некоторой степени определяется и типом конструкции. Химический состав пыли дуговой сварки зависит от сварочных процессов и типа основы и сварочных материалов.

Помимо пыли, при дуговой сварке накапливаются и выделяются газообразные продукты – образуются оксиды азота, оксиды; при сварке электродом с покрытием «Б» и под флюсом — фторсодержащими соединениями.

Наибольшую опасность для здоровья сварщиков представляют аэрозоли марганца, так как отравление марганцем может проявляться и стойким параличом нервной системы. Острое отравление парами цинка и свинца вызывает литейную лихорадку, отравление ангидридом хромовой кислоты вызывает бронхиальную астму. Длительное накопление пыли в легких может вызвать пневмокониоз.

Все указанные поражения могут возникнуть, если сварку выполняют с грубым нарушением правил техники безопасности и охраны труда, касающихся обеспечения общей и местной вентиляции, применении индивидуальных средств защиты (масок, респираторов), особенно при сварке цветных металлов и их сплавов, а также при сварке в тесных, замкнутых отсеках при недостаточной вентиляции т.п.

К вентиляции во время сварочных работ предъявляются строгие требования. Для улавливания сварочных аэрозолей в стационарных и, по возможности, нестационарных местах необходимо применять местную вытяжку в виде вытяжного шкафа, вертикальной или наклонной плиты с равномерным выхлопом, стола с подрешетчатой вытяжкой и т.п. При сварке крупногабаритных серийных конструкций на лестницах, манипуляторах и т. д. местную вытяжную вентиляцию необходимо встраивать непосредственно в эти устройства.

При автоматической сварке под флюсом, сварке в среде инертных газов, при электрошлаковой сварке применяют аппараты с локальным отводом газов.

Если в цехе расход сварочных материалов превышает 0,2 г/ч на 1 м<sup>3</sup> объема здания, должна быть устроена механическая, общеобменная вентиляция.

При работе на нестационарных сварочных постах в замкнутых и полузамкнутых пространствах (отсеках) следует применять местные отсасывающие устройства типа эжекторов, высоковакуумных установок с обеспечением объема удаляемого воздуха от одного сварочного поста 400 – 500 м<sup>3</sup>/ч, но не менее 100 – 150 м<sup>3</sup>/ч, что обеспечивает допустимый уровень загрязненности воздуха. Максимальная разовая предельно-допустимая концентрация (ПДК) аргона в воздухе рабочего места сварщика составляет 27000 мг/м<sup>3</sup>

#### **6.4 Экологическая безопасность**

Основные источники загрязнения окружающей среды в сварочном производстве:

- твердые отходы (огарки вольфрамового электрода, присадочная проволока, офисная бумага и тд.);
- газообразные отходы (аргон, углекислый газ, пыль, аэрозоли окисей металлов, выделяющихся в процессе сварки и тд.);
- жидкие отходы (бытовые отходы, образующиеся в результате влажной уборки помещений, при использовании водопровода);

Предприятие относится к объектам IV категории, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Для утилизации твердых отходов на производстве используют несколько контейнеров для разделения металлических отходов и бытовых отходов. Металлические отходы выбрасываются в отдельную тару, которая после заполнения направляется в соответствующие службы для сортировки по типу металла и переработки, а бытовые отходы хранятся в специальной таре, которая затем вывозится в город специализированными службами для утилизации.

Газообразные отходы перед выбросом проходят обязательную очистку в фильтровентиляционных системах, защищающих атмосферу от загрязнения. В связи с этим каждый сварочный пост должен быть оборудован вытяжкой с фильтром для сбора аэрозолей и пыли, выделяющихся в процессе сварки. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % загрязняющих веществ.

Жидкие отходы сбрасываются в городскую канализацию и поступают в центральные очистные сооружения городских очистных сооружений, защищая гидросферу от возможного загрязнения. Макулатура сдается в пункты приема макулатуры специальными службами.

