



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  
ООП/ОПОП Оборудование и технология сварочного производства  
Специализация Оборудование и технология сварочного производства  
Отделение электронной инженерии

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
<b>Разработка технологии сварки ёмкости из сплава АМг2</b>

УДК 621.791.7:669.715

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Дерюшева Валентина Николаевна	к.т.н		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина Анна Александровна	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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



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

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

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

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологии сварки ёмкости из сплава АМг2	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	03.06.2023 г.
--	---------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Ёмкость – бак для кислотного раствора. Режим работы изделия – периодический. Материал изделия – сталь АМг2. Требования к изделию и сварным швам – герметичность и коррозионная стойкость. Рабочее место сварщика расположено в закрытом цеху.</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Описание изделия</li> <li>2 Обзор оборудования для производства изделий</li> <li>3 Конструкторская часть</li> <li>4 Технологическая часть</li> <li>5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>6 Социальная ответственность</li> <li>7 Заключение</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Графический материал:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Презентация</li> <li>2 Чертеж бака кислотного раствора</li> </ol>

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	08 февраля 2023 г.
---	--------------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич		



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  
ООП/ОПОП Оборудование и технология сварочного производства  
Специализация Оборудование и технология сварочного производства  
Отделение электронной инженерии

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологии сварки ёмкости из сплава АМг2
---

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	03.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2023 г.	Описание изделия	10
08.04.2023 г.	Обзор оборудования для производства изделий	10
15.04.2023 г.	Конструкторская часть. Подбор материала, расчет режимов сварки, подбор оборудования	10
22.04.2023 г.	Конструкторская часть. Создание модели емкости	15
30.04.2023 г.	Технологическая часть. Описание заготовительных операций	10
08.05.2023 г.	Технологическая часть. Описание процесса сборки и сварки емкости	15
23.05.2023 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.05.2023 г.	Социальная ответственность	10
02.06.2023 г.	Заключение	10
02.06.2023 г.	Заключение	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	к.т.н.		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО		
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич		
Институт	ИШНКБ	Отделение	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников предприятия
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- районный коэффициент – 1,3; - норма амортизации – 10-15%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	Общая система налогообложения. Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%);

**Перечень вопросов, подлежащих разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Потенциальные потребители результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование технического проекта	Формирование плана и графика разработки - определение структуры работ; - определение трудоемкости выполнения работ по проекту; - разработка графика.
3. Нормирование времени сварки и экономическая оценка сравниваемых способов сварки	Формирование операционных норм времени на сварки: - основное время на сварку; - вспомогательное время; - подготовительно-заключительное время; - штучное время; - штучно-калькуляционное время. Формирование текущих затрат на сварочные работы: - материальные затраты; - заработная плата; - отчисления во внебюджетные фонды; - амортизация оборудования.

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	08.02.2023 г.
--	---------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич

Разработка технологии сварки емкости из сплава АМг2

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования – технология сборки и сварки бак кислотного раствора Область применения – химическая и нефтегазовая отрасли. Рабочая зона – цеховые условия. Цех площадью 2000м<sup>2</sup>. Климатическая зона Томская область, город Томск. Местность равнинная. Климат умеренный. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: - сварочный аппарат EWM Saturn 301 MIG/MAG.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов Природа воздействия Действие на организм человека Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов) СЗ коллективные и индивидуальные 1.2. Анализ выявленных опасных факторов : Термические источники опасности Электробезопасность Пожаробезопасности</p>	<p>Вредные факторы: 1.1. Недостаточная освещенность; 1.2. Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; 1.3.Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; 1.4.Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; 1.5. Излучение УФ, СКЗ, СИЗ; 2.Опасные факторы: 2.1.Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, Rзаземления, СКЗ, СИЗ; Приведен расчет освещения рабочего места; 2.2.Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.</p>
--	--



<p>2. Экологическая безопасность: Выбросы в окружающую среду Решения по обеспечению экологической безопасности</p>	<p>Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника) и способы их утилизации;</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 1.перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 2.разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; 3.разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>
<p>4. Перечень нормативно-технической документации.</p>	<p>ГОСТы, СанПиНы, СНиПы</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	08.02.2023 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Оржаников Роман Сергеевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 87 с., 3 рис., 25 табл., 28 источников, 10 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: бак для кислотного раствора, алюминиевый сплав, ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом, технология сварки.

Объектом исследования является бак для кислотного раствора объемом  $V_{8,5\text{м}^3}$ .

Целью данного проекта является разработка технологии сборки и сварки бак для кислотного раствора.

В процессе исследования проводились: ознакомление с конструкцией бак для кислотного раствора, изучение способов сварки и сварочных материалов, расчет режимов сварки, изучение используемого оборудования для сварки.

В результате исследования был изучен технологический процесс сборки и сварки бака для кислотного раствора.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Область применения: разработанная технология может применяться на предприятиях химической и нефтегазовой отраслях, а также на всех предприятиях, связанных с использованием и хранением кислотных растворов.

Экономическая эффективность работы: разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РАД и механизированной сваркой, составляет 199 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 59 %. По затратам на сварку изделия выгодна механизированная сварка. Она обходится дешевле на 2304 руб. Можно сделать вывод, что применение механизированной сварки в среде защитных газов экономически оправдано.

В будущем планируется произвести сварку опытного образца новым способом сварки.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

### *Обозначения и сокращения*

РАД – ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом

МСЗГ – механизированной сварки в среде защитных газов.

$\sigma_T$  – предел текучести;

$\sigma_B$  – временное сопротивление разрыву;

$\delta_5$  – относительное удлинение;

$d_{э}$  – диаметр электродного стержня;

$j$  – допускаемая плотность тока;

$a_n$  – коэффициент наплавки;

$F_n$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла за проход;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла за данный проход;

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

$I_{св}$  – ток сварочной дуги;

$U_d$  – напряжений на дуге;

$\eta_u$  – эффективный КПД нагрева изделия дугой;

$V_{св}$  – скорость перемещения сварочной дуги.

### *Нормативные ссылки*

1 ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность, гигиеническое нормирование вибрации на рабочих местах;

2 ГОСТ 12.1.003- 83 Нормируемые параметры шума на рабочих местах;

3 ГОСТ 12.1.005-88 Нормы производственного микроклимата установленные системой безопасности труда;

4 ГОСТ 12.0.002-74 Требования на предприятии соблюдаемые с целью уменьшения опасности поражения электрическим током.

5 ГОСТ 17.2.3.02- 78 Требования для предприятий по выбросу вредных веществ в атмосферу.

6 СТП ТПУ 2.5.01-2014 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	14
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО БАКАМ КИСЛОТНЫХ РАСТВОРОВ .....	16
1.1 Виды баков кислотных растворов и сфера их применения .....	16
1.2 Разработка модели бака .....	17
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	19
2.1 Выбор материала конструкции.....	19
2.2 Выбор способа сварки .....	20
2.3 Выбор сварочных материалов .....	21
2.4 Расчет параметров режимов сварки .....	23
2.5 Выбор сварочного оборудования .....	24
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	26
3.1 Заготовительные операции .....	26
3.2 Технологический процесс сборки и сварки бака кислотного раствора	28
3.3 Меры борьбы со сварочными напряжениями и деформациями .....	28
3.4 Контроль и исправление брака .....	30
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	33
4.1 Определение норм времени на сварку .....	33
4.2 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	40
4.2.1 Затраты на сварочные материалы.....	40
4.2.2 Затраты на защитный газ.....	41
4.2.3 Затраты на заработанную плату рабочих.....	42
4.2.4 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды.....	43
4.2.5 Затраты на электроэнергию.....	44
4.2.6 Затраты на ремонт оборудования .....	45
4.2.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва .....	46
Выводы по разделу 4.....	46
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	48

5.1 Производственная безопасность .....	48
5.1.1 Вредные факторы.....	48
5.1.2 Опасные факторы.....	58
5.2 Экологическая безопасность.....	62
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	63
Выводы по разделу 5.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	68
Приложение А.....	70
Приложение Б .....	71

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Алюминиевые баки кислотного раствора являются важным элементом производственного оборудования в нефтегазовой отрасли. Они используются для хранения большого количества кислотного раствора, требующего специального химического и коррозионного сопротивления [1].

Баки находят применение в различных областях нефтегазовой отрасли, например, для транспортировки, хранения и обработки нефтепродуктов, включая кислотную обработку скважин, утилизацию нефтяных отходов и регенерацию выработавшегося катализатора. Другие области применения включают использование в качестве рабочих баков в производстве струйных насосов и при бурении скважин.

Одним из примеров применения баков кислотного раствора является хранения гидроксида алюминия (алюмогеля) с технологической целью уменьшения вязкости гидравлической жидкости. Сплав АМг2 обеспечивает отличные механические свойства и устойчивость к высоким температурам, что делает баки кислотного раствора из этого сплава наиболее подходящими для использования при гидроразрыве горных пород.

Необходимо отметить, что применение баков кислотного раствора из сплава АМг2 требует соблюдения определенных правил и протоколов обслуживания. Это включает регулярную инспекцию и обеспечение всех соответствующих мер предосторожности, чтобы избежать возможных последствий, связанных с эксплуатацией таких баков.

Разработка технологии сварки бака кислотного раствора из сплава АМг2 является важной задачей, поскольку этот сплав обладает высокой коррозионной стойкостью. Однако, существующие технологии сварки, в том числе и РАД сварка, не всегда обеспечивают надежное соединение и требуют специалистов с высокой квалификацией.

