



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
Разработка технологии сборки и сварки бака из сплава АМГЗ для хранения воды

УДК 621.791.01:624.953

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Шимко Алексей Владимирович		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Т.Г.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Дерюшева В.Н.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
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
Общепрофессиональные компетенции	
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
Профессиональные компетенции	
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
ПК(У)-4	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
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-16	Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК(У)-17	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
ПК(У)-18	Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
ПК(У)-19	Способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
ДПК(У)-1	Способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
ДПК(У)-2	Способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
ДПК(У)-3	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	Шимко Алексей Владимирович

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки бака из сплава АМГЗ для хранения воды	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 37-63/с от 06.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	30.05.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i>	Чертёж бака объёмом 50 л для воды Материал конструкции АМГЗ по ГОСТ 21631-76 Тип производства – серийный
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <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>	1. Обзор литературы 2. Описание конструкции 3. Обоснование выбора способа сварки 4. Разработка технологии сборки и сварки 4.1. Заготовительные операции 4.2. Расчет параметров режима сварки 4.3. Выбор сварочного оборудования 4.4. Сборка и сварка 4.5. Выбор сварочного оборудования 4.6. Сварочные напряжения, деформации и методы борьбы с ними 4.7. Дефекты сварки и методы их контроля

	5. Комплект технологической документации
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	План раскроя заготовок Конструктивные элементы кромок Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Т.Г., к.э.н., доцент ОСНГ
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М., д.т.н., профессор ООД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	08.02.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Шимко Алексей Владимирович		



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>

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-1В81	Шимко Алексей Владимирович

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки бака из сплава АМГЗ для хранения воды

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	30.05.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2023	Обзор литературы	10
28.02.2023	Описание конструкции	10
15.03.2023	Обоснование выбора способа сварки Рекомендации по изготовлению конструкции	10
30.03.2023	Расчет параметров режима сварки Выбор сварочного оборудования	10
05.04.2023	Методы борьбы со сварочными деформациями	10
20.04.2023	План раскроя заготовок Заготовительные операции	10
05.05.2023	Сборочные операции	10
15.05.2023	Сварочные операции Контроль качества сварных соединений	10
25.05.2023	Комплект технологической документации	10
01.06.2023	Заключение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Шимко Алексей Владимирович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 87 с., 3 рис., 24 табл., 23 источника, 2 прил.

Ключевые слова: технологический процесс, бак для хранения воды, сборка и сварка, РАД сварка, сплав АМГЗ.

Объектом разработки бак для хранения воды.

Цель работы – разработать технологию изготовления бака для хранения воды.

В ходе работы проводились расчеты параметров режима дуговой сварки, разрабатывались технологические документы, изучались методики сборки и сварки.

В результате расчетов были получены оптимальные режимы сварки.

Основные технологические, технико-эксплуатационные и конструктивные характеристики:

Область применения: ёмкости для хранения воды.

Актуальность работы: в настоящее время для сварки цистерн из алюминиевых сплавов объемом 18 м^3 и более используется современная технология сварки трением с перемешиванием, которая отличается высокой производительностью, но требует больших капиталовложений.

Актуальность заключается в том, что в настоящее время востребованы и широко применяются алюминиевые цистерны небольших объемов в химической, нефтяной и пищевой промышленности. Водопроводная вода, может быть не пригодна для пищевых целей, поэтому емкость для хранения питьевой воды – объективная необходимость.

В связи с этим возникает необходимость разработки технологии дуговой сварки ёмкости объёмом $0,05 \text{ м}^3$ из алюминиевого сплава: выбора способа сварки, сварочных материалов, расчета параметров режима сварки и назначения последовательности и содержания сборочно-сварочных операций.

В первом разделе «Литературный обзор» рассмотрены физические, химические и технологические свойства алюминия и его сплавов. Так же проблемы при его сварке и способы, используемые при сварке алюминия и его сплавов.

Во втором разделе «Описание сварной конструкции» рассмотрена конструкция бака, химические и механические свойства сплава АМГЗ и предложены меры по решению проблем при сварке.

В третьем разделе «Обоснование выбора способа сварки, режимов, сварочных материалов и оборудования» предложен наилучший вариант сварки бака с обоснованием выбора.

В четвертом разделе «Технология изготовления бака» разработана технология для сборки и сварки анодной обшивки, а также предложены меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями.

В заключении изложены результаты разработки технологического процесса: проблемы разработки для данной конструкции и способы их разрешения.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	11
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Материал сварной конструкции и особенности его сварки	12
1.1.1 Свариваемость алюминиевых сплавов	13
1.1.2 Конструктивные и технологические особенности сварки алюминия .	13
1.2 Способы сварки алюминиевых сплавов	15
1.2.1 Сварка плавящимся электродом в инертных газах	16
1.2.2 Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в инертных газах	20
1.2.3 Электронно-лучевая сварка	23
1.2.4 Лазерная сварка	25
2 ОПИСАНИЕ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ	27
3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА СВАРКИ, РЕЖИМОВ, СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ	29
3.1 Рекомендации по изготовлению конструкции.....	30
4 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАКА	32
4.1 Заготовительные операции	32
4.2 Расчёт параметров режима сварки	34
4.3 Подбор сварочных материалов.....	38
4.4 Сборка и сварка	40
4.5 Выбор сварочного оборудования	41
4.6 Сварочные напряжения, деформации и меры борьбы с ними	43
4.7 Дефекты сварки и методы их контроля	45
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	49
5.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии.....	49
5.2 Определение норм времени на сварку	50
5.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки	55
5.3.1 Затраты на сварочные материалы	56
5.3.2 Затраты на защитный газ.....	57
5.3.3 Затраты на заработанную плату рабочих	57

5.3.4 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	58
5.3.5 Затраты на электроэнергию	59
5.3.6 Затраты на ремонт оборудования	60
5.3.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва	61
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	65
6.1 Производственная безопасность	65
6.1.1 Вредные факторы	65
6.1.2 Превышение уровней шума	67
6.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений	68
6.1.4 Наличие токсикантов, (запыленность, загазованность), ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ	69
6.1.5 Недостаточная освещенность.	70
6.1.6 Поражение электрическим током и УФ излучением	74
6.2 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R _{заземления} , СКЗ, СИЗ	77
6.2.1 Поражение электрическим током	77
6.2.2. Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения	78
6.2.3 Работа на механическом оборудовании и слесарном инструменте, СКЗ, СИЗ	80
6.3 Экологическая безопасность	81
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
Заключение	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	86
Приложение А (Чертеж сварной конструкции)	88
Приложение Б (Комплект технологической документации)	90

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время востребованы и широко применяются алюминиевые цистерны небольших объемов в химической, нефтяной и пищевой промышленности. Водопроводная вода, может быть не пригодна для пищевых целей, поэтому емкость для хранения питьевой воды – объективная необходимость.

В связи с этим возникает необходимость разработки технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 0,05 м³ из алюминиевого сплава: выбора наиболее эффективного способа сварки, сварочных материалов, расчета параметров режима сварки, изучения особенностей сварки алюминиевых баков, назначения последовательности и содержания сборочно-сварочных операций.

Описанная задача является актуальной и востребованной в современном производстве, поскольку алюминиевые баки широко применяются в химической, нефтяной и пищевой промышленности.

Поэтому целью данной работы является разработка технологии дуговой сварки ёмкости объёмом 0,05 м³ из алюминиевого сплава.

Предмет работы – дуговая сварка угловых соединений листов из сплава АМГЗ толщиной 1,6 мм. Разработанный технологический процесс сварки должен не только обеспечивать получение надежных сварных соединений и конструкций, отвечающих всем эксплуатационным требованиям, но должен также допускать максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления изделия.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- обосновать предлагаемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты параметров режима сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки и сварки ёмкости;
- произвести расчет экономического обоснования внедрения проекта.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Материал сварной конструкции и особенности его сварки

Сплав АМГЗ – это алюминиевый сплав, содержащий магний (около 3%). Он обладает хорошей деформируемостью, высокой коррозионной стойкостью и в целом, этот сплав является хорошо свариваемым материалом. Он также приемлемо поддаётся резке, но его твёрдость, прочность на растяжение и предел текучести находятся выше среднего уровня. В результате, модуль упругости этого сплава относительно низкий.

Магний является одним из самых лёгких металлов, устойчивых к окислению на воздухе. Сплав алюминия с магнием будет иметь более низкую плотность по сравнению с чистым алюминием, хотя разница невелика и составляет примерно 0,01 г/см².

В таблице 1.1 приведён химический состав для алюминиевого сплава согласно ГОСТ 4784-97.

Таблица 1.1 – Химический состав сплава АМГЗ, % [1]

Al	Mg	Si	Mn	Fe	Zn	Cu	Ti	Cr
основа	3,2-3,8	0,5-0,8	0,3-0,6	до 0,5	до 0,2	до 0,1	до 0,1	до 0,05

Необходимо учитывать, что при увеличении содержания магния в сплаве возрастает твёрдость полуфабрикатов, однако пластические свойства ухудшаются. Магниевого сплавы типа АМг1-АМг4 характеризуются хорошей деформируемостью как в холодном, так и в горячем состоянии, в то время как сплавы с более высоким содержанием магния сложнее поддаются деформации и требуют дополнительных отжигов. Механические свойства сплава АМГЗ приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Механические свойства сплава АМГЗ, T=20 °C [1]

Предел прочности σ_b , МПа	Предел текучести σ_t , МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сжатие ψ , %	Ударная вязкость КСЧ, кДж/м ²
230	120	25	-	0,4

Сплав АМГЗ широко используется в различных областях промышленности и хозяйства для изготовления коррозионностойких сварных и клепанных конструкций. Этот сплав используется в авиационной и автомобильной промышленности - для изготовления резервуаров, крыльев, радиаторов и других деталей, в судостроении - для надпалубных надстроек, а в производстве - для бытовых и строительных материалов, таких как оконные и дверные профили, перегородки, фасады зданий и другие конструкции. Также он может использоваться в производстве спортивного оборудования, мебели и других изделий. Свариваемость и коррозионная стойкость играют важную роль в производстве ёмкостей, поэтому АМГЗ также широко используется в этом секторе.