#### Люминесцентные лампы:

В соответствии с федеральным классификационным каталогом отходов, утвержденным приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242, лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства, имеющие код 4 71 101 01 52 1, отнесены к отходам I класса опасности (чрезвычайно опасные отходы) и передаются для утилизации только в специализированные организации, имеющие лицензию для данного вида деятельности.

Опасность отработанных и деформированных ламп обусловлена значительным негативным воздействием ртути и ее паров на человека и другие живые организмы. Последствия для здоровья человека могут быть самыми разными: от головных болей и утомляемости до летального исхода.

Просто выбрасывать такие источники света в мусорный бак нельзя, так как ртуть сначала проникает в почву, затем в воду, а впоследствии это вещество может отравить растения и попасть в организм человека. В связи с этим, зная требования обращения с отходами, содержащими ртуть, можно уменьшить количество вредных веществ, проникающих в почву, и обеспечить экологическую безопасность.

## 6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Во время сварочных работ основной возможной чрезвычайной ситуацией является вероятность возникновения пожара и взрыва. Причинами возникновения пожара (или) взрыва являются короткое замыкание, разбрызгивание расплавленного металла при сварке, искры при плазменной резке металла и другие виды огневых работ. Вероятность взрыва обусловлена тем, что при сварке используется аргон, находящийся под большим давлением в баллоне, который при чрезмерном нагреве и соответственно увеличении давления может взорваться. Также вероятностью взрыва может быть повышенное давление в герметичной емкости

Чтобы избежать данные ЧС нужно соблюдать требования пожарной безопасности.

На предприятии, а в частности в сборочно-сварочном цехе должен быть план эвакуации, составленный с учетом действующего законодательства и всех нормативно-правовых документов.

В сборочно-сварочном цехе должны быть медицинские аптечки, исправные инструменты и оборудование, предохранительные сигналы и устройства, защитные приспособления. Работать с применением неисправных инструментов и оборудования запрещено.

С целью предотвращения возможности возникновения пожаров и взрывов требуется:

- уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети;
- следить за уровнем давления аргона в баллоне;
- следить за уровнем давления в герметичной емкости;
- проверять нормированный уровень аргона в помещении, проветривать помещение;
- следить за чистотой на рабочем месте, вытирать скопившуюся пыль;

- следить за чистотой источника питания и его материнской платы, снимать крышку и пылесосить скопившуюся пыль;

- все сотрудники должны быть ознакомлены с планом пожарной эвакуации и знать где находятся средства первичного тушения очага возгорания (огнетушители).

При возникновении аварии или аварийной ситуации работники должны:

- прекратить работу, отключить электрогазосварочное оборудование и обесточить помещение;

- выключить приточно-вытяжную вентиляцию и закрыть окна;

- немедленно сообщить о пожаре руководителю работ и в пожарную охрану, указав точное место его возникновения;

- оповестить окружающих и при необходимости вывести людей из опасной зоны;

- приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения.

Места проведения сварочных работ должны быть обеспечены средствами первичного пожаротушения. В цехах обычно используются следующие огнетушители:

- огнетушитель порошковый ОП-3(з);

- огнетушитель углекислотный ОУ-1.

При возникновении пожара, возгорания вблизи рабочего места электрогазосварщик совместно с другими членами бригады должен отодвинуть газовые баллоны, шланги и другое сварочное оборудование на безопасное расстояние от места возгорания.

Тушение горящих объектов, находящихся на расстоянии менее 2 м от токоведущих частей контактной сети, допускается только углекислотными и порошковыми огнетушителями.

В случае выявления неисправностей газового оборудования, оборудования или приборов в процессе эксплуатации работы должны быть немедленно остановлены, а руководитель работ должен быть проинформирован

о происшествии.

В результате реализации раздела «Социальная ответственность» были учтены следующие пункты: «Правовые и организационные вопросы безопасности», «Охрана труда», «Экологическая безопасность», «Безопасность в чрезвычайных ситуациях». Изучение и развитие этих моментов имеет важное значение как для общества в целом, так и для отдельных эксплуатирующих герметичных установок, поскольку сосуды и герметичные емкости под давлением представляют собой объект повышенной опасности.