Разработка технологии сварки бака кислотного раствора требует не только применения новых методов сварки, но и более тщательного контроля процесса сварки, а также управления технологическими параметрами.

Также важным аспектом является применение специализированных сварочных материалов, таких как сварочная проволока, которая обеспечивает более высокую устойчивость к коррозии и может улучшить качество сварного соединения.

Более глубокое исследование в области разработки технологии сварки бака кислотного раствора из сплава АМГ2 может значительно повысить качество производства и обеспечить более безопасное использование таких баков в производственных процессах.

Целью данного проекта является разработка технологии сборки и сварки бака кислотного раствора из сплава АМГ2.

Практическое значение ВКР заключается в том, что ее результаты можно непосредственно использовать при проектировании и изготовлении бака кислотного раствора на территории компании АО «Газпром добыча Томск»

# **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО БАКАМ КИСЛОТНЫХ РАСТВОРОВ**

## **1.1 Виды баков кислотных растворов и сфера их применения**

Существует несколько видов баков для кислотных растворов, включая цилиндрические и прямоугольные формы, изготовленных из разных материалов с различными степенями устойчивости к кислотам.

Производственные компании используют баки со специальным покрытием для хранения и транспортировки кислотных растворов, таких как серная, уксусная, соляная, фосфорная, смесевые и другие. Баки, общей емкостью до нескольких сотен тысяч литров, используются для кислотной обработки скважин, опреснения, а также для производственных процессов, связанных с очисткой и обработкой нефтяных продуктов.

В нефтегазовой отрасли используются различные виды баков для хранения и транспортировки кислотных растворов. Баки из алюминиевых сплавов являются одним из наиболее распространенных видов контейнеров для хранения кислот и используются в нефтегазовых предприятиях в различных процессах, таких как очистка нефтепродуктов и обработка скважин.

Баки из алюминиевых сплавов имеют несколько преимуществ по сравнению с другими контейнерами. Во-первых, алюминий является очень легким, что позволяет легко транспортировать баки на место с их будущим использованием. Во-вторых, алюминиевые сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью, что делает их идеальным материалом для контейнеров, которые предназначены для хранения кислотных растворов.

Такие баки могут быть использованы в различных процессах нефтегазовой отрасли, таких как:

- обработка нефтяных отходов: баки используются для собирания и обработки нефтяных отходов, включая такие вещества, как земля, глина и другие помехи;



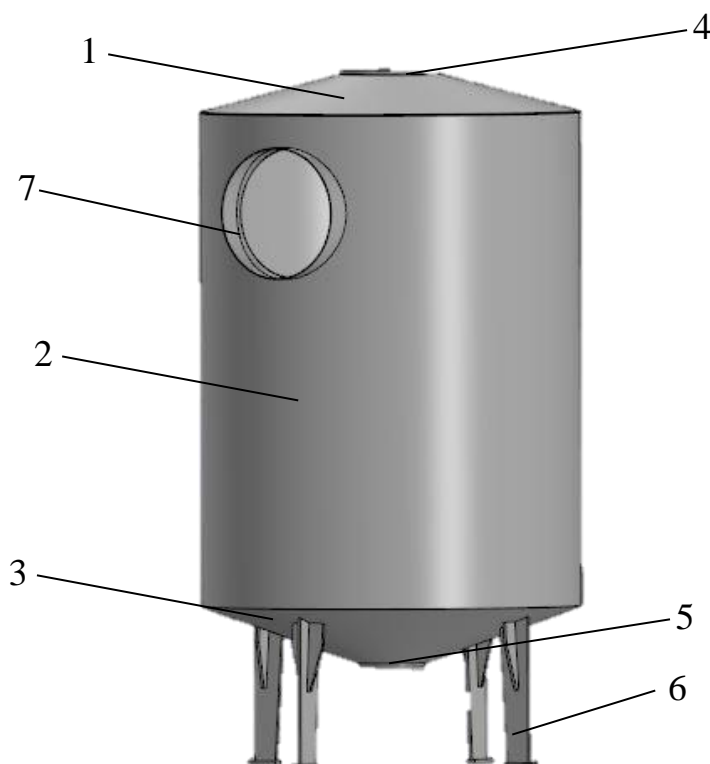
- обработка газа: кислотные рамки используются для обработки газа и извлечения газа из скважин;

- хранение кислотных растворов: баки из алюминиевых сплавов могут быть использованы для хранения различных видов кислотных растворов, таких как серная, фосфорная, соляная, уксусная и другие;

- процессы гидроразрыва горных пород: баки из алюминиевых сплавов используются в процессах гидроразрыва горных пород, когда кислотный раствор используется для разрушения горных пород и повышения их сквозной проницаемости [1].

## 1.2 Разработка модели бака

В ходе работы была разработана пространственная 3D-модель бака кислотного раствора (рисунок 1).



1 – верхний конус; 2 – обечайка; 3 – нижний конус; 4 – заглушка 300x10; 5 – заглушка 200x10; 6 – ножки подставки; 7 – горлышко.

Рисунок 1 – Модель бака кислотного раствора

Бак состоит из следующих деталей: верхний конус (1 шт.); обечайка (1 шт.); нижний конус (1 шт.); заглушка 300x10 (1 шт.); заглушка 200x10 (1 шт.); ножки подставки (4 шт.); горлышко (1 шт.).

## 2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Выбор материала конструкции

Согласно заданию, для изготовления бака используется алюминиевый сплав АМг2. Алюминиевый сплав АМг2 обладает следующими свойствами:

- высокая прочность и жесткость;
- хорошая коррозионная стойкость;
- низкая плотность;
- хорошая обрабатываемость резанием;
- хорошая свариваемость.

Для сварки сплава АМг2 применяются такие методы, как ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, механизированная сварка в среде инертных и активных газов, лазерная и плазменная сварка. При сварке следует учитывать особенности сплава, а именно, его высокую теплопроводность и склонность к образованию окислов на поверхности металла.

АМг2 широко применяется в авиационной, автомобильной и судостроительной промышленности для изготовления каркасов, панелей, деталей корпуса, мостов и других конструкций, требующих высокой прочности и жесткости при низкой плотности. Также этот сплав применяется для производства спортивного оборудования, например, рам для велосипедов, скутеров и мотоциклов [2].

Химический состав и механические свойства сплава АМг2 приведены в таблицах 1 и 2, соответственно.

Таблица 1 – Химический состав сплава АМг2 [3]

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Mg	Zn
до 0,4	до 0,4	0,2-0,6	до 0,1	95,3-98	до 0,1	1,8-2,8	до 0,2

Таблица 2 – Механические свойства сплава АМг2 [3]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %
100	190	23	65

## 2.2 Выбор способа сварки

Действующей технологией изготовления алюминиевого бака для кислотного раствора на производстве является ручная аргодуговая сварка неплавящимся электродом (РАД). В дипломной работе предлагается усовершенствовать технологию и произвести замену РАД на более производительный способ механизированной сварки в среде защитных газов (МСЗГ).

Преимущества РАД сварки:

- качество сварного соединения. РАД сварка позволяет получить высококачественное сварное соединение без деформаций, трещин и других дефектов;
- высокая точность работы. РАД сварка позволяет работать со сплавом точно, благодаря тонкой сварочной проволоке и возможности контролировать ток;
- минимальное количество брызг. В РАД сварке используется инертный газ, который защищает сварочный шов от воздействия кислорода, что уменьшает количество брызг.

Недостатки РАД сварки:

- низкая скорость сварки. РАД сварка требует большого количества времени, поскольку свариваемые детали следует нагревать до определенной температуры;
- высокая стоимость проволоки. Использование тонкой проволоки, которая используется в РАД сварке, удорожает стоимость производства;

- восприимчивость к загрязнениям металла. Если на свариваемой детали есть окисление, брызги или другие загрязнения, то это может ухудшит качество сварного соединения.

Одним из главных преимуществ МСЗГ алюминия является высокая производительность и скорость сварки. Кроме того, МСЗГ алюминия обеспечивает высокое качество сварочного шва, что делает этот метод сварки предпочтительным во многих отраслях.

С другой стороны, МСЗГ алюминия имеет и некоторые недостатки. Один из них – это необходимость использования специализированного оборудования и газа для защиты сварочного шва от воздействия воздуха и окисления. МСЗГ алюминия требует наличия специальной подготовки сварщика для работы с алюминием, в связи с тем, что этот материал имеет более высокие требования к качеству сварного шва.

В целом, МСЗГ алюминия может быть хорошим выбором в случаях, когда необходимо быстро и эффективно производить сварку. Однако, перед выбором этого метода сварки необходимо учитывать все его преимущества и недостатки, а также тщательно оценить требования к качеству сварочного шва и стоимость желаемого результата [4].

### **2.3 Выбор сварочных материалов**

Согласно рекомендациям [5], марку и химический состав электродной проволоки выбирают на в зависимости от марки основного металла и требований, предъявляемых к прочности сварного соединения.

Для сварки сплава АМг2 назначаем сварочную проволоку СвАМг3 диаметром 2 мм по ГОСТ 7871-2019 [6]. Химический состав проволоки приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав проволоки СВАМгЗ [6]

Al	Fe	Si	Mn	Cu	Mg	Zn
основа	до 0,5	0,5-0,8	0,3-0,5	до 0,05	3,2-3,8	до 0,2

Прочность сварного соединения должна быть не ниже 0,9 основного металла.