1.1.1 Свариваемость алюминиевых сплавов

Алюминий и его сплавы свариваются многими способами по сравнению с другими металлами. Однако важно понимать химические и физические свойства алюминия при использовании различных процессов соединения.

При сварке необходимо учитывать свойства алюминиевых сплавов такие как его оксидные характеристики, теплопроводность, электропроводность, немагнитность, минимальные изменения цвета при нагреве и разнообразие механических свойств и температур плавления, которые возникают при сплавлении с другими металлами.

Температура плавления оксида алюминия составляет примерно 2050 °С, что значительно выше температуры плавления основного сплава. Если оксид не удаляется или не замещается, это может привести к неполному сплавлению. В некоторых случаях для удаления оксида с поверхности соединения используют хлориды и фториды. Однако необходимо удалить эти вещества после сварки, чтобы избежать возможных проблем с коррозией при эксплуатации.

Расплавленный алюминий быстро поглощает водород, при этом твердый алюминий имеет ограниченную растворимость водорода. Водород считается

основной причиной пористости сварных швов из алюминия. Высокая температура плавящегося металла способствует поглощению водорода, но при затвердевании его растворимость существенно уменьшается. Избыточный водород сверх предельной растворимости приводит к газовой пористости, если он не выходит из затвердевающего металла сварного шва.

Для дуговой сварки алюминиевых сплавов имеет большое значение их высокая электропроводность. Чистый алюминий обладает электропроводностью, равной 62% электропроводности чистой меди. Это свойство позволяет использовать контактные зажимы, на большом расстоянии от места сварки, а также длинные токоподводящие кабели, поскольку не происходит нагревания электрода за счет сопротивления, что часто наблюдается при использовании железосодержащих электродов.

Алюминий обладает примерно в шесть раз большей теплопроводностью по сравнению со сталью. Несмотря на более низкую температуру плавления алюминиевых сплавов, по сравнению с железосодержащими сплавами, сварка алюминия требует большего теплового воздействия из-за его высокой удельной теплоемкости. Высокая теплопроводность алюминия делает его чувствительным к колебаниям вводимого тепла во время процесса сварки.

Большинство сортамента алюминия может быть сварено, включая прокатные формы (лист, пластина, экструзия, штамповка, пруток, стержень и штамповка методом ударного формования), а также песчаные и литейные формы. Однако обычные литейные формы вызывают избыточную пористость как в сварном соединении, так и в основном металле рядом со швом из-за наличия внутреннего газа. Вакуумные литейные формы, напротив, показывают отличные результаты для сварного шва. Пористость из-за внутреннего газа также может возникать при сварке деталей, произведенных порошковой металлургией. Химический состав сплава играет более значительную роль в определении свариваемости алюминиевого сплава, чем его конкретная форма.

При выборе подходящей сварочной присадки особенно важно учитывать условия применения и заданные механические свойства сваренной детали. Хотя для соединения многих сплавов и комбинаций сплавов можно использовать разнообразные сварочные материалы, только один из них может быть оптимальным для конкретного применения.

Основные факторы, которые обычно учитываются при выборе сварочной присадки, включают:

- легкость сварки;
- прочность сварного шва на растяжение или сдвиг;
- пластичность сварного шва;
- рабочая температура;
- сопротивление коррозии;
- соответствие цвета сварного шва и базового сплава после анодирования;
- чувствительность к трещинам при сварке.

Алюминиевые сплавы, подвергаемые термообработке, являются более сложными с металлургической точки зрения и больше подвержены горячим трещинам, вызванным переходом зоны термического влияния (ЗТВ) в жидкое состояние во время сварки. В таких случаях обычно используется заполняющий сплав отличного состава с более высоким содержанием растворенных пластичных и раскислительных компонентов (например, меди и кремния).

1.1.2 Конструктивные и технологические особенности сварки алюминия

Конструктивные особенности стыка играют важную роль в технологии производства, поскольку это влияет на удобство и возможность исполнения соединения.

При проектировании конструкции необходимо учитывать такие факторы, как толщина свариваемых кромок, доступность сварки и функциональность сварного изделия. Необходимо учитывать тип соединения стыковое, тавровое, угловое, нахлёстанное) для определения параметров сварки.

Проектирование стыков выполняется в соответствии с требованиями прочности соединяемых сплавов, толщине материала, типе и расположению стыка, доступности сварки и особенностями сварочного процесса. При выборе конструкции стыка следует учитывать, что сварка в горизонтальном или нижнем положении предпочтительна для всех процессах дуговой сварки. Это положение позволяет легче выполнять сварной шов высокого качества с высокой скоростью сварки. Большие сварочные ванны, получающиеся в горизонтальном положении, обеспечивают более медленное охлаждение и затвердевание, способствуя выходу газов из шва. Снижается пористость сварного шва, что приводит к снижению затрат и лучшему качеству соединения по сравнению с другими положениями. Статическая прочность сварного шва определяется площадью поперечного сечения, которая должна быть рассчитана на передачу предусмотренной рабочей нагрузки.

При использовании процессов аргонодуговой сваркой вольфрамовым электродом и плавящимся электродом максимальная глубина проплавления свариваемого металла 3 мм для неплавящегося и 6 мм для плавящегося электрода. Поэтому, для сварных швов толще заданных требуется сделать разделку кромок.

1.2 Способы сварки алюминиевых сплавов

Для сварки алюминия доступны многие способы. Самый распространённый из них это аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

Процесс аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом применяется для сварки материалов толщиной от 0,25 до 150 мм и может использоваться во

всех положениях. Благодаря своей относительно низкой скорости, он обеспечивает высокую маневренность при сварке. Обеспечивает отличный контроль переноса металла и позволяет получать прочные и качественные сварные швы. Завершающие дефекты сварных швов легко устраняются, поскольку сила тока постепенно снижается с помощью кнопки или электронного управления.

При использовании переменного тока обеспечивает очистку поверхности от оксидов дугой в положительной половине цикла и проплавление при работе электрода с отрицательной полярностью.

На постоянном токе с отрицательной полярностью может быть использован для сварки алюминия вручную или механизировано.

Электронно-лучевая сварка производится в вакуумной камере, что обеспечивает глубокое и узкое проникновение при высоких скоростях сварки. Низкий тепловой ввод обеспечивает наивысшие прочностные характеристики при сварке термообрабатываемых сплавов. Высокий тепловой градиент от сварки в основной материал создает ограниченные металлургические изменения и наименьшую вероятность растрескивания при сварке стыковых швов без добавки присадки.

Лазерная сварка считается эффективным процессом соединения алюминия с появлением коммерчески доступных стабильных лазерных систем высокой мощности. Из-за высокой отражательной способности алюминия требуется относительно высокая плотность излучения для эффективного ввода тепла лазерного луча в алюминиевый сплав.

1.2.1 Сварка плавящимся электродом в инертных газах

Процесс сварки плавящимся электродом в среде защитных газов получил широкое применение в различных отраслях промышленности, от производства автомобилей до магистральных газопроводов. Этот процесс дуговой сварки использует непрерывно подаваемую проволоку как электрод и присадочный материал, при этом дуга и сварочная ванна защищаются

инертным газом. Процесс имеет ряд преимуществ, включая высокую скорость сварки, более низкую зону термического влияния по сравнению со сваркой неплавящимся электродом, эффективное удаление оксидных пленок во время сварки и возможность сварки в любых пространственных положениях.

В процессе сварки обычно используется постоянный ток с прямой полярностью. Такая конфигурация обеспечивает эффективное удаление оксидных пленок.

Современные достижения в области источников питания позволяют также использовать сварку плавящимся электродом с переменным током. При такой конфигурации большая часть тепла, генерируемого в дуге, возникает на положительном полюсе, то есть на электроде. Это приводит к высокой скорости сгорания проволоки и эффективному переносу тепла в сварочную ванну. Однако при низких сварочных токах кончик непрерывно подаваемой проволоки может не успевать полностью расплавиться, не погружаясь в сварочную ванну, вызывая короткое замыкание. В результате проволока расплавляется, подобно плавящемуся предохранителю, и расплавленный металл притягивается в сварочную ванну за счет поверхностного натяжения. Затем дуга восстанавливается, и цикл повторяется. Если параметры сварки не настроены должным образом, это может привести к избыточному разбрызгиванию и несплавлениям из-за низкого ввода тепла.

При более высоких сварочных токах присадочная проволока расплавляется от кончика и переносится через дугу в виде расплавленных капель, известного как капельный перенос. Этот способ переноса обеспечивает значительно меньше брызг и более глубокое проникновение в основной металл по сравнению с режимом погружения. При сварке алюминия с использованием сварки плавящимся электродом низкая температура плавления алюминия позволяет осуществлять рассеянный перенос даже при относительно низких сварочных токах, что приводит к отсутствию брызг в швах.

Рассматриваемый процесс сварки основан на использовании источника питания, обеспечивающего постоянный ток, и зависимость между сварочным током и напряжением, известной как динамическая характеристика источника питания. Для стабильной и высококачественной сварки важно выставить значения скорости сгорания проволоки в дуге с скоростью подачи проволоки. Для достижения этого контроля многие источники питания для сварки имеют плоскую или постоянную характеристику напряжения. Эта характеристика особенно важна при сварке вручную.

Во время сварки сварщик не может поддерживать постоянную длину и дугу. Дрожь рук или перемещение во время сварки приводят к изменению длины дуги, что влияет на напряжение дуги. В случае использования источника питания с плоской характеристикой даже небольшое увеличение длины дуги приводит к увеличению напряжения дуги и значительному снижению сварочного тока. Это изменение тока влияет на скорость сгорания проволоки, вызывая приближение кончика проволоки к сварочной ванне, что приводит к уменьшению напряжения и увеличению тока. Так образуется самонастраивающаяся дуга, которая поддерживает постоянную длину дуги и скорость нанесения наполнителя, независимо от движения горелки.

Скорость реакции источника питания на изменения длины дуги, как при переходе в режим покрытия, так и при режиме распыления, определяется индуктивностью в сварочной цепи. Индуктивность контролирует скорость изменения сварочного тока и значительно влияет на качество сварки. Недостаточная индуктивность приводит к быстрому возрастанию сварочного тока, что вызывает разбрызгивание и перегорание проволоки. Слишком высокая индуктивность препятствует быстрому плавлению проволоки, в результате чего кончик проволоки может залипнуть в сварочной ванне или выступать из шва с обратной стороны стыка. Поэтому очень важно правильно настроить источник питания с учетом необходимой индуктивности при изменении диаметра проволоки или скорости подачи проволоки.