Категория помещения по электробезопасности соответствует второму классу – «помещения с повышенной опасностью».

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать не ниже II группы допуска по электробезопасности.

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности – категория Г. Категория объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду – IV категория.

Сотрудники, выполняющие работу с герметичной емкостью и баллонами газа, подвержен вредным и опасным производственным факторам, которые могут при несоблюдении техники безопасности нанести вред человеку, поэтому в соответствии с ГОСТ Р 12.4.296-2013, работодатель обязан обеспечить работника средствами индивидуальной защиты для минимизации воздействию данных факторов.

## **Заключение**

В выпускной квалификационной работе была разработана технология сборки и сварки герметичной емкости с габаритами 300x200x150 и толщиной стенки 2 мм. Конструкция полностью разработана и высоколегированного сплава 12Х18Н10Т.

Для решения поставленной задачи был произведен анализ литературы, изучены особенности сварки стали 12Х18Н10Т.

В ходе разработки данной технологии произведен оптимальный раскрой металла, с целью экономии, произведена гибка металла и другие различные заготовительные и сборочные операции, был совершен выбор сварочных материалов, выбор сварочного оборудования, произведены расчеты, а также выбранные по рекомендациям параметры режима аргонодуговой сварки, произведен расчет ожидаемого химического состава сварного шва. Предложены меры по борьбе с деформациями и напряжениями, возникающими после сваривания конструкции, приведены методы контроля изготовленной конструкции, а также оформлен комплект технологической документации, содержащий все необходимые для изготовления конструкции рекомендации. Также были рассчитаны приблизительные затраты на изготовление данной конструкции.

Были рассчитаны и анализированы показатели ресурсоэффективности и ресурсосбережения, отсюда следует, что для данной технологии, лучше всего подходит ручная аргонодуговая сварка, по сравнению с другими способами.

Проведен анализ процесса производства и эксплуатации конструкции на предмет влияния вредных и опасных производственных факторов на сварщика, а также на влияние окружающей среды. Предложены меры и мероприятия для снижения их действия на рабочего, а также для предотвращения и ликвидации, в случае возникновения, чрезвычайных ситуаций.

## Список используемых источников

1. Акулов А. И. Технология и оборудование сварки плавлением / А. И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич В.П. – М.: Машиностроение, 1977. С. 83-300.
2. Сварка емкостей [Электронный ресурс]: VT-METALL – Электрон. дан. М. : Металлообрабатывающая компания, 2014. URL: <https://vt-metall.ru>. (дата обращения: 02.03.2022)
3. Особенности сварки нержавеющей сталей [Электронный ресурс] – Электрон. дан. М., 2015. URL: <https://www.triton-welding.ru>. (Дата обращения: 14.04.2022).
4. ГОСТ 5632-2014. Нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки. – М.: Стандартиформ, 2015.
5. ГОСТ 5949-2018.Metalloпродукция из сталей нержавеющей и сплавов на железоникелевой основе коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных. Технические условия. – М.: Стандартиформ. 2019.
6. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
7. ГОСТ 24297-2013. Верификация Закупленной Продукции. Организация проведения и методы контроля. – М.: Стандартиформ. 2019.
8. ГОСТ ISO 6848-2020. Дуговая сварка и резка. Электроды неплавящиеся вольфрамовые. – М.: Стандартиформ. 2020.
9. Масаков, В.В. Сварка нержавеющей сталей : учеб. пособие / В.В. Масаков, Н.И. Масакова, А.В. Мельзитдинова. – Тольятти : ТГУ, 2011. С. 66-89.
10. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. – М.: Стандартиформ. 2008.
11. ГОСТ 10157 -2016. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия. – М.: Стандартиформ. 2019.

12. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартинформ. 2007.