При механизированной сварке желательно иметь проволоку дополнительно нагартованную для лучшей проходимости её через каналы шлангов и стабильного горения дуги.

Подготовка сварочной проволоки к сварке заключается в удалении с нее смазки и окисной пленки. Для этого бухты проволоки разъединяют на прядки и подвергают химической очистке по следующей технологии:

- обезжиривание с помощью смывок ОП-7 и ОП-10;
- травление при температуре 60-70 °С в течение 5-20 мин в растворе, состоящем из едкого натрия (8-12 г/л), кальцинированной соды (40-50 г/л), тринатрийфосфата (40-50 г/л);
- промывка в горячей воде при температуре 50°С в течении 1 мин;
- промывка в холодной проточной воде;
- осветление в растворе, состоящем из хромового ангидрида (100 г/л) и серной кислоты (плотностью 1,84-10 м/л) при температуре 15-25 °С;
- промывка в холодной, затем в горячей проточной воде; |
- сушка при температуре 60-80°С до полного удаления влаги.

При травлении, осветлении и промывке проволоку необходимо периодически встряхивать,

Большое внимание следует уделять хранению проволоки после химической обработки, так как источником появления пор при сварке может быть не только влага, но и водородсодержащие вещества, адсорбированные на поверхности. Предотвращению пористости способствует также уменьшение времени хранения проволоки, срок хранения которой для

механизированной и автоматической сварки не должен превышать 8-16 ч. Проволока, хранившаяся дольше указанного времени, должна быть повторно химически обработана. Хранят проволоку на складах в цехах в специальных шкафах.

В качестве защитных газов для механизированной сварки применяют аргон, гелий их смеси. Наиболее широко используют аргон высшего сорта по ГОСТ 10157-2016 [7].

Промышленное получение аргона производится из воздуха путем его сжижения. Температура кипения аргона ( $-186^{\circ}\text{C}$ ) ниже, чем кислорода ( $-183^{\circ}\text{C}$ ), и выше, чем азота ( $-190^{\circ}\text{C}$ ). В разделительных колоннах происходит избирательное испарение отдельных газов. Дальнейшим глубоким охлаждением и фрикционной перегонкой этой смеси повышают концентрацию аргона до требуемой величины. Очистку аргона от остатков кислорода производят путем беспламенного сжигания водорода в «сыром» аргоне в присутствии катализатора.

В чистом аргоне в виде примесей остаются небольшие количества кислорода, азота и влаги. Химический состав аргона высшего сорта приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав аргона высшего сорта по ГОСТ 10157-2016 [7]

Кислород, %	Азот, %	Влага (в нормальных условиях), %	Углеродо-содержащие соединения, %	Объемная доля чистого аргона, %
не более 0,0007	не более 0,005	не более 0,0009	не более 0,0005	не менее 99,9929

## 2.4 Расчет параметров режимов сварки

Бак изготавливается из листов толщиной 3 и 10 мм. В конструкции бака присутствуют стыковые (С4) и угловые швы (Т3) с катетом шва 8 мм. Для расчета швов алюминиевых сплавов не существует методики, поэтому

воспользуемся рекомендациями литературы [4] для назначения режимов (таблица 5).

Таблица 5 – Общие параметры режимов сварки [4]

Тип шва	Катет, мм	$I_{св}$ , А	$U_{д}$ , В	$V_{св}$ , м/ч	Расход газа, л/мин	Проходов
T3	8	270-300	24-26	20-25	8-12	2
C4	-	140-220	19-22	25-30	6-10	2

## 2.5 Выбор сварочного оборудования

При выборе сварочного аппарата необходимо исходить из следующих требований:

- обеспечивать необходимую для данного технологического процесса силу тока дуги и напряжение дуги;
- иметь необходимый вид внешней характеристики, чтобы выполнять условия стабильного горения дуги;
- иметь такие динамические параметры, чтобы можно было обеспечить нормальное возбуждение дуги и минимальный коэффициент разбрызгивания.

Назначаем сварочный аппарат EWM Tetrix 351 AC/DC. Сварочный аппарат для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом (РАД) и для ручной дуговой сварки (РДС). TETRIX 351 AC/DC – аппарат инверторного типа для сварки как при переменном, так и при постоянном токе. Может применяться для решения самого широкого спектра задач. Модель TETRIX 351 AC/DC продемонстрировала прекрасные результаты при сварке алюминия и его сплавов, в т.ч. листов разной толщины. Применяется в пищевой, химической промышленности, автомобилестроении, судостроении, для производства контейнеров и резервуаров, в монтажных работах и т.д.

Особенности сварочного инвертора TETRIX 351 AC/DC:



- функция activArc – более эффективная сварка во всем диапазоне мощности;
- функция Spotmatic – сокращает время прихватывания в два раза;
- повышенная устойчивость к скачкам напряжения;
- 4 варианта панели управления на выбор– Smart, Comfort, Classic, Synergic;
- функция Antistick – защита от прилипания электрода;
- система Hotstart – надежное зажигание дуги;
- максимальная экономичность при высокой производительности;
- эффективная система охлаждения с мощным центробежным насосом, пневматическим выключателем и большим баком;
- улучшенные воздухопроводы, электронное управление вентилятора;
- повышенная мобильность: большие колеса с одинаковой шириной колеи, подходит для транспортировки краном [8].

Технические параметры сварочного аппарата EWM Tetrix 351 AC/DC приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические параметры [8]

Наименование	Значение
Сетевое напряжение (допуски)	380 В
Сетевой предохранитель (инерционный)	3 x 25 А
Напряжение холостого хода	100 В
Диапазон регулирования сварочного тока	350 А
Продолжительность включения 40 °С	350 А / 60 %
Продолжительность включения 40 °С	300 А / 100 %
КПД	85 %
Вид сварки	РАД
Вид тока	АС/DC
Вид охлаждения	Водяное
Габариты (ДхШхВ) в мм	1100 x 455 x 1000
Вес	132 кг

### 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Заготовительные операции

Технологический процесс изготовления заготовок может включать следующие операции: правку, разметку, резку, обработку кромок, гибка и очистку под сварку.

Для изготовления элементов бака используется лист АМг2 3x1500x6000 и АМг2 10x1200x3000 по ГОСТ 21631-76 [9].

Листы поступают в цех пачками и транспортируются на место хранения мостовым краном и складировются большие листы на стеллажах вертикалом, а маленькие на подкладках в горизонтальном положении.

Разметку под резку производят по шаблонам для небольших заготовок и по линейке для больших заготовок.

Резка заготовок, включая отрезку и подготовку кромок, выполняется любыми способами, обеспечивающими необходимую форму, размеры и качество реза. Поэтому наиболее предпочтительным способом резки и подготовки кромок является механическая резка.

Для разделительной резки листового металла и вырезания отверстий назначаем машину плазменной резки металла с ЧПУ серии L50, технические характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики станков серии L50 [10]

Возможный размер рабочей зоны станка, мм	3050x1550; 3050x2050; 6050x1550; 6050x2050
Толщина разрезаемого металла, мм	0,5-50
Точность позиционирования, мм	± 0,05
Повторяемость программируемого контура, мм	± 0,1
Привод по осям X, Y	Шестерня рейка
Привод по оси Z	Шарико-винтовая пара
Вертикальный ход перемещения резака Z, мм	200

Продолжение таблицы 7

Скорость холостых перемещений резака, м/мин	15
Высота стола, мм	70
Максимальная толщина металла для укладки по грузоподъемности, мм	100
Грузоподъемность стола длиной 3м, кг	5000
Грузоподъемность стола длиной 6м, кг	10000
Вес станка, не более, кг	1000
Температура эксплуатации станка, гр. С	5-35
Напряжение питания терминала управления станком	1ф, 220 В, 50Гц
Мощность, потребляемая станком	1 кВт
Вентилятор системы дымоудаления	5,5 кВт, 1500 об/мин
Программное обеспечение (лицензионное, русифицированное)	Windows 7; Mach3; SheetCam

Во всех случаях нормативными документами перед сваркой предусматривается тщательная очистка от грязи, ржавчины, окалины и масляных пятен свариваемых кромок и наружной поверхности сопрягаемых деталей на ширину не менее 15 мм.

Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению в соответствии с требованиями чертежей, надлежит до сборки устранять зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника. Обработка кромок элементов под сварку может производиться кислородной, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой поверхности реза с удалением слоя толщиной не менее 1,5-2 мм. Поверхности кромок не должны иметь надрывов и трещин. Для обработки кромок в месте реза и зачистки поверхности перед сваркой применяется пневматическая шлиф машинка модели ИП-2203А VII.

### **3.2 Технологический процесс сборки и сварки бака кислотного раствора**

Детали, нарезанные в размер, поступают на сборочно-сварочный участок. Бак условно можно разделить на несколько блоков: сварка обечайки, нижнего и верхнего конусов и сборка бака из готовых деталей.

Последовательность сборки и сварки рассмотрена в комплекте технологической документации ФЮРА.000003.001.

### **3.3 Меры борьбы со сварочными напряжениями и деформациями**

При проектировании сварных конструкции необходимо считаться с возможностью появления в них остаточных напряжений и деформаций, и принимать меры для их предотвращения или ограничения в таких пределах, при которых влияние их не будет опасным.

Во время сварки алюминия существует возможность появления трещин из-за высокого уровня сокращения при затвердении по коэффициенту расширения. Эти трещины могут быть двух видов: Трещины сокращения во время затвердения и трещины из-за плавления.