Можно выделить следующие 3 недостатка метода:

- сильное разбрызгивание при сварке, что увеличивает расход материала и снижает характеристики металла в месте попадания брызг;
- необходимость в соблюдении технологии из-за высокой вероятности образования пористости и низкой прочности металла шва;
- повышенная вероятность коррозии шва из-за плохой отделимости шлаковой корки.

1.2.2 Сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в инертных газах

Процесс аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом является методом дуговой сварки, в котором используется электрод из вольфрама и инертный газ для защиты электрода, дуги и сварочной ванны. Дуга сварки служит исключительно источником тепла, и сварщик может выбирать, использовать ли присадочную проволоку. Процесс сварки легко контролируется, позволяя делать сварные швы без подложки и осуществлять сварку тонких деталей при очень низких токах. Процесс обеспечивает высокое качество сварного металла, хотя для достижения оптимальных результатов требуются высококвалифицированные сварщики. Сварка неплавящимся электродом имеет меньшую скорость сварки и скорость подачи материала в сравнении с плавящимся электродом, что в некоторых ситуациях делает ее менее эффективной с точки зрения затрат.

Обычно применяется для тонких алюминиевых листовых материалов толщиной до 6 мм. Обеспечивает более мелкое мелкокапельный перенос.

Основное оборудование для аргонодуговой сварки включает источник питания, сварочный горелку, снабжение инертным защитным газом и систему водяного охлаждения.

Традиционно используется постоянный ток с электродом, подключенным к отрицательному полюсу источника питания. Однако сварка с использованием этой полярности удаляет оксиды не эффективно. Еще одна

отрицательная характеристика такой конфигурации состоит в том, что большая часть тепла генерируется на положительном полюсе.

Подключение электрода к положительному полюсу приводит к перегреву и плавлению вольфрамового электрода. Поэтому ручная аргонодуговая сварка алюминия обычно выполняется с использованием переменного тока, где удаление оксидной пленки происходит в положительной половине цикла электрода, а охлаждение электрода и проплавление шва осуществляются в отрицательной половине цикла синусоиды переменного тока. Дуга гасится и зажигается каждую половину цикла, когда ток дуги проходит через ноль, что происходит 100 раз в секунду при питании от источника переменного тока частотой 50 Гц (два зажигания за каждый цикл питания). Для обеспечения мгновенного повторного зажигания дуги применяется высокочастотный ток с высоким напряжением, создающий непрерывное разрядное пламя, которое преодолевает промежуток между дугой. Это ионизирует газ в зазоре дуги, облегчая стабильное горение сварочной дуги с минимальной задержкой.

Алюминий обладает плохими свойствами эмиссии электронов, что затрудняет повторное зажигание дуги в положительном полупериоде электрода. Если возникает задержка в зажигании, то во время положительного полупериода протекает меньший ток по сравнению с отрицательным полупериодом. Это называется частичной выпрямлением и может привести к полному выпрямлению, когда во время положительного полупериода ток не протекает. В результате дуга становится нестабильной, процесс очистки затрудняется, а во вторичной цепи источника питания может возникнуть постоянный ток, что приводит к перегреву трансформатора. Чтобы предотвратить это, в старых источниках питания применяется противоположный ток от аккумуляторов, а в современном оборудовании используются блокирующие конденсаторы в цепи источника питания.

Самое современное оборудование использует твердотельную схему и обеспечивает возможность генерации формы переменного тока в виде

квадратной волны, в отличие от старого оборудования, которое создает синусоидальную волну. Такие источники питания позволяют регулировать частоту волны и баланс положительного и отрицательного токов путем изменения длительности положительной и отрицательной составляющей полупериодов.

Инверторные устройства обеспечивают высокий уровень контроля, позволяя регулировать длительность отрицательной фазы электрода от 50% до 90% цикла.

Повышение частоты приводит к более фокусированной дуге, улучшенному проплавлению, более высоким скоростям сварки и снижению деформаций. Увеличение длительности отрицательной фазы электрода обеспечивает большую проникающую способность и более высокие скорости перемещения, хотя это снижает очищающий эффект катода. Сдвиг квадратной волны в сторону положительной фазы электрода уменьшает проникновение, что полезно при сварке тонких материалов, и расширяет профиль шва.

Еще одно значительное отличие между старыми моделями и источниками питания на основе инверторов заключается в том, что цикл квадратной волны проходит через точку нулевого тока гораздо быстрее, чем синусоидальная волна. Это позволяет устранить необходимость в постоянном высокочастотном токе для стабилизации дуги и снизить риск повреждения чувствительного электронного оборудования. Однако высокочастотный ток все равно требуется для инициирования дуги. Отсутствие постоянного высокочастотного тока может привести к нестабильности дуги на очень чистых поверхностях или неровных поверхностях. Источники питания на основе инверторов также решают проблему отслеживания тока между двумя близко расположенными дугами, что может повредить цепи управления.

Источники питания с квадратной волной имеют дополнительное преимущество в снижении растрескивания вольфрама, когда кончик электрода отламывается и загрязняет сварочную ванну. Путем сокращения

длительности положительной фазы электрода можно минимизировать перегрев, который способствует растрескиванию вольфрама.

1.2.3 Электронно-лучевая сварка

Электронно-лучевая сварка – это процесс силового пучка, который отлично подходит для сварки толстых швов в один проход. Однако, в отличие от лазерного луча, электронно-лучевая сварка может протекать только в вакуумной камере, в которой генерируется пучок электронов высокой энергии и плотности, обычно диаметром от 0,25 до 2,5 мм.

Пучок электронов создается путем нагрева вольфрамовой нити до высокой температуры, что вызывает электронную эмиссию. Далее ускоряющая пушка ускоряет и фокусирует поток электронов, создавая пучок, который высвобождает свою энергию при столкновении с металлом шва. Это позволяет достигать глубокого проникновения при быстрой скорости перемещения и обеспечивает низкую погонную.

Сварочный процесс используется для сварки материалов толщиной от фольги до 400 мм в один проход. Режим сварки обеспечивает практически равномерную усадку, минимизируя искривление деталей. Благодаря этим возможностям можно сваривать компоненты, обработанные до окончательной формы, сохраняя при этом их допуски. Поперечная усадка также приводит к выдавливанию затвердевшего сварного металла из стыка, образуя грат.

Основными параметрами сварки электронным пучком являются: ускоряющее напряжение, при 150 кВ устройство способно проникнуть через 400 мм алюминия; ток, подводимый к нити электронной пушки, обычно измеряемый в миллиамперах; и скорость сварки.

Свариваемое изделие обычно устанавливается на манипуляторе, в то время как электронная пушка остается неподвижной. Соединяемые компоненты должны иметь плотную посадку и часто подвергаются механической обработке. Как правило, сварочная проволока не используется,

но, если имеются зазоры, это может привести к впадинам на поверхности сварного шва и технологическое решение меняют.

Одним из значительных ограничений этого процесса является необходимость проведения сварки в вакуумной камере, при давлении примерно 10^{-5} до 10^{-6} Па. Это требует использования дорогостоящих диффузионных насосов и герметичной запечатанной камеры достаточно большого размера для размещения сварочного оборудования. Стоимость оборудования, требуемая точность обработки деталей для достижения точного соосности и время, необходимое для откачки камеры, могут сделать этот процесс менее конкурентоспособным по сравнению с более производительными методами сварки. Однако для сварки с высокой точностью, особенно для готовых механически обработанных деталей, требующих минимальной деформации, и для пакетных операций, где можно загрузить несколько изделий в камеру, процесс электронно-лучевой сварки может обеспечить отличные результаты в экономически эффективном режиме.

При сварке алюминиевых сплавов с использованием процесса электронно-лучевой сварки возникает специфическая проблема, связанная с образованием металлических паров из расплавленного шва, которые могут вызвать дуговой разряд внутри электронно-лучевой пушки. Эта проблема особенно заметна при использовании сплавов, содержащих низкоплавкие элементы, такие как магний и цинк. Дуговой разряд внутри пистолета нарушает луч и приводит к образованию полостей в сварном шве. Чтобы справиться с этой проблемой, пары могут быть подавлены изменением пути луча с помощью магнитного поля или путем быстрого выключения луча при обнаружении дугового разряда и немедленного возобновления луча после рассеяния паров. Это может быть сделано быстро, чтобы обеспечить плавающий сварочный раствор и предотвратить образование полостей. Хотя некоторые легирующие элементы, такие как магний и цинк, могут быть потеряны в процессе, потеря прочности обычно минимальна. Вытянутые

полости в области затухания могут возникать, особенно в круглых деталях, где невозможно использовать выходной выступ. Это можно избежать, тщательно контролируя скорость перемещения и затухание луча.

1.2.4 Лазерная сварка

Лазерная сварка все чаще применяется в автомобильной и аэрокосмической промышленности для соединения различных материалов. Однако, когда речь идет о алюминии и его сплавах, перед инженерами возникают определенные проблемы, такие как плохая связь лазерного луча с основным металлом, высокая теплопроводность, высокая отражательная способность и присутствие легколетучих сплавных элементов, исторически затрудняли достижение стабильного качества сварки.

Длина волны лазерного света играет роль в связи луча, влияя на поглощение энергии металлом, который сваривается. Алюминий и его сплавы особенно подвержены плохой связи с увеличением длины волны. Твердотельные лазеры, такие как Nd-YAG лазеры с длиной волны 1,06 мкм, лучше всего подходят для сварки алюминия по сравнению с CO₂ лазерами с длиной волны 10,6 мкм. Развиваемые в основном в автомобильной промышленности для работы с листовым металлом, улучшения фокусировки луча обоих типов лазеров помогли справиться с этими проблемами.