13. Справочник по сварке ВИГ [Электронный ресурс]: EWM : Электрон. дан. Ewm Hightec Welding GmbH, Mündersbach, 2002. – URL: <https://www.ewm-group.com/ru/> (дата обращения: 10.05.2022)

14. Трущенко Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.

15. Волков В.В. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки: справочное пособие / В.В. Волков. – Томск: Изд-во Томского промышленно - гуманитарного колледжа, 2017. – 43 с.

16. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартинформ. 2005.

17. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М.: Стандартинформ. 2016.

18. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.

19. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением. – М.: Стандартинформ. 2020.

20. ГОСТ Р 55724-2013 контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. – М.: Стандартинформ. 2019.

21. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

22. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197 – ФЗ (ред. от 25.02.2022).
23. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2019.
24. ГОСТ Р 56906-2016 Бережливое производство. Организация рабочего пространства. – М.: Стандартинформ, 2020.
25. ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2020.
26. ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
27. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
28. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
29. ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005
30. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
31. РД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность.
32. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2010.
33. ГОСТ 12.1.003 – 2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). ШУМ. Общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2019

34. СанПиН 1.2.3685– 21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания– М.: АО «Кодекс», 2021.

35. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: Стандартинформ, 2017 год

36. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

37. ГОСТ 32423-2013. Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм. – М.: Стандартинформ, 2019.

38. ГОСТ Р 56164-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей. – М.: Стандартинформ, 2015.

## **Приложение А**

(обязательное)

Комплект технологической документации















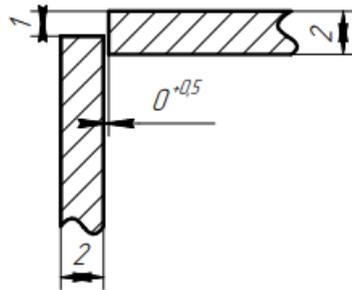




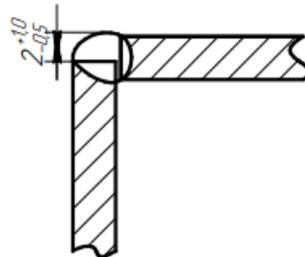


Дизайн										
Взам.										
Подл.										
								ФЮРА.02190.1Б81129	2	2
Разработ	Канюка О.Ю.				ТПУ				ФЮРА.20190.002	
И. контр.	Першина А.А.				Технология сборки и сварки герметичной емкости			У		