*Трещины затвердения:* появляются внутри шва. Обычно образуются в центре. Образуются при появлении высоких напряжений во время сжатия при затвердении. Степень крепления свариваемых деталей влияет на их появление. Их образование зависит от структуры шва и характеристик процесса. Необходимо производить правильный выбор режима сварки для уменьшения риска появления трещин [5].

*Трещины плавления:* частичное плавление на стыке зерна основного металла рядом со швом и если частичные напряжения достаточны, возможно внутризерновое растрескивание.

Методы предотвращения деформаций и дефектов при сварке алюминиевых сплавов:

- проектирование соединений таким образом, чтобы сварка была как можно меньше во избежание больших деформаций детали. Чтобы избежать деформаций во время сварки, нужно предварительно деформировать сварочные стыки и соединить детали накладкой. Соединение должно строго контролироваться, так как чрезмерное ограничение на сжатие, производимое во время сварки, приводит к внутреннему напряжению. Это напряжение, достигнув высокого показателя, может обусловить появление трещин в сварке;

- использовать высокие скорости сварки. Производить минимальное количество проходов, так как деформация увеличивается с каждым проходом. Сокращать время между проходами. Выполнять швы минимально разрешенного размера. Использовать оптимальную очередность нанесения сварочных швов. Применение метода пилигримовой прокатки уменьшает деформации детали.

Рекомендации для механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом:

- использовать постоянный ток с обратной полярностью, так как при этом происходит самоочистка оксида алюминия;

- применять оборудование с пульсирующей дугой, это понижает нагрев материала, соответственно уменьшая деформацию;

- использовать систему подачи проволоки «тяги-толкай» (push-pull);

- использовать технику нагнетания в процессе сварки для лучшей очистки впереди сварочной ванны;

- контролировать подачу газа для избежание пористости;

- правильно располагать сварочную горелку в процессе сварки для большей эффективности защитного газа [5].

### 3.4 Контроль и исправление брака

Основная цель технологического контроля заключается в обеспечении выпуска высококачественной продукции, что достигается проведением мероприятий по предупреждению появления брака, то есть своевременное выявление дефектов и их устранение.

Дефекты в соединениях бывают двух типов: внешние и внутренние. В сварных соединениях к внешним дефектам относят наплывы, подрезы, наружные непровары и несплавления, поверхностные трещины и поры. К внутренним скрытые трещины и поры, внутренние непровары и несплавления, шлаковые включения и др.

Качество сварных соединений обеспечивают предварительным контролем материалов и заготовок. Текущим контролем за процессом сварки и пайки, и приемочным контролем готовых сварных соединений. В зависимости от нарушения целостности сварного соединения при контроле различают разрушающие и неразрушающие методы контроля [4].

При предварительном контроле основного и сварочных материалов устанавливают, удовлетворяют ли сертификатные данные в документах заводов-поставщиков требованиям, предъявляемым к материалам в соответствии с назначением и ответственностью сварных узлов и конструкций. Осматривают поверхности основного материала, сварочной проволоки и покрытий электродов в целях обнаружения внешних дефектов. Перед сборкой и сваркой заготовок, проверяется соответствует ли их форма и габаритные размеры установленным, а также контролируется качество подготовки кромок и свариваемых поверхностей.

При текущем контроле проверяют соблюдение сварщиками установленных параметров режима сварки и исправность работы сварочного оборудования. Осматривают сварные швы для выявления внешних дефектов и замеряют их геометрические размеры. Замеченные отклонения устраняют непосредственно в процессе изготовления конструкций.

Готовые сварные соединения в зависимости от назначения и ответственности конструкции подвергаются приемочному контролю: внешнему осмотру для выявления поверхностных дефектов и обмеру сварных швов; испытаниям на плотность, магнитному контролю, просвечиванию рентгеновским и гамма-излучением, ультразвуком для выявления внутренних дефектов.

По внешнему виду сварной шов должен соответствовать следующим требованиям:

- поверхность шва должна быть гладкой или равномерно чешуйчатой;
- высота усиления шва не должна быть более 0,5 мм;
- сварной шов не должен иметь наплывов, незаваренных кратеров, несплавленных кромок, прожогов и трещин.

При этом допускаются: подрезы основного металла глубиной не более 0,4 мм, а подрезы, превышающие указание выше нормы, допускается исправлять заваркой тонким швом той же сварочной проволокой, что и основной шов. Допускаются брызги на сварном шве и околошовной зоне в труднодоступных местах [4].

Контроль сварных швов, недоступных для осмотра после окончательной сварки конструкций, должен производиться до установки деталей, закрывающие эти швы.

Недопустимые дефекты сварного шва должны быть удалены обработкой резанием (механические или термические способы) с последующей зачисткой поверхности до металлического блеска.

Исправление дефектов в одном и том же месте допускаются не более двух раз. При последующем обнаружении дефектов изделия должны быть заменены новыми.

Контроль внешним осмотром подлежит каждый сварной шов. Метод позволяет обнаруживать дефекты минимального выявляемого размера при

осмотре и измерение сварного соединения с использованием оптических приборов с увеличением до 10 раз.

Во избежание возможного появления дефектов в сварном шве применяется предварительный контроль. Целью предварительного контроля является проверка качества исходных материалов, подготовки заготовок, качества сборки, сварочного оборудования, приборов и квалификации сварщиков. Качество основного металла определяется на основании маркировки и сертификатов, поступивших от завода - поставщика металла

Сварочная проволока контролируется на соответствие требованиям ГОСТ 7871-2019 [6] путём внешнего осмотра, обмера и химического анализа. Поверхность проволоки должна быть чистой, без грязи и масла. Каждая партия проволоки должна быть снабжена сертификатом.

Аргон контролируется на соответствие требованиям ГОСТ 10157-2016 [7] (чистоту и влажность).

Контроль качества заготовок путём внешнего осмотра и замеров должен производиться до начала сборки.



## 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность разработки технологии сборки и сварки бака кислотного раствора с использованием механизированной сварки в среде защитных газов.

### 4.1 Определение норм времени на сварку

Техническое нормирование производится в целях установления необходимых затрат времени на выполнение заданной работы в определенных организационно-технических условиях при полном и эффективном использовании средств в производстве и с учетом опыта передовых рабочих.

Нормирование механизированной и ручной аргодуговой сварки проводим по методике А.Д. Гитлевича Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах [11]. Рассчитаем основное время для каждого типа соединения (таблица 8).

Таблица 8 – Основное время для сварки в среде защитных газов и ручной аргодуговой сварки (на один метр шва)

Исходные данные	Сравниваемые способы	
	Ручная аргодуговая сварка (РАД)	Механизированная сварка в защитном газе (МСЗГ)
Скорость сварки, м/ч для угловых $F_H=32 \text{ мм}^2$ ;	8	22
для стыковых $F_H=23 \text{ мм}^2$	6	27

Определение основного времени на сварку производится по формуле:

$$t_0 = \sum \frac{60}{V_{св}}, \quad (1)$$

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

Подставляем значения в формулу (1) и получаем для РАД:

Стыковые швы:

$$t_{C4} = \frac{60}{6} + \frac{60}{6} = 20 \text{ мин.}$$

Угловые швы:

$$t_{T3} = \frac{60}{8} + \frac{60}{8} = 15 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (1) и получаем для механизированной сварки (МСЗГ):

Стыковые швы:

$$t_{C4} = \frac{60}{22} + \frac{60}{22} = 5,5 \text{ мин.}$$

Угловые швы:

$$t_{C4} = \frac{60}{27} + \frac{60}{27} = 4,4 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между РАД и МСЗГ, составляет для стыковых швов 14,5 мин, для угловых – 10,6 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 73 % и 71 %.

Необходимые данные для расчета значений времени  $t_{e.ш}$ ,  $t_{e.из}$ , а также коэффициента  $k_{об}$  получены из [11] (таблица 9).

Таблица 9 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	РАД	МСЗГ
Зачистка свариваемых кромок от налета и ржавчины перед сваркой	0,3	0,3
Зачистка сварного шва от окисных пленок	-	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,7	0,4
Осмотр и промер шва	0,37	0,3
Смена электродов	0,25	-
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку автомата	-	0,1
Подтягивание проводов	-	0,25
Зачистка шва от шлака после выполнения каждого прохода	0,6	-
Возврат сварщика в исходное положение	-	0,15
Откусывание огарков проволоки	-	0,1
Итого	2,2	1,9

Разница во вспомогательном времени сварки между РАД и МСЗГ, составляет 0,3 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 14 %.

Расчетные данные для вспомогательного времени, связанного с изделием и работой оборудования представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

Элементы работы	РАД	МСЗГ
Установка полуавтомата в начале шва, возврат, отключение	-	2,7
Установка, снятие и транспортировка изделия	4	4
Закрепление, открепление	-	0,5
Перемещения сварщика в исходное положение	0,2	-
Клеймение шва	0,21	0,21
Итого	4,41	7,41

Разница во вспомогательном времени, связанном с изделием и работой оборудования между РАД и МСЗГ, составляет 3 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 40 %.

Расчетные данные для подготовительно-заключительного времени, представлено в таблице 11.