Одним из основных улучшений свариваемости лазером является возможность достижения высокой плотности мощности, обычно выше 40 кВт/мм², как у твердотельных лазеров Nd-YAG, так и у газовых лазеров CO₂. Лазерная сварка обеспечивает преимущество концентрированный источник тепла с высокой энергетической плотностью. Плотность пучка позволяет выполнять сварку в режиме образования полости, улучшая поглощение лазерного луча за счет отражений внутри полости. Высокие проникающие свойства приводят к узким зонам термического влияния, минимизируя искажения и потерю прочности в зоне термического влияния

изделия, включая закаливаемые сплавы. Также уменьшается потеря легколетучих сплавных элементов, таких как магний.

Высокоэнергетический луч позволяет достигать очень высоких скоростей сварки, например, 2 метра в минуту с помощью 2-киловаттного Nd-YAG лазера и 5-6 метров в минуту с помощью 5-киловаттного CO₂ лазера для листов толщиной 2 мм. Основным параметром сварки является мощность лазера, которая определяет глубину проплавления и скорость сварки. Другими переменными являются положение фокусной точки, диаметр проволоки и скорость подачи, а также зазор между свариваемыми деталями.

Дефекты, возникающие при сварке лазером, аналогичны дефектам, встречающимся при других процессах аргонодуговой сварки. Пористость может возникать из-за наличия водорода из окружающей среды, растворенного в исходном металле или содержащегося в оксидной пленке, а также из-за нестабильного состояния ванны. Решение этой проблемы включает тщательную подготовку поверхности, включающую очистку, использование адекватной газовой защиты и поддержание достаточной мощности для стабильного состояния полости.

Хотя большинство не термообрабатываемых сплавов можно успешно сварить лазером, могут возникать проблемы с горячими трещинами, особенно у чувствительных к ним сплавов. Влияние горячих трещин можно уменьшить или устранить путем добавления подходящей заполняющей проволоки. Еще одной проблемой является низкая вязкость плавящегося металла, что приводит к "просадке" ванны расплава из соединения при сварке в горизонтально-вертикальном положении.

2 ОПИСАНИЕ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Конструкция представляет собой ёмкость для хранения и транспортировки питьевой воды, и представляет собой искусственное закрытое сооружение (ёмкость) с выходными и входными штуцерами для жидкости, изображённое на рисунке 1.1.

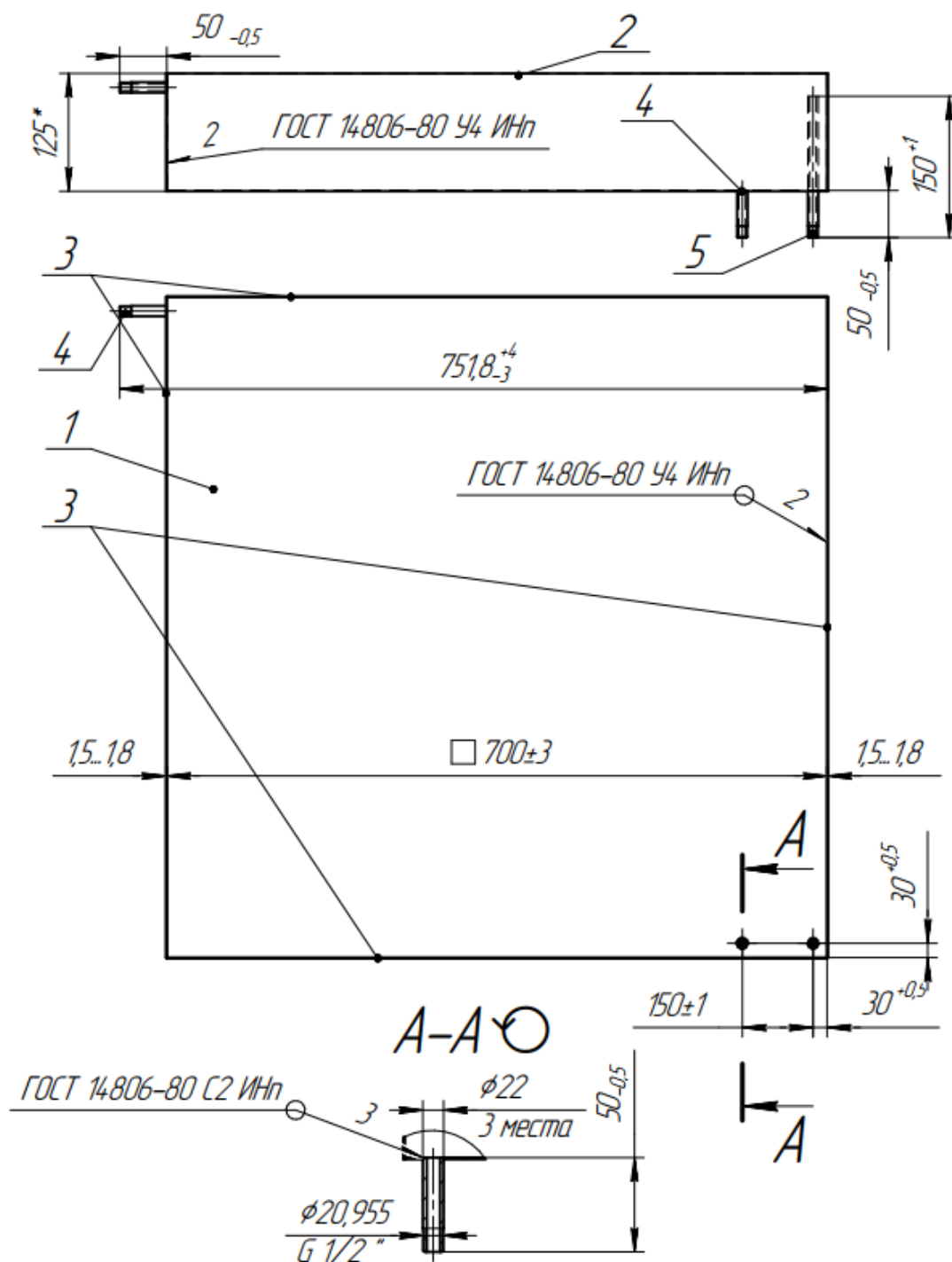


Рисунок 1.1 – Бак объёмом 0,05 м³ из алюминиевого сплава

Изделие изготавливают из деформируемого алюминиевого сплава АМГЗ [7]. Алюминиево-магниевые сплавы характеризуются высоким уровнем сохранением физических свойств в процессе эксплуатации, усталостной прочностью. Заготовки и готовые изделия из алюминиевых деформируемых сплавов, легируемых магнием, отличаются хорошей свариваемостью, простой сборкой и химической устойчивостью. В систему Al-Mg добавляется до 6% магния. Чем больше концентрация, тем лучше прочностные характеристики [8]. Цистерны из алюминиевого сплава используются в пищевой, газонефтяной и химической промышленности.

Бак изготовлен из листового материала и трубчатых штуцеров. Сварен 13 угловыми швами.

Эта конструкция имеет открытое пространство для воздуха внутри себя, что ставит задачу защиты зоны термического влияния от окисления. Зачистка под сварку внутри сборки также может быть выполнена до гибки, что облегчит процесс заготовки.

3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА СВАРКИ, РЕЖИМОВ, СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

При выборе наиболее подходящего способа сварки необходимо учитывать следующие требования: качество и внешний вид сварного шва, универсальность, требуемая производительность, деформацию изделия экономические составляющие и местные условия.

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом является наиболее универсальным и оперативным способом сварки. Возможно осуществление сварки в различных пространственных положениях. Этот способ не требует много рабочего места для работ и оборудования.

При этом способе достигается наилучшее формирование шва. Данному процессу незначительно уступает сварка плавящимся электродом в смеси гелия и аргона и значительно уступает ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Иногда при использовании ручной дуговой сварки покрытыми электродами и сварки плавящимся электродом требуется выравнивать шов механически.

Механические свойства металла шва и пористость определяют способ сварки, режим и техника сварки. Эти параметры в свою очередь определяют погонную энергию и степень защиты сварочной ванны от влаги, воздуха и загрязнений. При аргонодуговой сварке неплавящимся электродом насыщенность шва газами наименьшая, что хорошо сказывается на механических свойствах.

Сплав АМГЗ не проявляет чувствительности к межкристаллитной расслаивающей коррозии и коррозионному растрескиванию за счёт содержания до 3,5 % Mg. Однако расплавленный металл так же подвержен окислению со стороны внешней среды и нуждается в защите от окисления.

Наиболее высокое качество соединений обеспечивает автоматическая и ручная сварка неплавящимся электродом. Что касается коррозионной стойкости, то ручная дуговая сварка имеет самые низкие показатели.

Из этого всего можно сделать вывод что наиболее подходящим способом сварки является ручная аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом. Её преимущества, это:

- хорошая защита шва от окисления внешней среды;
- высокие механические свойства металла шва;
- малая пористость металла шва;
- удобство при сварке (малая рабочая зона, широкие возможности пространственного положения).

Более того ГОСТом 14806-80 «Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в среде защитных газов. Соединения сварные» сварка листов толщиной 1,6 мм регламентируется только ручной и автоматической сваркой неплавящимся электродом с присадочным материалом.

3.1 Рекомендации по изготовлению конструкции

При выполнении швов на алюминии вручную неплавящимся электродом к технике сварки предъявляются особые требования. Угол между присадочной проволокой и электродом должен составлять около 90°. Присадка подается короткими возвратно-поступательными движениями. Недопустимы поперечные колебания вольфрамового электрода. Длина дуги обычно не превышает 1,5 – 2,5 мм, а расстояние от выступающего конца вольфрамового электрода до нижнего среза наконечника горелки при стыковых соединениях – 1 – 1,5 мм, в нашем случае при угловом – 4 – 8 мм.

Для уменьшения опасности окисления размеры сварочной ванны должны быть минимальными. Металл толщиной до 10 мм обычно ведут «левым» способом, чтобы уменьшить перегрев свариваемого металла. Скорость сварки должна соответствовать электрическому режиму и расходу инертного газа.

Чрезмерный расход газа приводит к его турбулентному истечению и засасыванию в зону дуги воздуха, т.е. к нарушению газовой защиты. При малом истечении газа и чрезмерно большой скорости сварки защита зоны

сварки будет недостаточной. Давление аргона в зависимости от расхода устанавливается в пределах 0,01 – 0,05 МПа. Подачу аргона включают за 3 – 5 с до возбуждения дуги, а выключают через 5 – 7 с после обрыва с помощью электромагнитного клапана, который устанавливается в цепи аппаратуры управления.