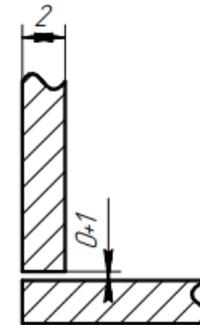
Сборка 030



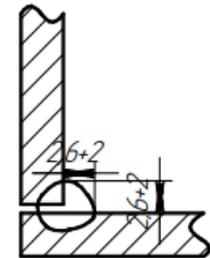
Сварка 035



Сборка 040



Сварка 045

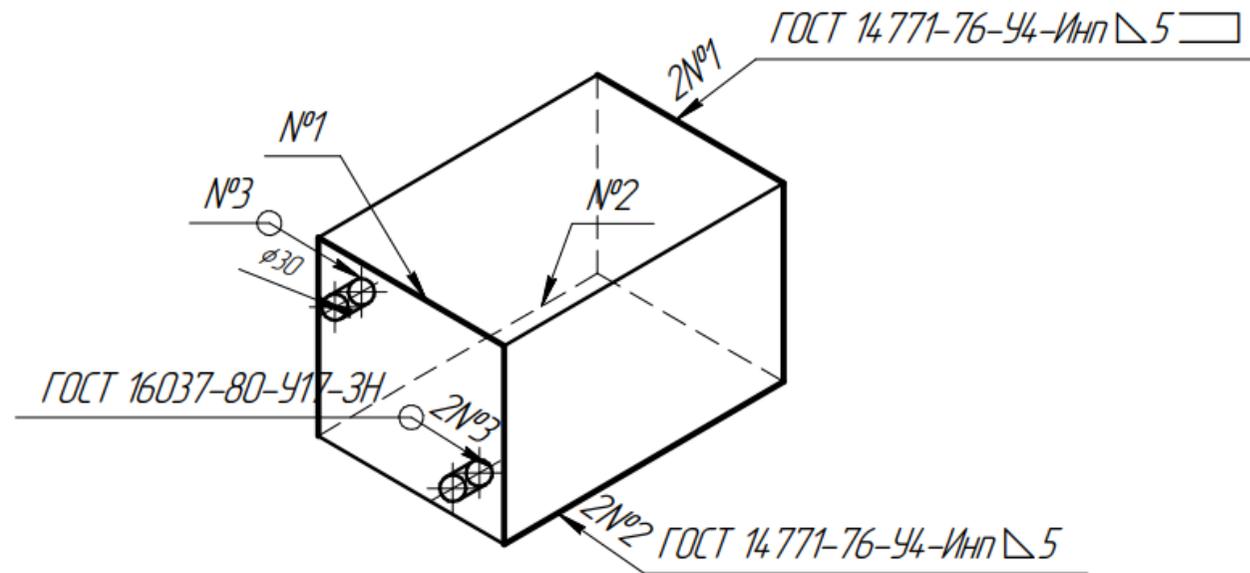


ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Дробл																				
Взам																				
Подл																				
										ФЮРА.02190.1В81129			2	3						
Разработ	Канюка О.Ю.			ТПУ						ФЮРА.20190.003										
Н. контр.	Першина А. А.			Технология сборки и сварки герметичной емкости			У													

Габаритные размеры;  
 Длина - 300мм.  
 Ширина - 200мм.  
 Высота - 150 мм.  
 Толщина стенки - 2 мм.



Примечание: собрать конструкцию на прихватках  
 количество прихваток не менее 6 шт. длина прихватки  
 10-15 мм. через каждые 50-100 мм. Выполнить сначала сварку боковых  
 стенок №1, затем сварку, длинных продольных швов №2.

КЭ

20

## **Приложение Б**

(обязательное)

Чертеж для изготовления емкости



**Приложение В**  
(обязательное)  
**Комплект таблиц**

Таблица В. 17 – SWOT-анализ.

	<p>С1. Потребность предприятий в данной технологии;</p> <p>С2. Технология, описанная в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность;</p> <p>С3. Актуальность и высокая технологичность;</p> <p>С4. Широкая область применения;</p> <p>С5. Экологичность технологии.</p>	<p>Сл1. Невозможность предвидеть все риски;</p> <p>Сл2. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход;</p> <p>Сл3. Значительные временные и интеллектуальные затраты;</p> <p>Сл4. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой;</p> <p>Сл5. Прямая зависимость качества сварного шва от квалификации рабочего.</p> <p>Сл6. Развитие новых технологий</p>
<p>В1. Создание партнерских отношений со многими видами отраслей;</p> <p>В2. Регулирование производительности</p> <p>В3. Большой потенциал применения технологии в России и других странах;</p> <p>В4. Получение качественных сварных соединений;</p> <p>В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>-Возможность широкой области применения дает прекрасную возможность наладить партнерские отношения со всеми типами отраслей и тем самым сохранить финансовую стабильность.</p> <p>-С каждым годом увеличивается количество новых герметичных емкостей, работающих под давлением, поэтому возрастает потребность в разработке новых технологий, поэтому растет спрос на данную технологию сварки.</p>	<p>- Методика нуждается в совершенствовании, так как выявляет такие негативные стороны, как непредсказуемость всех рисков, длительный период исследования и низкая скорость развития новых технологий в области развития сварочной техники, а к каждому потребителю нужен индивидуальный подход.</p> <p>- При реализации функциональной стратегии снижаются все негативные моменты, непосредственно связанные с затратами.</p>
<p>У1. Отсутствие спроса на данную технологию при появлении новых конкурентов;</p> <p>У2. Неточность при составлении комплекта технологической документации;</p>	<p>В случае выхода на рынок новых конкурентов следует ожидать падения спроса и, как следствие, ухудшения финансового положения, а возможно, и ориентироваться только на определенных потребителей.</p> <p>- Несмотря на большой потенциал проекта, возможны неточности при</p>	<p>- Все вышеперечисленные отрицательные моменты напрямую связаны с неточностями при составлении ряда технологической документации, поэтому технология нуждается в совершенствовании.</p>