Таблица 11 – Подготовительно-заключительное время для механизированной сварки и РАД сварки

№ п/п	Содержание работы	Вид сварки	Сложность работы	
			простая	сложн.
Время на партию, мин				
1	Получение производственного задания, документации, инструктажа мастера, получение инструмента	автоматическая	4,0	6,0
2	Ознакомление с работой	автоматическая	3,0	5,0
		ручная	2,0	4,0
3	Подготовка к работе баллона с газом, подключение и продувка шлангов	автоматическая	4,0	4,0
4	Установка, настройка и проверка режимов сварки	автоматическая	3,0	3,0
		ручная	1,0	1,0
5		автоматическая	4,0	7,0

	Подготовка рабочего места и приспособление к работе	ручная	2,0	4,0
6	Сдача работы	автоматическая	2,0	3,0
		ручная	2,0	3,0

Для МС  $t_{н.з} = 4 + 3 + 4 + 3 + 4 + 2 = 20$  мин;

Для РДС  $t_{н.з} = 4 + 2 + 0 + 1 + 2 + 2 = 11$  мин.

Разница в подготовительно-заключительном времени между РАД и МСЗГ, составляет 9 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 45 %.

Расчетные данные для штучного времени, представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Определим штучное время

Исходные данные	РАД	МСЗГ
$t_0$ – основное время на сварку, мин/м		
стыковые швы	20	5,5
угловые швы	15	4,4
$t_{в.ш.}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	2,22	1,9
$l$ – общая длина швов, м		
стыковые швы	2,5	2,5
угловые швы	13,6	13,6
$t_{в.и.}$ – вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	4,41	7,41
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,1	1,12

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{в.ш.}) \cdot l + t_{в.и.}] \cdot K_{об}, \quad (2)$$

где  $t_0$  - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{в.ш.}$  - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

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

$t_{\text{ВИЗ}}$  - вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$k_{\text{об}}$  - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

Подставляем значения в формулу (2) и получаем для РАД:

Стыковые швы:

$$T_{\text{шт}_1} = [(20 + 2,22) \cdot 2,5 + 4,41] \cdot 1,1 = 66 \text{ мин.}$$

Угловые швы:

$$T_{\text{шт}_2} = [(15 + 2,22) \cdot 13,6 + 4,41] \cdot 1,1 = 263 \text{ мин.}$$

Общее штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{шт}_1} + T_{\text{шт}_2} = 66 + 263 = 329 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (2) и получаем для МСЗГ:

Стыковые швы:

$$T_{\text{шт}_1} = [(5,5 + 1,9) \cdot 2,5 + 7,41] \cdot 1,12 = 29 \text{ мин.}$$

Угловые швы:

$$T_{\text{шт}_2} = [(4,4 + 1,9) \cdot 13,6 + 7,41] \cdot 1,12 = 104 \text{ мин.}$$

Общее штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{шт}_1} + T_{\text{шт}_2} = 29 + 104 = 133 \text{ мин.}$$

Разница в штучном времени сварки между РАД и механизированной сваркой (МСЗГ), составляет 196 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 60 %.

Расчетные данные для определения количества свариваемых баков за смену, представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Количество свариваемых баков за смену

Исходные данные	РАД	МСЗГ
$T_{\text{см}}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8
$T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин	329	133

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}}, \quad (3)$$

где  $T_{см}$  - продолжительность одной рабочей смены, ч

$T_{шт}$  – штучное время, мин

Подставляем значения в формулу (3) и получаем для РАД:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{329} \approx 1,5 \text{ шт.}$$

Подставляем значения в формулу (3) и получаем для МСЗГ:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{133} \approx 3,6 \text{ шт.}$$

Разница в размере партии между РАД и МСЗГ составляет 2,1 шт, что в процентном соотношении дает увеличение производительности на 140 %.

Расчетные данные для определения штучно – калькуляционного времени, представлено в таблице 14.

Таблица 14 – Штучно – калькуляционное время

Исходные данные	РАД	МСЗГ
$T_{шт}$ – штучное время	329	133
$t_{п.з.}$ – подготовительно – заключительное время	13	20
n – количество штук в смену	1,5	3,6

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n}, \quad (4)$$

где  $T_{шт}$  – штучное время, мин;

$t_{п.з.}$  – подготовительно заключительное время

n – размер партии

Подставляем значения в формулу (4) и получаем для РАД:

$$T_{шк} = 329 + \frac{13}{1,5} = 338 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (4) и получаем для МСЗГ:

$$T_{шк} = 133 + \frac{20}{3,6} = 139 \text{ мин.}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РАД и МСЗГ, составляет 199 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 59 %.

Расчетные данные для определения массы наплавленного металла, представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные	РАД	МСЗГ
F – площадь наплавленного металла, мм <sup>2</sup>		
Стыковых швов	46	46
Угловых швов	64	64
l – общая длина швов, м		
стыковые швы	2,5	2,5
угловые швы	13,6	13,6
γ - плотность наплавленного металла	2,7	2,7

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma, \quad (5)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм<sup>2</sup>;

l – длина шва, м;

γ - плотность наплавленного металла.

Подставляем значения в формулу (5) и получаем для РАД:

$$G_{n1} = 46 \cdot 2,5 \cdot 2,7 = 311 \text{ г};$$

$$G_{n2} = 64 \cdot 13,6 \cdot 2,7 = 2350 \text{ г.}$$

$$G_{общ} = 2,66 \text{ кг.}$$

Подставляем значения в формулу (5) и получаем для МСЗГ:

$$G_{н1} = 46 \cdot 2,5 \cdot 2,7 = 311 \text{ г};$$

$$G_{н2} = 64 \cdot 13,6 \cdot 2,7 = 2350 \text{ г}.$$

$$G_{\text{общ}} = 2,66 \text{ кг}.$$

Разница массе наплавленного металла между РАД и МСЗГ отсутствует.

## 4.2 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат [11].

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- сварочные материалы;
- защитный газ;
- основная зарплата;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- электроэнергия;
- ремонт оборудования.

### 4.2.1 Затраты на сварочные материалы

Основные данные по затратам на сварочные материалы представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	РАД	МСЗГ
$g_{нм}$ - масса наплавленного металла, кг/изд	2,66	2,66
$k_n$ - коэффициент, учитывающий отношение веса проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,08
$C_{см}$ – цена:		



неплавящихся электродов, руб	20	
алюминиевой сварочной проволоки, руб/кг	500	500

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{см} = g_{нм} \cdot k_n \cdot Ц_{см}, \quad (6)$$

где  $g_{нм}$  – масса наплавленного металла, кг/изд

$k_n$  – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла

$Ц_{см}$  – цена неплавящихся электродов/ электродной проволоки, руб/кг

Подставляем значения в формулу (6) и получаем для РАД:

$$C_{см} = 2,66 \cdot 520 \cdot 1,6 = 2213 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (6) и получаем для МСЗГ:

$$C_{см} = 2,66 \cdot 500 \cdot 1,08 = 1436 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между РАД и МСЗГ составляет 777 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 35 %.

#### 4.2.2 Затраты на защитный газ

Основные данные по затратам на защитный газ представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты на защитный газ

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РАД	МСЗГ
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	15	15
$t_0$ - основное время на сварку, мин/м	35	9,9
$l$ - длина сварного шва, м/издел	16,1	16,1
$Ц_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л	0,033	0,033

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{газ} = g_{газ} \cdot t_0 \cdot l \cdot Ц_{газ}, \quad (7)$$

где  $g_{газ}$  - норма расхода газа, л/мин

$t_0$  - основное время на сварку, мин/м

$l$  - длина сварного шва, м/издел

$Ц_{газ}$  - цена за единицу газа руб/л

Подставляем значения в формулу (7) и получаем для РАД:

$$C_{газ} = 0,033 \cdot 15 \cdot 16,1 \cdot 35 = 225 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (7) и получаем для МС:

$$C_{газ} = 0,033 \cdot 15 \cdot 16,1 \cdot 9,9 = 64 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между РАД и МСЗГ, составляет 161 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 72 %.

#### 4.2.3 Затраты на заработанную плату рабочих

Основные данные по затратам на заработную плату рабочим представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	РАД	МСЗГ
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	60000	60000
$F_{мп}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц $F_{мп} \approx 172$ часов/месяц	172	172
$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	338	139

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60}, \quad (8)$$

где  $C_{мз}$  – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мп}$  – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

$t_{шк}$  – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд.

Подставляем значения в формулу (8) и получаем для РАД:

$$C_3 = \frac{60000 \cdot 338}{172 \cdot 60} = 1965 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (8) и получаем для МСЗГ:

$$C_3 = \frac{60000 \cdot 139}{172 \cdot 60} = 808 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между РАД и МСЗГ, составляет 1157 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 59 %.

#### 4.2.4 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды

Основные данные по затратам на отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Отчисления на отчисления во внебюджетные фонды

Исходные данные	РАД	МСЗГ
$k_{отч}$ – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы	30,2 %	30,2 %
$C_3$ – Затраты на заработанную плату рабочих	1965	808

Определение затрат на отчисления во внебюджетные фонды производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100}, \quad (9)$$

где  $k_{отч}$  – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы;

$C_3$  – Затраты на заработанную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (9) и получаем для РАД:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \cdot 1965}{100} = 593 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (9) и получаем МСЗГ:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \cdot 808}{100} = 244 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления во внебюджетные фонды между РАД и МСЗГ составляет 349 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 59 %.