4 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАКА

4.1 Заготовительные операции

Для снижения вероятности возникновения дефектов сварных соединений необходимо обеспечить качественное выполнение заготовительных работ. Значительная часть дефектов сварных швов происходит из-за плохой подготовки деталей. Технологический процесс изготовления деталей из листового проката: разметка металла, раскрой, рубка, очистка и гибка. Штуцера изготавливаются на ЧПУ и поставляются готовыми к сварке.

Для разметки листового проката используют штангенциркуль, либо можно изготовить шаблон в натуральную величину раскроя. Разметку листов выполняют на разметочной плите 1,5х1 м.

После разметки выполняют раскрой с помощью рубки на гильотинных ножницах. Гильотинные ножницы используются, так как они имеют ряд преимуществ: чистота реза, наименьшее время выполнения операции, отсутствие зон термического влияния.

Перед сборкой нашего изделия поверхность свариваемого материала должна быть тщательно подготовлена. Наиболее тщательной зачистке должна подвергаться поверхность сплавов алюминия с магнием, в нашем случае для сплава АМГЗ. Удаление пленки Al_2O_3 можно выполнять механическим или химическим путем. Первый применяется в индивидуальном производстве. В серийном же и, особенно, в массовом производстве целесообразно использовать химические методы очистки поверхности алюминиевых сплавов.

Механическая зачистка поверхности алюминиевых сплавов заключается в удалении тонкого слоя алюминия при помощи стальной щетки или тонкой наждачной бумаги. Стальная щетка должна изготавливаться из проволоки диаметром не более 0,15 мм. При использовании более толстой проволоки на

поверхности алюминия образуются грубые риски, слой окисной пленки снимается крайне неравномерно, что ведет к плохому качеству сварки.

После зачистки поверхности алюминия стальной щеткой из тонкой проволоки получаются удовлетворительные сварные швы. Зачистке металлической щеткой должна предшествовать операция обезжиривания, которая производится при помощи растворителей, например, марки РДВ.

Следует заметить, что механическая зачистка не обеспечивает равномерного удаления окисной пленки с поверхности алюминиевых сплавов. Измерение контактного сопротивления в различных точках поверхности одного и того же изделия показывает большую разницу в величине контактного сопротивления.

При помощи щетки очень трудно очистить стыкуемые кромки, поэтому так, где это возможно, необходимо производить механическую обработку стыкуемых кромок на станках. Для более равномерного удаления оксидной пленки с поверхности алюминиевых сплавов достигается химической обработкой. Эффективность данного способа очистки установлена измерением контактного сопротивления, пропорционального толщине окисной пленки с помощью микровольтметра, градуированного в микромах. Для сплава АМГЗ рекомендуется следующая химическая обработка – обезжиривание в щелочном растворе, с последующим осветлением в 30 – 35%-ном растворе азотной кислоты.

Последовательная подготовка сплава к сварке:

- удаление загрязнений минеральными маслами в растворителе РДВ или бензине Б70 с помощью волосяного ерша или салфетки;

- обезжиривание в течение 5 – 8 минут в растворе: тринатрийфосфат Na_3PO_4 – 35 – 50 г, углекислая сода Na_2CO_3 – 35 – 50 г, жидкое стекло Na_2SiO_3 – 30 г, вода – 1000 см³, температура раствора 60 – 70° в течение 1 мин.;

- промывка в теплой воде при температуре 50 – 60°;

- травление в 4 – 5%-ном растворе едкого натра при температуре 60 – 70° в течение 1 мин.;

- промывка в холодной воде;
- осветление в растворе 30 – 35%-ной азотной кислоты;
- промывка в холодной воде;
- промывка в горячей проточной воде (температура 50 - 60°);
- сушка в сушильном шкафу при температуре 100 – 110°.

4.2 Расчёт параметров режима сварки

К основным параметрам сварки неплавящимся электродом соединений алюминиевых элементов относятся: сварочный ток $I_{св}$, диаметр электрода $d_э$, скорость сварки $V_{св}$ и расход аргона Q . На условия сварки также влияет форма и внутренний диаметр сопла $d_с$ горелки и расстояние от торца сопла до поверхности свариваемого элемента $h_с$.

Наиболее важным параметром режима является сварочный ток. Если ток превышает максимально допустимое, на электроде образуются чрезмерно большие шарики расплавленного вольфрама, которые вибрируют и иногда отрываются. В этом случае в сварном шве образуются нежелательные включения вольфрама. В пределах допустимых величин тока, чем выше ток, тем устойчивее горение дуги. Оптимальный ток и скорость сварки зависят от толщины листа и диаметра электрода или проволоки.

В качестве параметров, отвечающих за защиту сварочной ванны, выступают расход защитного газа, диаметр сопла и расстояние от торца сопла до поверхности свариваемого элемента. Для наиболее эффективной газовой защиты должны быть выполнены следующие требования:

- сопло должно заканчиваться цилиндрической частью, длина которой должна быть равна диаметру выходного отверстия сопла;
- внутри сопла должны быть отражательные или выходные каналы;
- внутренние кромки сопла не должны иметь закруглений.

Для обычно применяемых режимов сварки диаметр выходного отверстия сопла должен составлять 12 – 18 мм [9].

Особое внимание должно быть уделено выбору рода сварочного тока при сварке алюминия и его сплавов. Попытка использовать для целей ручной аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов постоянный ток прямой полярности приводит к следующему:

- дуга с трудом зажигается, её трудно поддерживать;
- происходит усиленное разбрызгивание расплавленного металла;
- присадочный пруток быстро оплавляється, не сплавляясь с основным металлом.

Основной металл при этом окисляется, в шве образуются прожоги, а вблизи шва появляется черный налет. Причины указанного явления следует искать в подавлении процессов катодного распыления, обуславливающих удаление с поверхности алюминия окисной пленки.

При питании дуги постоянным током обратной полярности происходит разрушение пленки и хорошее сплавление расплавленных кромок металла. Но, как уже указывалось выше, при сварке на постоянном токе обратной полярности сила тока и мощность дуги органичны небольшой допустимой плотностью тока на вольфрамовом электроде.

Лучше всего для аргонодуговой сварки сплава АМГЗ применять переменный ток. Однако ввиду вентильного действия дуги, горячей между вольфрамом и алюминием, стандартные источники питания дуги переменным током не всегда обеспечивают качественную сварку. Поэтому необходимы специальные меры, направленные на устранение вентильного действия дуги.

Для сварки емкости применяются односторонние угловые швы без разделки кромок типа У4 согласно ГОСТ 14806–80.

Подготовка кромок и форма сварного шва по типу У4 по ГОСТ 14806–80 представлена на рисунке 2.1.

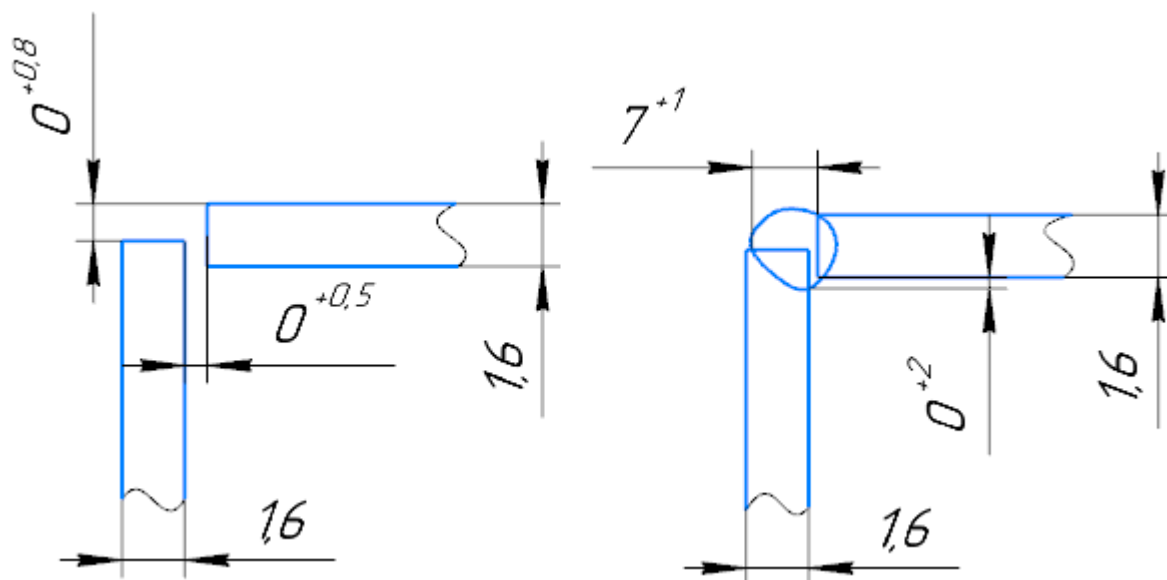


Рисунок 2.1 – Угловое соединение тип У4

Определим площадь наплавки сварного шва по формуле:

$$F_n = S \cdot b + 0,75 \cdot e \cdot g = 1,6 \cdot 0,8 + 0,75 \cdot 7 \cdot 2 \approx 4 \text{ мм}^2 \quad (1)$$

Определим величину сварочного тока I_c по формуле [9]:

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

где d – диаметр электрода, мм;

j – допускаемая плотность тока, А/мм².

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

Определим напряжение сварочной дуги, U_d по формуле:

$$U_d = 10 + 0,04 \cdot I_c = 10 + 0,04 \cdot 85 \approx 14 \text{ В} \quad (3)$$

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

Скорость сварки считается по формуле:

$$V_c = \frac{a_n \cdot I_c}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n} \quad (4)$$

где a_n – коэффициент наплавки;

γ – плотность металла.

В основном скорость при РАД сварке зависит от квалификации и опыта самого сварщика, при данной толщине скорость сварки устанавливается в районе 30 см/мин [9].

Скорость подачи присадочной проволоки также определяется сварщиком. Определение погонной энергии при сварке:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{с}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{эф}}}{V_{\text{с}}} = \frac{85 \cdot 14 \cdot 0,6}{3} = \frac{340 \text{ Дж}}{\text{см}} \quad (5)$$

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

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

Расход защитного газа определяется из зависимости расхода защитного газа от напряжения и силы сварочного тока. При напряжении $U_{\text{д}} = 14$ В и силе тока $I_{\text{с}} = 85$ А, принимаем за основной расход защитного газа на 1 м сварного шва, $q = 5\text{-}6$ л/мин. [10].