Продолжение таблицы В. 17

У3. Колебания цен на данное исследование; У4. Нехватка финансирования;  У5. Ограничения на экспорт технологии.	составлении ряда технологических документов.	
---	--	--

Таблица В.19 – Временные показатели проведения научного исследования.

Название Работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожи}$ , чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Выбор темы выпускной квалификационной работы	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	2	2	2	4	4	4	3	3	3	Руководитель, инженер	2	2	2	3	3	3
Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	7	6	6	14	12	12	10	8	8	Руководитель, инженер	5	4	4	7	6	6
Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	10	10	10	15	15	15	12	12	12	Инженер	12	12	12	18	18	18
Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	13	13	13	19	19	19	15	15	15	Инженер	15	15	15	22	22	22
Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	6	5	5	12	10	10	8	7	7	Руководитель, инженер	4	4	4	6	6	6
Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	9	9	9	16	16	16	12	12	12	Инженер	12	12	12	18	18	18
Анализ полученных результатов	14	14	14	17	17	17	15	15	15	Инженер	15	15	15	22	22	22
Подведение итогов выпускной квалификационной работы	2	1	2	5	3	4	3	2	3	Руководитель, инженер	2	1	2	3	1	3
Согласование и проверка работ с научным руководителем	2	2	2	10	10	10	5	5	5	Руководитель, инженер	3	3	3	4	4	4

Таблица В. 20 – Календарный план-график проведения ВКР по теме.

№	Вид работ	Исполнители	Т <sub>кi</sub> , кал.дн и	Продолжительность работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Руководитель	3	■												
2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	3		■											
3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	7			■	■									
4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер	18			■	■	■								
5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер	22					■	■	■						
6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	6									■	■			
7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер	18									■	■	■		
8	Анализ полученных результатов	Инженер	22											■	■	■
9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Руководитель, инженер	3													■
10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Руководитель, инженер	4													■

■ – Руководитель

■ – Инженер

Таблица В. 29 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте.

№ п/п	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	ГОСТ Р 56906-2016 Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Организация рабочего пространства [27].
2	Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;	ГОСТ 12.0.002- 2014 Система стандартов безопасности труда [28].
3	Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, способных вызвать ожоги тканей организма человека;	ГОСТ Р 51337-99 [29].
4	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работник, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [30]
5	Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от аргонодуговой сварки;	ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля [31].
6	Опасность поражения током из-за короткого замыкания	ГОСТ 26522-85 Короткие замыкания в электроустановках [32].

Продолжение таблицы В. 29

7	Опасность подвергнуться влиянию статического электричества.	ГОСТ 12.4.124-83 СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА [33].
8	При работе с оборудованием под давлением может произойти разгерметизация, что может повлечь за собой травмы персонала.	РД 24.200.11-90 [34].
9	Повышенный уровень локальной и общей вибрации;	ГОСТ 12.1.012 – 2004 ССБТ [35].
10	Повышенный уровень шума;	ГОСТ 12.1.003 – 2014 [36].
11	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;	СанПиН 1.2.3685– 21 [37].
12	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника;	СП 60.13330.2016 [38].
13	Длительное сосредоточенное наблюдение;	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [39].
14	Вредные вещества, выделяющиеся при сварке	ГОСТ 32423-2013 классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм ГОСТ Р 56164-2014 выбросы загрязняющих веществ в атмосферу[40]