#### 4.2.5 Затраты на электроэнергию

Основные данные по затратам на электроэнергию представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	РАД	МСЗГ
$U$ – напряжение, В	20	25
$I$ – сила тока, А	140	230
$t_0$ - основное время на сварку, мин/м	35	9,9
$l$ - длина сварного шва, м/издел	16,1	16,1
$\eta$ – коэффициент полезного действия источника питания	0,8	0,85
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб	5,85	5,85

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл}, \quad (10)$$

где  $U$  – напряжение, В;

$I$  – сила тока, А;

$t_o$  - основное время сварки, мин/м;

$l$  – длина сварного шва, м/изд;

$\eta$  – коэффициент полезного действия источника питания;

$\Pi_{эл}$  – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (10) и получаем для РАД:

$$C_{эм} = \frac{20 \cdot 140 \cdot 35 \cdot 16,1 \cdot 5,85}{0,8 \cdot 60 \cdot 1000} = 192 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (10) и получаем для МСЗГ:

$$C_{эм} = \frac{25 \cdot 230 \cdot 9,9 \cdot 16,1 \cdot 5,85}{0,8 \cdot 60 \cdot 1000} = 112 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РАД и механизированной сваркой, составляет 80 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 42 %.

#### 4.2.6 Затраты на ремонт оборудования

Основные данные по затратам на ремонт оборудования представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	РАД	МСЗГ
$\Pi_j$ – цена оборудования соответствующего вида	56000	734580
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	338	139
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч (в 2023 при 8 часовом р. д.)	1973	1973
$k_3$ – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (11)$$

где  $\Pi_j$  – цена оборудования соответствующего вида;

$k_{рем}$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$t_{штк}$  – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд;

$F_{го}$  – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$k_3$  – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (11) и получаем для РАД:

$$C_p = \frac{56000 \cdot 0,25 \cdot 338}{1973 \cdot 0,8 \cdot 60} = 50 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (11) и получаем для механизированной сварки:

$$C_p = \frac{734580 \cdot 0,25 \cdot 139}{1973 \cdot 0,8 \cdot 60} = 270 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РАД и МСЗГ составляет 220 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 440 %.

#### 4.2.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Основные данные по текущим затратам представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Результаты расчетов

Наименование	РАД	МСЗГ	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы	2213	1436	777
2. Защитный газ	225	64	161
3. Основная зарплата	1965	808	1157
4. Отчисления во внебюджетные фонды	593	244	349
5. Электроэнергия	192	112	80
6. Ремонт	50	270	-220
Итого	5238	2934	2304

#### Выводы по разделу 4

По результатам расчетов разница в общих затратах на изготовление одного бака между РАД и МСЗГ составляет 2304 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 44 %.

Проведен технико–экономический анализ процесса изготовления бака кислотного раствора ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом и механизированной сваркой в среде защитного газа.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РАД и МСЗГ, составляет 199 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 59 %.

По затратам на сварку изделия выгодна механизированная сварка. Она обходится дешевле на 2304 руб. Можно сделать вывод, что применение механизированной сварки в среде защитных газов экономически оправдано.

## **5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

В процессе выполнения ВКР проводилось ознакомление бака кислотного раствора, изучение способов сварки и сварочных материалов, расчет режимов сварки, изучение используемого оборудования для сварки, а также последовательность сборки и сварки бака.

Актуальность работы заключается в замене способа ручной аргодуговой сварки неплавящимся электродом на более современный способ механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом сплошного сечения.

Объектом разработки является технология сборки и сварки бака кислотного раствора механизированной сваркой в среде углекислого газа.

Производство деталей бака расположено в Томской области, г. Томске. Общий размер цеха составляет 2000 м<sup>2</sup>. Рабочее место на сварочном участке, составляет 100 м<sup>2</sup>. Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика не должна быть меньше 4,5 м<sup>2</sup>.

Оборудование: полуавтомат для сварки EWM Saturn 301 MIG/MAG.

### **5.1 Производственная безопасность**

#### **5.1.1 Вредные факторы**

##### **5.1.1.1 Недостаточная освещенность**

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

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



В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- выбор системы освещения;
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;
- выбор нормируемой освещённости;
- расчёт освещения методом светового потока.

В данном расчётном задании для всех помещений рассчитывается общее равномерное освещение (таблица 23).

Таблица 23 – Габариты помещения

Параметр	Обозначение	Значение, м
Длина	A	12
Ширина	B	10
Высота помещения	H	3,5

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{рас}} = E_{\text{н}} \cdot S \cdot K_{\text{з}} \cdot Z/N \cdot \eta \quad (12)$$

где  $E_{\text{н}}$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05- 95 [12], лк;

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

$K_{\text{з}}$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли (табл. 4.9);

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{\text{ср}}/E_{\text{мин}}$ .

Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$N$  – число ламп в помещении;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока.

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

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A + B) \quad (13)$$

Проведем расчет индекса помещения:

Площадь помещения:

$$S = A \cdot B = 12 \cdot 10 = 120 \text{ м}^2$$

Индекс:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{120}{2.35 \cdot (12 + 10)} = 2.32$$

Согласно этим данным коэффициент использования светового потока будет равен 56 % или в долях = 0,56.

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно. Согласно методике [13], выбираем тип источника света.

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

Из уравнения 2 находим количество ламп для помещения

$$N = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / \Phi \cdot \eta = 200 \cdot 120 \cdot 1,3 \cdot 1,1 / 2800 \cdot 0,56 = 21,875;$$

Принимаем  $N=24$  лампы или 12 светильников.

Размещаем светильники в 3 ряда по 4 светильника в ряду с соблюдением условий:  $L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются  $L_A$  и  $L_B$ ),

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они

обозначаются  $L_A$  и  $L_B$ ),

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

Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$ .

Сначала определим световой поток расчетный.

$$\Phi = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / \eta = 200 \cdot 120 \cdot 1,3 \cdot 1,1 / 24 \cdot 0,56 = 2554 \text{ лм.}$$

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

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

Подставляя численные значения получаем:

$$- 10\% \leq (2800 - 2554) / 2554 \cdot 100\% \leq + 20\%,$$

$$- 10\% \leq +9,6\% \leq + 20\%.$$

Результат расчета укладывается в допустимые пределы.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = N \cdot P_i = 24 \cdot 40 \text{ Вт} = 960 \text{ Вт.}$$

Теперь определим расстояния между светильниками по длине и ширине помещения.

$$12000 = 3 \cdot L_A + 4 \cdot 1230 + 2/3 \cdot L_A; L_A = (12000 - 4920) \cdot 3/11 = 1930 \text{ мм;}$$

$$L_A/3 = 644 \text{ мм;}$$

$$10000 = 2 \cdot L_B + 3 \cdot 266 + 2/3 \cdot L_B; L_B = (10000 - 798) \cdot 3/8 = 3450 \text{ мм;}$$

$$L_B/3 = 1150 \text{ мм.}$$

Схема размещения светильников на потолке для обеспечения общего равномерного освещения изображена на рисунке 2.

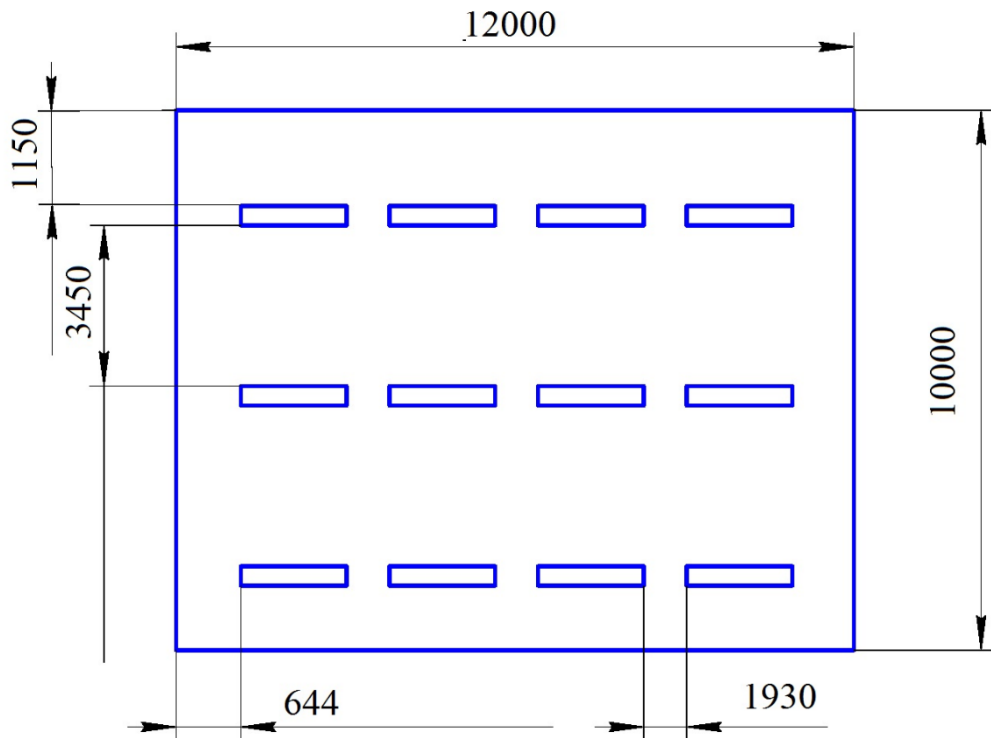


Рисунок 2 – План размещения светильников на потолке

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Подставляя численные значения получаем:

$$-10\% \leq (2800 - 2554) / 2554 \cdot 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq 9,6\% \leq +20\%$$

Результат расчета укладывается в поле допуска.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = N_l \cdot P_l = 40 \cdot 80 = 3200 \text{ Вт}$$

### 5.1.1.2 Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения

воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 24 и 25.