Полученные при расчете приближенные и выбранные по рекомендациям параметры режима РАД сварки представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Ориентировочные параметры сварки

Дэл, мм	$I_{\text{с}}$, А	$U_{\text{д}}$, В	L , мм	$V_{\text{св}}$, см/мин	Расход газа, л
1,6	80-100	14-20	5	30	5-6

За счет маленькой толщины листового элемента используют сварку в один проход.

С целью обеспечения эффективной газовой защиты для каждого режима сварки устанавливают оптимальный расход газа. Надежность защиты в процессе сварки определяется также диаметром и формой сопла горелки, расстоянием сопла от поверхности свариваемого изделия и другими факторами (например, отсутствием сквозняка на участке сварки). Для диаметра вольфрамового электрода 2 мм рекомендуется диаметр выходного отверстия сопла 10-12 мм [10].

4.3 Подбор сварочных материалов

Для сварки алюминиевых сплавов АМГЗ использую идентичный по химическому составу присадочный пруток Св-АМГЗ. Это позволяет снизить скачок механических свойств в зоне термического влияния и достичь равной коррозионной стойкости. Так же это позволяет облегчить технологию сварки за счет одинаковых технологических свойств.

Химический состав присадочного прутка для сварки приведён в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Химический состав присадочного прутка Св-АМГЗ, % [1]

Mg	Mn	Fe	Si	Al
3,2-3,6	0,3-0,6	до 0,5	до 0,5-0,8	остальное

Сварку вольфрамовым электродом для сплава АМГЗ следует выполнять переменным током обратной полярности. Для наших конструкций применяется вольфрамовый электрод марки WL-15 по ГОСТ 23949-80 [11].

Для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом используется вольфрам различных марок: WP, WC-20, WL-15, WT-20, WZ-8, WY-20. В нашем случае более целесообразно будет использовать: вольфрамовый электрод марки WL-15 содержит 1,4 – 1,6% окиси лантана. За счет присадки окиси лантана значительно уменьшается загрязнение сварного шва, а также отличается простой эксплуатацией и надежностью.

Подбор защитного газа или смеси является важным для защиты расплавленного металла ванны от воздушной среды, особенно в случае алюминия, который имеет склонность реагировать с воздухом и образовывать оксиды и нитриды. При сварке алюминия и его сплавов часто используются инертные газы, такие как аргон и гелий.

Аргон самый популярный газ при использовании в аргонодуговой сварке. Он более экономичен по расходу, чем гелий, и обеспечивает стабильную дугу и более гладкие сварные швы. Однако использование аргона

может привести к снижению ввода тепла и скорости сварки, что может привести к короблению и пористости при сварке. Кроме того, аргон может оставлять на поверхности сварки черные сажевые отложения, но их можно удалить с помощью проволочной щетки.

Использование гелия увеличивает напряжение дуги на 20%, что повышает температуру дуги и способствует увеличению глубины и ширины сварного шва. При таких характеристиках дуги позиционирование становится менее критичным, что уменьшает риск непровара краев и недостаточной проникающей способности. Гелий снижает уровень пористости благодаря более высокой температуре сварочной ванны и медленному охлаждению, что позволяет водороду диффундировать из сварочной ванны; позволяет производить сварку на более высокой скорости, до трех раз выше, чем с аргоном. Однако его более высокая стоимость и врожденная нестабильность дуги делают его более подходящим для механизированных и автоматических сварочных процессов.

Оптимальным вариантом является использование смеси гелия и аргона для достижения баланса между их преимуществами. Типичные комбинации это 50% или 75% гелия в аргоне, что повышает производительность путем увеличения скорости сварки и обеспечивает больший допуск для приемлемых сварных швов. Важна чистота защитного газа, с минимальным требованием к чистоте 99,998% и низким уровнем влажности.

При выборе подходящего газа для защиты при сварке, следует учитывать следующие факторы:

- газ должен генерировать плазму и поддерживать стабильный механизм и характеристики дуги;
- он должен обеспечивать плавное перенос расплавленного металла от присадочного прутка или проволоки и поддерживать желаемый режим передачи металла;
- защитный газ должен защищать сварочную головку (горелку), сварочную ванну и кончик проволоки от окисления;

- должен способствовать хорошей проницаемости и желательного профиля сварного шва;
- выбранный газ не должен негативно влиять на скорость сварки;
- должен предотвращать обрезание сварного шва;
- защитный газ должен минимизировать необходимость в последующей очистке после сварки;
- не должен негативно влиять на механические свойства сварного металла.

Для аргонодуговой сварки алюминия рекомендуется использовать аргон (99,998%), обычно с расходом около 20 л/мин. Также можно использовать смесь аргона и гелия, или, в некоторых случаях, только гелий.

Для сварки алюминиевых сплавов рекомендуется использовать аргон высшего сорта по ГОСТ 10157-79 [12], для борьбы с трещинами следует применять материалы повышенной чистоты. Состав газа указан в таблице. В сварочном производстве используется аргон, поставляемый в газообразном состоянии.

Газообразный аргон отпускают, хранят и транспортируют в стальных баллонах (по ГОСТ 949-73), или автоцистернах под давлением $15 \pm 0,5$ или $20 \pm 1,0$ МПа при 293 °К. При поставке аргона в баллонах вместимостью 40 дм³ объём газа составляет 6,2 м³ (давление 15 МПа, температура 293 °К).

Химический состав аргона для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Химический состав аргона высшего сорта, % [12]

Ar, не менее	O ₂ , не более	N ₂ , не более	CO ₂ , не более	Содержание водяных паров, не более	Температура насыщения, К
99,992	0,0007	0,006	0,0004	0,0009	215

Диаметр присадочной проволоки выбирается по толщине соединяемых элементов, в нашем случае равен 1,6 мм. Диаметр неплавящегося электрода выбирается в зависимости от сварочного тока и может быть установлен после расчёта параметров режима сварки.

4.4 Сборка и сварка

Сборка узла производится в соответствии с комплектом технологической документации ФЮРА.02190.027.

Сборка и сварка происходят поэтапно. Сначала стенки скрепляются между собой с помощью зажимов с максимальным 0,5 мм и нестыковкой 0,8 мм. Далее они прихватываются и свариваются.

Далее поочередно устанавливаются крышки, которые прихватываются по периметру и обвариваются, создавая ёмкость.

Штуцеры вставляются в отверстия с заданным вылетом, садятся на 3 точечных прихватки и обвариваются по кругу.

Сварку выполняет один сварщик за один проход для штуцеров и стенок и от центра к краю для соединения днища и крышки со стенкой, так как швы имеют длину 700 мм и требуют заворотов при проходе по замкнутому или незамкнутому контуру.

4.5 Выбор сварочного оборудования

Сегодня существует большое разнообразие оборудования и источников питания для аргонодуговой сварки. Для сварки алюминиевых конструкций важно выбрать сварочное оборудование, которое обеспечивает стабильность и точность процесса сварки.

Источник питания сварочной дуги должен отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать необходимую для данного технологического процесса силу тока 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.

Согласно литературным и интернет-данным, принимаем инверторную установку аргонодуговой сварки BRIMA TIG 250 AC/DC. Данная установка предназначена для сварки нержавеющей, легированной, углеродистой стали и цветных металлов в режиме постоянного тока и для сварки алюминия и его сплавов в режиме переменного тока.

Основные технические характеристики установки BRIMA TIG 250 AC/DC приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Основные характеристики установки для аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом BRIMA TIG 250 AC/DC

Напряжение сети, В	380
Потребляемая мощность, кВт	6,3
Диапазон регулирования сварочного тока, А	10-250
Продолжительность нагрузки при I=250А, %	60
Максимальная толщина свариваемого изделия, мм	12
КПД, %	85
Габаритные размеры, мм	560x365x35
Масса, кг	30

Отличительные функции аргонодуговой установки:

- поддержка дуги высокочастотной вибрацией;
- постоянный/переменный ток, доступен режим TIG и MMA;
- стабильная дуга, мягкое управление;
- малые габариты и вес, низкий уровень шума.

Как видно из технических требований, данная установка полностью соответствует для нашей заданной конструкции, а также соответствует всем требованиям для качественного процесса сварки. В комплектацию к принятому оборудованию дополнительно должны входить редуктор – расходомер и баллон с аргонem [13].

4.6 Сварочные напряжения, деформации и меры борьбы с ними

На величину деформации влияет теплопроводность свариваемого металла: чем выше теплопроводность, тем равномернее распределяется тепловой поток и тем меньше деформация. Алюминий обладает высоким коэффициентом линейного расширения, но высокой теплопроводностью, что дает при сварке меньшие деформации по сравнению с низкоуглеродистой сталью.

Неравномерное нагревание металла, наличие сосредоточенного источника тепла (сварочное пламя, электрическая дуга), перемещающегося вдоль шва с какой-то скоростью и вызывающего неравномерное нагревание металла при сварке, является основной причиной возникновения внутренних напряжений и деформаций в сварных изделиях [14].

Различают следующие типы воздействия при сварке:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температуры при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений, сопровождающихся переохлаждением аустенита в околошовной зоне и образования продуктов закалки мартенсита.

В зависимости от времени существования собственных напряжений и деформаций различают:

- остаточные, остаются в изделии после снятия нагрузки;
- временные, существующие в конструкции лишь в определенный момент времени.

В зависимости от размеров области, в пределах которой имеют место и взаимно уравниваются внутренние напряжения, различают:

- напряжения I рода – уравниваются в крупных объемах соизмеримых с размерами изделий или отдельных его частей;
- напряжения II рода – уравниваются в микрообъеме тела в пределах одного или нескольких зерен;

– напряжения III рода – уравниваются в объемах соизмеримых с атомной решеткой и связаны с искажениями атомной решетки.

Напряжения также можно разделить по направлению действия:

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

По виду напряженного состояния сварочные швы бывают:

- линейные (одноосные);
- плоскостные (двуосные);
- объемные (трехосные).