Таблица 24 – Оптимальные нормы микроклимата

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

Таблица 25 – Допустимые нормы микроклимата

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

Общая площадь рабочего помещения составляет 42 м<sup>2</sup>, объем составляет 147 м<sup>3</sup>. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14] санитарные нормы составляют 6,5 м<sup>2</sup> и 20 м<sup>3</sup> объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

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

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостатком - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14] объем воздуха необходимый на одного

человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м<sup>3</sup>. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м<sup>3</sup>, из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°С, а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно [14]. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [14].

### **5.1.1.3 Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ**

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается вентиляционным и рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 80 дБА [14].

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

Средства коллективной защиты:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов,

например любой пористый материал – шамотный кирпич, микропористая резина, поролон и др.);

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

Средства индивидуальной защиты;

1. применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

#### **5.1.1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ**

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14] напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц, 2,5 В/м в диапазоне от 2 до 400 кГц. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл, и 25 нТл в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В. В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Acer VN7-791 со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 [15] и ГОСТ 12.1.010- 76 [16]).

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП

характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) облучения (по ОСТ 54 30013-83 [17]):

а) до 10 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы (8 часов);

б) от 10 до 100 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 2 часов;

в) от 100 до 1000 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;

г) для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см<sup>2</sup>.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

#### СКЗ

1. защита временем;

2. защита расстоянием;

3. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

4. заземление экрана вокруг источника;

5. защита рабочего места от излучения.

#### СИЗ

1. Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

2. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO<sub>2</sub>).



### **5.1.1.5 Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ**

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

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

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

В данном проекте используют следующие токсиканты, представленные в табл. 1, их класс опасности, ПДК:

- аэрозоли (взвеси);
- химические реагенты.

В процессе проведения работ одним из основных вредных факторов является испарение летучих продуктов при выполнении монтажно – сборочных работ (пайка, наладка и т.д.). Испаренные летучие продукты применяемых при пайке припоев и флюсов могут нанести вред здоровью человека. Согласно [18] по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й - вещества высокоопасные;
- 3-й - вещества умеренно опасные;
- 4-й - вещества малоопасные.

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

Канифоль имеет 3 класс опасности и ПДК 4мг/м, способна вызвать аллергические реакции и присутствует в виде аэрозоля. Спирт этиловый имеет 4 класс опасности, ПДК 100 мг/м<sup>3</sup> и присутствует в виде паров.

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

СКЗ:

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

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

СИЗ:

Необходимо применять респираторы с абсорбционной приставкой.

## **5.1.2 Опасные факторы**

### **5.1.2.1 Электроопасность**

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного сприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [19].

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

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

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

Средства индивидуальной защиты:

1. Использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

### **5.1.2.2 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения**

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

Согласно НПБ 105-03 [20] лаборатория относится к категории В–горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 [21] (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам).

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

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

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

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

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

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

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

– специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-

вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 [22] и СНиП 2.04.05-86 [23];

- специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;
- первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77 [24], пенные огнетушители ТУ 22-4720-80 [25], ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);
- автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений предвзрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 3, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

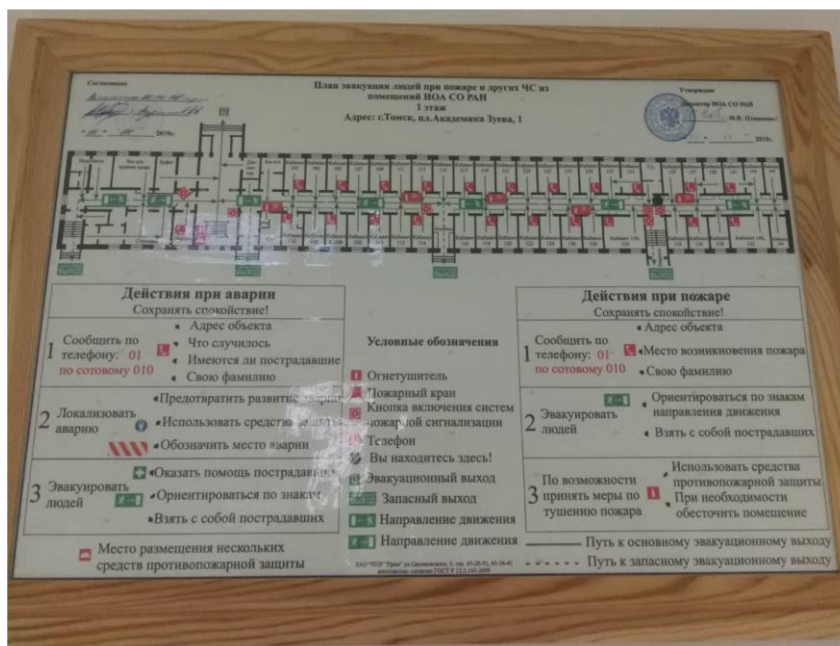


Рисунок 3 – План эвакуации

## 5.2 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

Отходами в сварочном производстве являются:

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

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов;
- в иные места (помещения) для временного хранения отходов.

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

Для подготовки деталей перед сваркой применяются обезжириватели поверхностей: ацетон, метиловый спирт.

Ветошь после использования должна быть

Для переработки ветоши после использования прекурсоров применяется термический способ утилизации – сжигание в специальных печах, предотвращающих выброс вредных веществ в окружающую среду.

Ответственность неправильную за утилизацию химических прекурсоров предусмотрена статьями 6.3. и 8.2. Кодекса РФ об административных правонарушениях [26].

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

Работа по сварке нефтепровода проводится в Новосибирской области с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном районе отсутствуют.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Масляные обогреватели нагреваются до температуры 110-150 градусов, поэтому довольно быстро способны отопить помещение. На время отсутствия сотрудников можно выставить на термостате температуру 10-15 градусов, и не бояться, что они замерзнут, придя на работу. Главное, учитывать, что суммарная мощность обогревателей была меньше электрической мощности источника их питания. А также желательно наличие дополнительного автоматического выключателя в распределительном щите для защиты от перегрузок.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии участок для проведения работ необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве.

## Перечень НТД

1. ГОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СП 2.4.3648-20. Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.



14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры.

## **Выводы по разделу 5**

Проект по разработки технологии сборки и сварки бака кислотного раствора механизированной сваркой в среде углекислого газа отвечает требования промышленной безопасности.

Все потенциально возможные вредные и опасные факторы на сварочном участке соответствует допустимым нормам.

Сварочный участок по категории электробезопасности согласно ПУЭ относится к опасным помещениям.

Сварщики имеют вторую группу электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Категорию тяжести труда сварщиков по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [27] относится к III категории работ, тяжелая.

Категория сварочного участка по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [28] относится к категории А, взрывоопасная.

Сварочный участок по степени воздействия на окружающую среду относится к объектам II категории.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения ВКР была разработана технология сборки и сварки бака кислотного раствора.

Для решения поставленной задачи были подобраны сварочные материалы, рассчитаны режимы сварки и произведен выбор сварочного оборудования.

Разработан комплект технологической документации на изготовление бака.

Произведено нормирование процесса сварки и сравнение с текущей технологией ручной аргонодуговой сваркой. Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РАД и механизированной сваркой, составляет 199 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 59 %.

По затратам на сварку изделия выгодна механизированная сварка. Она обходится дешевле на 2304 руб. Можно сделать вывод, что применение механизированной сварки в среде защитных газов экономически оправдано.

Для обеспечения безопасности производства были выявлены вредные и опасные факторы на сварочном участке и предложены меры по их устранению или защите от них.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Механизированная сварка корпусных конструкций из алюминиевых сплавов. Рубинчик Ю.Л. Л., «Судостроение», 1974. С. 136
2. Щипков М.Д. Сварка сплавов на основе алюминия и тугоплавких высокоактивных металлов. Учебное пособие. – Л.1983, с.80
3. Интернет источник: <https://nfmetall.ru>. Дата обращения: 30.05.23
4. Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432с. с ил.
5. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А. Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.3/ Под ред. Н.А. Ольшанского. 1978. 504с., ил.
6. ГОСТ 7871-2019 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов Технические условия.
7. ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия
8. Интернет источник: <https://ewm-rf.ru>. Дата обращения: 30.05.23
9. ГОСТ 21631-76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов
10. Интернет источник: <https://plazma-stanok.ru>. Дата обращения: 30.05.23
11. А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз, 1962 – 427 с.
12. СНиП 23-05- 95 Естественное и искусственное освещение
- 13 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение, 2016
- 14 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
15. ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования

16. ГОСТ 12.1.010- 76 Система стандартов безопасности труда. ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ Общие требования
17. ОСТ 54 30013-83 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
18. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
19. Правила устройства электроустановок ПУЭ (утв. Минэнерго России) (7-ое издание)
20. НПБ 105-03 Определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
21. СНиП 2.01.02-85 Противопожарные нормы
22. ГОСТ 12.4.021-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования
23. СНиП 2.04.05-86 Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование
24. ГОСТ 9230-77 Огнетушители CO<sub>2</sub> (углекислотные) передвижные. Технические условия
25. ТУ 22-4720-80 Огнетушитель химический воздушно-пенный ОХВП-10
26. Кодекса РФ об административных правонарушениях
27. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
28. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

Приложение А  
(обязательное)

**Комплект технологической документации**

Приложение Б  
(обязательное)  
**Комплект чертежей**

Оглавление

ФЮРА.000001.020 СБ Бак для кислотного раствора

чертеж А1

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ФЮРА.00000.00003

15

1

НИ ТПУ ИШНКБ  
Группа 3-1В81

ФЮРА.02000.003

ФЮРА.01000.00003

Емкость кислотного раствора

У

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет

СОГЛАСОВАНО:

Доцент ИШНКБ НИ ТПУ

А.А. Першина

УТВЕРЖДЕНО:

## КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

на технологический процесс сборки и сварки емкости кислотного раствора

ПРОВЕРЕНО:

Доцент ИШНКБ НИ ТПУ

А.С. Киселев

РАЗРАБОТАНО:

Студент

Р.С. Оржаников

Акт № 14-82 от 23.04.09

Руководство №1426

ТЛ

Титульный лист











Дубл.			
Взам.			
Подл.			