Весь комплекс борьбы со сварочными напряжениями и деформациями можно разделить на две группы:

– мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений или уменьшающих влияние (к таким мероприятиям можно отнести: последовательность сварки, закрепление, предварительный обратный выгиб, подогрев, интенсивное охлаждение свариваемых изделий);

– мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие напряжений: (к таким мероприятиям можно отнести: механическая правка, проковка шва, термообработка, также можно предотвратить сварочные деформации за счет правильного выбора сварочных материалов, режимов сварки, минимальное вложение погонной энергии и правильное определение способа сварки) [15].

Из-за использования массивных по отношению к толщине металла сварных швов листы бака могут выгибаться, а также, при сварке с одной стороны, лист может деформироваться по другим сторонам, нарушая выставленные зазоры. Для предотвращения этих деформаций необходимо использовать прихватки.

Приварка штуцеров к бокам бака может сопровождаться деформацией и нарушением перпендикулярности штуцера к плоскости листа стенки.

Необходимо выставлять штучера перпендикулярно, ставить прихватки и выполнять сварку согласно технологической документации. По возможности необходимо применять оснастку.

4.7 Дефекты сварки и методы их контроля

Дефекты сварки в алюминиевых баках могут возникать в результате различных причин, таких как неправильная настройка сварочного оборудования, низкое качество сварочных материалов, неправильный выбор режимов сварки, а также нарушение технологии сварки.

Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения сосудов и их элементов с целью выявления в них следующих дефектов:

- трещин всех видов и направлений;
- свищей и пористости наружной поверхности шва;
- подрезов;
- наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;
- смещения и совместного увода кромок свариваемых элементов свыше норм;
- непрямолинейность соединяемых элементов;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации.

Некоторые типичные дефекты сварки в алюминиевых баках могут включать в себя следующие:

- поры в сварном соединении: они могут образоваться, если в процессе сварки было затруднено удаление окислов;
- неправильное заполнение шва: это может быть вызвано не достаточным объемом наплавленного металла или неправильной степенью нагрева сварочных краев;

– поверхностные трещины: они могут возникать из-за перегрева, низкой скорости сварки и большой длины шва.

для контроля дефектов после сварки алюминиевых баков рекомендуется использовать следующие методы:

– визуальный контроль: оценка качества сварного шва и обнаружение наличия поверхностных дефектов, таких как трещины, поры и неправильное заполнение сварного шва;

– цветная дефектоскопия: обнаружение поверхностных дефектов под воздействием средств, изменяющих светоотдачу дефектных зон, что приводит к изменению контрастности неповрежденных и поврежденных участков.

Технологическая последовательность цветной дефектоскопии сварного шва включает этапы:

Очищение поверхности образца от загрязнений.

Нанесение в 3-4 приема слоя подкрашенного индикаторного пенетранта. Время выдержки проникновения красящего вещества в дефекты составляет 15-20 минут.

Удаление избытка пенетранта способом промывки поверхности сварного шва 50% водным раствором кальцинированной соды. Просушивание или вытирание поверхности светлой салфеткой. При наличии на салфетке следов обработка повторяется.

Нанесение проявителя – водного раствора каолина. Просушивание поверхности подогретым воздухом до появления красного индикаторного рисунка на белом фоне каолина.

Осмотр поверхности шва на предмет выявления дефектов. Рекомендуется проводить дважды: с интервалом 3-5 минут и 20-30 минут.

Обработка и оформление результатов исследования.

Основным капиллярным дефектоскопическим материалом метода красок является индикаторный пенетрант. Пенетранты содержат красящие вещества определенного цветового тона, наблюдаемого в видимом свете. Это раствор или суспензия жирорастворимого темно-красного красителя.

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

К визуальному контролю обычно подвергают 100% выполненных швов. Внешние дефекты, такие, как трещины, наплывы, прожоги, незаваренные кратеры, выводы кратера на основной металл, сплошные сетки или цепочки пор, непровары, подрезы не допускаются.

Цветная дефектоскопия применяется для обнаружения невидимых и слабо видимых невооруженным взглядом поверхностных изъянов в сварных швах. Для сварных швов этих толщин, выполненных плавящимся электродом в среде защитных газов, недопустимы следующие дефекты:

- трещина всех видов и направлений;
- отдельные поры и включения, выявившиеся в виде пятен округлой или удлиненной формы.

Вспомогательные материалы:

- проявитель – служит для извлечения пенетранта из несплошности с целью образования индикаторного рисунка и формирования контрастирующего фона;
- очиститель – состав для удаления индикаторного пенетранта с поверхности исследуемого образца;
- гаситель пенетранта – состав, служащий для устранения фоновой окраски.

С помощью этого способа производится выявление трещин и иных изъянов, выходящих на поверхность сварочного шва. Этот метод исследования не требует применения аппаратуры.

Применение этих методов контроля перед эксплуатацией алюминиевого бака поможет обеспечить его безопасную работу и увеличить срок его службы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В81	Шимко Алексей Владимирович

Институт	ИШНКБ	Кафедра	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами.
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- районный коэффициент- 1,3; - премиальный коэффициент – 0.3; - накладные расходы – 16%
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Отчисления во внебюджетные фонды – 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта Определение затрат на проектирование (смета затрат)
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет интегрального показателя эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
<i>Матрица SWOT</i>
<i>Альтернативы проведения НИИ</i>
<i>График проведения и бюджет НИИ</i>
<i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Шимко Алексей Владимирович		

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сварки штуцера и бака для хранения воды РАД сваркой и полуавтоматической сваркой.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- провести расчет норм времени на сварку;
- рассчитать смету технического проекта.

5.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии

Суть работы заключается в разработке процесса комбинированной сварки бака для воды. Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании. Карта представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Сфера использования		
		Промышленные предприятия	Коммунальная служба	Лаборатории
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			
Уровень потребления продукции	Высокий			
	Средний			
	Низкий			

- Промышленные предприятия
 - Коммунальная служба
 - Лаборатории

Из таблицы 5.1 видно, что основными сегментами являются крупные и средние компании промышленных предприятий и лабораторий с высоким и средним уровнем использования объектов для хранения воды. Следовательно,

эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

5.2 Определение норм времени на сварку

В данном разделе производится экономическая оценка двух сравниваемых способов сварки (Ручной аргодуговой сварки (РАД)) и полуавтоматической сварки при сборке и сварке бака для хранения воды.

Определение норм времени для аргодуговой и полуавтоматической сварки производится по методике описанной в [16] (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Основное время для аргодуговой сварки

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	РАД	Полуавтоматическая
F_n – площадь наплавленного металла, мм ²	25	25
γ – плотность наплавляемого металла, г/см ³	2,7	2,7
$I_{св}$ – сварочный ток, А	90	120
α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч	9,5	11,9

Определение основного времени на сварку производится по формуле:

$$t_0 = \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_{св} \cdot \alpha_n} \quad (5.1)$$

где F_n – площадь наплавленного металла, мм²;

γ – плотность наплавляемого металла, г/см³;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Подставляем значения в формулу (5.1) и получаем для РАД сварки:

$$t_0 = \frac{2,7 \cdot 60}{9,5} \cdot \left(\frac{25}{90} + \frac{25}{90} + \frac{25}{90} + \right) = 4,7 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (5.1) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$t_0 = \frac{2,7 \cdot 60}{11,9} \cdot \left(\frac{25}{120} + \frac{25}{120} + \frac{25}{120} + \right) = 2,8 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между РАД и полуавтоматической составляет 1,9 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 41 %.

Необходимые данные для расчета значений времени $t_{в.ш}$, $t_{в.из}$ а также коэффициента $k_{об}$ для аргонодуговой сварки получены из [16] (таблица 5.3).

Таблица 5.31 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	РАД	Полуавтоматическая
Очистка перед сваркой свариваемых кромок от налета, ржавчины и осмотр, мин	0,5	0,5
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла, мин	0,4	0,2
Откусывание огарков проволоки, мин	-	0,1
Установка и смена электродов, мин	0,39	-
Осмотр и промер шва, мин	0,3	0,3
Удаление остатка проволоки. Смена кассеты. Подача проволоки в головку.	-	0,25
Всего	1,59	1,35

Разница во вспомогательном времени сварки между РАД и полуавтоматической составляет 0,24 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 15 %.

Расчетные данные для вспомогательного времени, связанного с изделием и работой оборудования представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

Элементы работы	РАД	Полуавтоматическая
Время на установку, мин	7,4	7,4
Снятие и транспортировка, мин	6,4	6,4
Перемещение сварщика, мин	0,2	0,2
Клеймение шва, мин	0,21	0,21
Всего	14,21	14,21

Разница во вспомогательном времени сварки между РАД и полуавтоматической, отсутствует.

Расчетные данные для подготовительно-заключительного времени, представлено в таблице 5.5.

Таблица 5.52 – Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

Элементы работы	РАД	Полуавтоматическая
Получение производственного задания, указаний и инструктажа от мастера и его сдача, мин	6	6
Ознакомление с работой, мин	5	5
Подготовка к работе баллона с газом, подключение и продувка шлангов, мин	4	4
Установка, настройка и проверка режимов, мин	3	3
Подготовка рабочего места к работе, мин	4	7
Сдача работы, мин	3	3
Итого	25	28

Разница в подготовительно-заключительном времени между РАД и полуавтоматической сваркой, составляет 3 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 11 %.

Расчетные данные для штучного времени, представлено в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Штучное время

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
t_0 – основное время на сварку, мин/м	4,7	2,8
$t_{вш}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог. м шва, мин	1,59	1,35
l – длина шва $l = \pi \cdot d$	3,2	3,2
$t_{виз}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин	14,21	14,21
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,1	1,12

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{вш}) \cdot l + t_{ви}] \cdot K_{об} \quad (5.2)$$

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

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

l – протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{виз}$ – вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

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

Подставляем значения в формулу (5.2) и получаем для РАД сварки:

$$T_{шт} = [(4,7 + 1,59) \cdot 3,2 + 14,21] \cdot 1,1 = 38 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (5.2) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$T_{шт} = [(2,8 + 1,35) \cdot 3,2 + 14,21] \cdot 1,12 = 31 \text{ мин.}$$

Разница в штучном времени сварки между РАД и полуавтоматической сварки составляет 7 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 19 %.