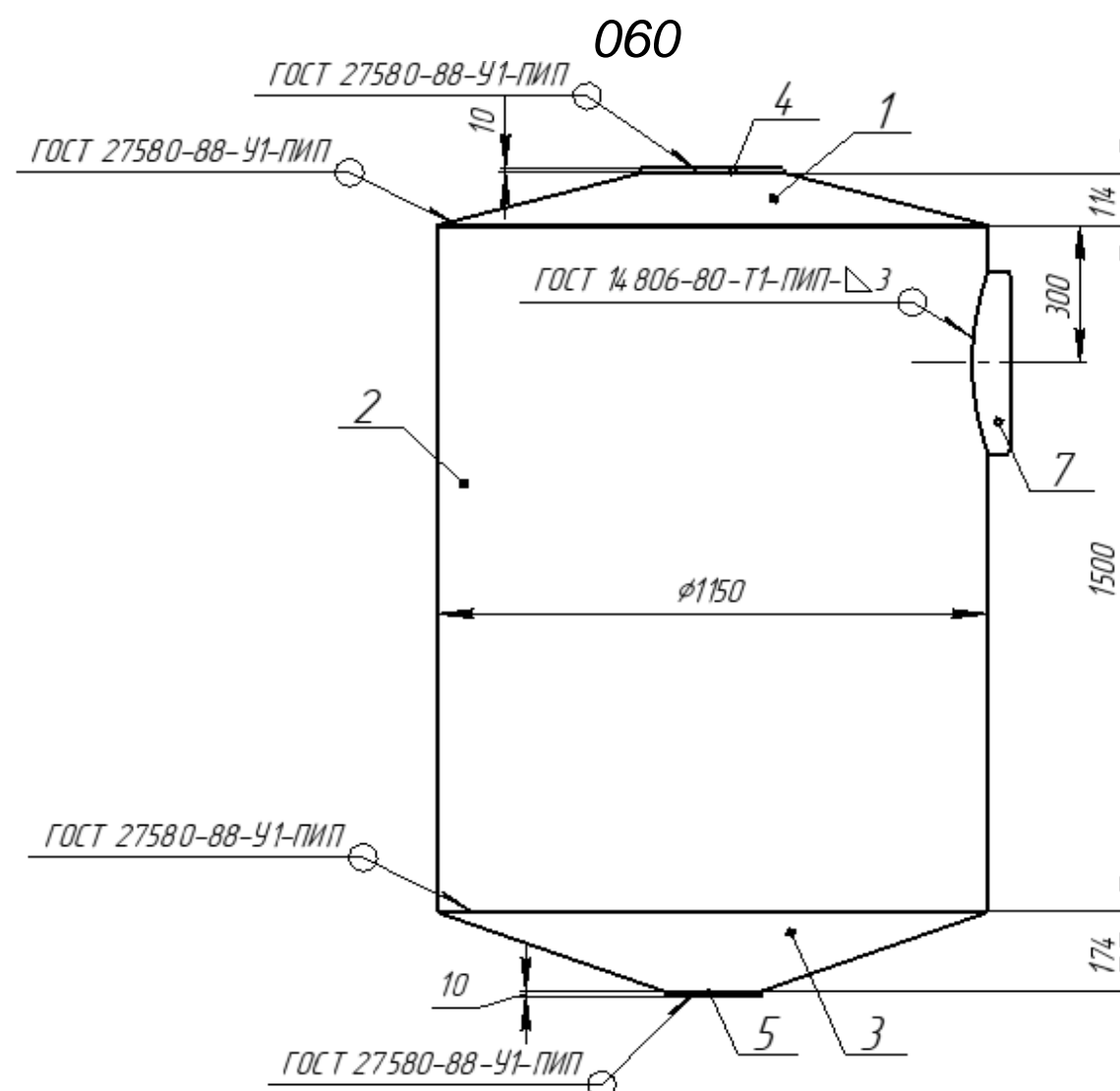
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.00007

5

ФЮРА 20190.0005

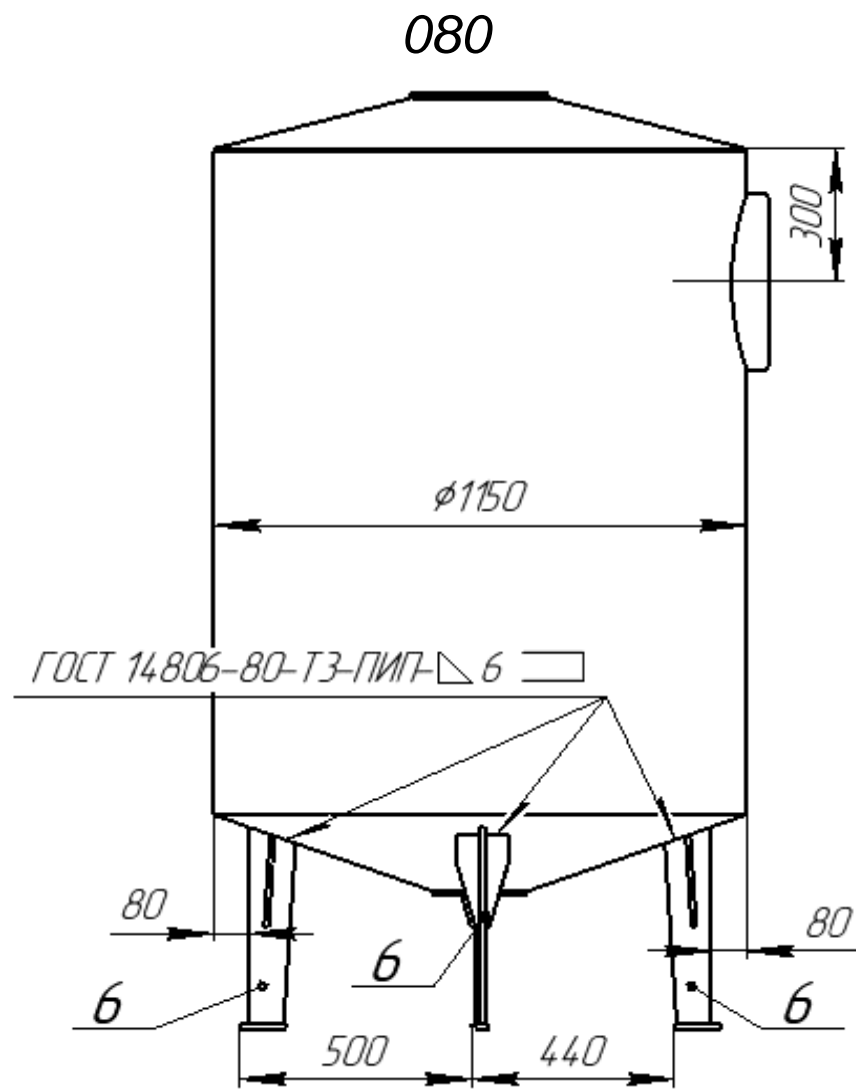
**КЭ**

Карта эскизов

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											ФЮРА 02190.00007	6		
											ФЮРА 20190.0006			
<b>070</b>														
<i>ТЗ</i>														
<p>ГОСТ 14.806-80-ТЗ-ПМП-6</p>														
<b>КЭ</b>	Карта эскизов													

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7а

Дубл.												
Взам.												
Подл.												
										ФЮРА 02190.00007		7
										ФЮРА 20190.0007		



**КЭ**

Карта эскизов





Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА.02190.00007

2

ФЮРА.10190.00002

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
A01	1	1	1	025	Сборка обечайки 2	ГОСТ 14806-80										
B02	Кран-балка, универсальный сварочный стол Siegmund, набор прижимной оснастки Siegmund, Сварочный аппарат EWM Tetrix 351 AC/DC					1	18466	4	1	2						
M03	Круги абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
M04	Сварочная проволока СвАМг3 Ø2 мм, аргон высший сорт					ГОСТ 7871-2019, ГОСТ 10157-2016										
O05	1. Собрать обечайку емкости, выдерживая размеры, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0002															
O06	2. Проставить прихватки механизированной аргонодуговой сваркой плавящимся электродом длиной 20-30 мм через каждые 100-150 мм															
T07	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
A08	1	1	1	030	Сварка обечайки 2	ГОСТ 14806-80										
B09	Кран-балка, универсальный сварочный стол Siegmund, набор прижимной оснастки Siegmund, Сварочный аппарат EWM Tetrix 351 AC/DC					1	19905	5	1	2						
M10	Круги абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
M11	Сварочная проволока СвАМг3 Ø2 мм, аргон высший сорт					ГОСТ 7871-2019, ГОСТ 10157-2016										
O12	1. Сварить обечайку емкости механизированной аргонодуговой сваркой плавящимся электродом, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0002															
T13	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
14																
15																
МК																