Расчетные данные для определения количества свариваемых баков за смену, представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Количество сваренных баков в рабочую смену

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены, ч	8	8
$T_{шт}$ – штучное время, мин	4,7	2.8

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}} \quad (5.3)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время, мин.

Подставляем значения в формулу (5.3) и получаем для РАД сварки:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{38 \cdot 3} \approx 4,2 \text{ шт.}$$

Подставляем значения в формулу (5.3) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$n = \frac{8 \cdot 60}{31 \cdot 3} \approx 5,2 \text{ шт.}$$

Разница в размере партии между РАД и полуавтоматической сваркой, составляет 1 шт., что в процентном соотношении дает увеличение количества на 19 %.

Расчетные данные для определения штучно – калькуляционного времени, представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Штучно-калькуляционное время

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
$T_{шт}$ – штучное время, мин	114	93
$t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время, мин	25	28
n – размер партии, шт	4,2	5,2

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

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n} \quad (5.4)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

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

n – размер партии.

Подставляем значения в формулу (5.4) и получаем для РАД сварки:

$$T_{шк} = 114 + \frac{25}{4,2} = 120 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (5.4) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$T_{шк} = 93 + \frac{28}{5,2} = 98 \text{ мин.}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РАД и полуавтоматической, составляет 22 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 19 %.

Расчетные данные для определения массы наплавленного металла, представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
F_H – площадь наплавленного металла, мм ²	25	25
L – длина шва, м	0,21	0,21
γ – плотность наплавляемого металла, г/см ³	2,7	2,7

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_H = F \cdot l \cdot \gamma \quad (5.5)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм²;

l – длина шва, м;

γ – плотность наплавляемого металла.

Подставляем значения в формулу (5.5) и получаем для РАД сварки:

$$G = 25 \cdot 0,21 \cdot 2,7 = 0,5 \text{ кг.}$$

Подставляем значения в формулу (5.5) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$G = 25 \cdot 0,21 \cdot 2,7 = 0,5 \text{ кг.}$$

Разница массе наплавленного металла между РАД и полуавтоматической сварки отсутствует.

5.3 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. При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта.

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- сварочные материалы;
- основная зарплата;

- отчисления во внебюджетные фонды;
- электроэнергия;
- ремонт оборудования.

5.3.1 Затраты на сварочные материалы

Основные данные по затратам на сварочные материалы представлены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
$g_{\text{нм}}$ – масса наплавленного металла, кг/изд	0,5	0,5
$k_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,08
$\Pi_{\text{см}}$ – цена электродов, руб/кг WL 15	700	-
$\Pi_{\text{см}}$ – цена сварочной проволоки, руб/кг ESAB OK Tigord 5356 СВ-АМГЗ	1400 -	- 927

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{\text{см}} = g_{\text{нм}} \cdot k_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{см}} \quad (5.6)$$

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

$k_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла;

$\Pi_{\text{см}}$ – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг.

Подставляем значения в формулу (5.6) и получаем для РАД сварки:

$$C_{\text{см}} = 0,5 \cdot 1,6 \cdot (700 + 1400) = 1680 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (5.6) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$C_{\text{см}} = 0,5 \cdot 1,08 \cdot 800 = 432 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между РАД и полуавтоматической сваркой, составляет 1248 руб., что в процентном соотношении дает уменьшение затрат на 74 %.

5.3.2 Затраты на защитный газ

Основные данные по затратам на защитный газ представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Затраты на защитный газ

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
$g_{\text{газ}}$ - норма расхода газа, л/мин	6	15
t_0 - основное время на сварку, мин/м	4,7	2,8
l - длина сварного шва, м/издел	0,21	0,21
$C_{\text{газ}}$ - цена за единицу газа руб/л	45	45

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{\text{газ}} = g_{\text{газ}} \cdot t_0 \cdot l \cdot C_{\text{газ}}, \quad (5.7)$$

где $g_{\text{газ}}$ – норма расхода газа, л/мин;

t_0 – основное время на сварку, мин/м;

l – длина сварного шва, м/издел;

$C_{\text{газ}}$ – цена за единицу газа руб/л.

Подставляем значения в формулу (5.7) и получаем для РАД сварки:

$$C_{\text{газ}} = 6 \cdot 4,7 \cdot 0,21 \cdot 45 = 266 \text{руб.}$$

Подставляем значения в формулу (5.7) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$C_{\text{газ}} = 15 \cdot 2,8 \cdot 0,21 \cdot 45 = 397 \text{руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между РАД и полуавтоматической сварки, составляет 131 руб., что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 33 %.

5.3.3 Затраты на заработанную плату рабочих

Основные данные по затратам на заработную плату рабочим представлены в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий, руб	60000	60000
$F_{мп}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц	172	172
$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	120	98

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_z = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60} \quad (5.8)$$

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 (5.8) и получаем для РАД сварки:

$$C_z = \frac{60000 \cdot 120}{172 \cdot 60} = 698 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (5.8) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$C_z = \frac{60000 \cdot 98}{172 \cdot 60} = 570 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между РАД и полуавтоматической сваркой, составляет 128 руб., что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 %.

5.3.4 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды

Основные данные по затратам на отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
$k_{отч}$ – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы	30,2 %	30,2 %
$C_з$ – Затраты на заработанную плату рабочих, руб.	698	570

Определение затрат на отчисления во внебюджетные фонды производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_з}{100} \quad (5.9)$$

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

$C_з$ – Затраты на заработанную плату рабочих.

Подставляем значения в формулу (5.9) и получаем для РАД сварки:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \cdot 698}{100} = 211 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (5.9) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \cdot 570}{100} = 172 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления во внебюджетные фонды между РАД и полуавтоматической сваркой, составляет 39 руб., что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 %.

5.3.5 Затраты на электроэнергию

Основные данные по затратам на электроэнергию представлены в таблице 5.14.

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эт} = \frac{U \cdot I \cdot t_0 \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot C_{эл} \quad (5.10)$$

где U – напряжение, В;

I – сила тока, А;

t_0 – основное время сварки, мин/м;

l – длина сварного шва, м/изд;

η – коэффициент полезного действия источника питания;

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

Таблица 5.14 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
U – напряжение, В	16	30
I – сила тока, А	85	120
t_o – основное время сварки, мин/м	4,7	2,8
l – длина сварного шва, м/изд	0,21	0,21
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,8	0,85
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб	5,85	5,85

Подставляем значения в формулу (5.10) и получаем для РАД сварки:

$$C_{эт} = \frac{16 \cdot 85 \cdot 4,7 \cdot 3,2}{60 \cdot 0,8 \cdot 1000} \cdot 5,85 = 58 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (5.10) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$C_{эт} = \frac{30 \cdot 120 \cdot 2,8 \cdot 3,2}{60 \cdot 0,85 \cdot 1000} \cdot 5,85 = 48 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РАД и полуавтоматической сваркой, составляет 10 руб., что в процентном соотношении дает снижение затрат на 19 %.

5.3.6 Затраты на ремонт оборудования

Основные данные по затратам на ремонт оборудования представлены в таблице 5.15.

Определение затрат на ремонт оборудования производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60} \quad (5.11)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

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

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

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

k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Таблица 5.153 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	РАД	Полуавтоматическая
C_j – цена оборудования соответствующего вида: BRIMA TIG 250 AC/DC	300000	-
C_j – цена оборудования соответствующего вида: TRITON ALUMIG 250P DPULSE SYNERGIC	-	470000
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	120	98
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Подставляем значения в формулу (5.11) и получаем для РАД сварки:

$$C_p = \frac{300000 \cdot 0,25 \cdot 120}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 97 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (5.11) и получаем для полуавтоматической сварки:

$$C_p = \frac{470000 \cdot 0,25 \cdot 98}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 123 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на ремонт оборудования между РАД и полуавтоматической сваркой, составляет 26 руб., что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 22 %.

5.3.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Основные данные по текущим затратам представлены в таблице 5.16.

Таблица 5.164 – Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	РАД	Полуавтоматическая	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы	1680	432	1248
2. Защитный газ	266	397	-131
3. Основная зарплата	697	570	127
4. Отчисления во внебюджетные фонды	211	172	39
5. Электроэнергия	58	48	10
6. Ремонт	97	123	-26
Итого	3009	1742	1267

По результатам расчетов разница в общих затратах на сварку 3 штуцеров бака для хранения воды между РАД и полуавтоматической сваркой, составляет 1267 руб., что в процентном соотношении дает снижение затрат на 42 %.

Проведен технико–экономический анализ процесса сварки штуцеров к баку между аргонодуговой сваркой и полуавтоматической сваркой.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РАД (120 мин) и полуавтоматической сваркой (98 мин), составляет 22 мин.

По затратам на сварку штуцера выгодна полуавтоматическая сварка, она обходится дешевле на 1267 руб., что в процентном соотношении дает снижение затрат на 42%.

Однако использование в единичном производстве дорогостоящего оборудования нецелесообразно.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В81	Шимко Алексей Владимирович

Школа	Неразрушающего контроля	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема дипломной работы: «Разработка технологии сборки и сварки бака из сплава АМГЗ для хранения воды»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Выполнение сварочных работ, заготовка (резка и рубка) листов из черной стали, работа со сварочным трансформатором, расплавленным металлом (сварочная ванна), дугой. Рабочее место расположено в цеху 32 м ² . Имеет естественное и искусственное освещение. В цеху находятся сборочно-сварочные приспособления, полки для операционных карт, компьютер.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов Природа воздействия Действие на организм человека Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов) СИЗ коллективные и индивидуальные 1.2. Анализ выявленных опасных факторов: Термические источники опасности Электробезопасность Пожаробезопасности	Вредные факторы: Недостаточная освещенность; Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; Опасные факторы: • Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации. Лазерное излучение, класс опасности, ПДУ, СКЗ, СИЗ.
2. Экологическая безопасность: Выбросы в окружающую среду Решения по обеспечению экологической безопасности	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов,

	бракованная строительная продукция) и способы их утилизации;
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	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.
4. Перечень нормативно-технической документации.	ГОСТ 12.0.003-2015 ФЗ от 22.07.2008 N 123-ФЗ СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.1.018-93 ГОСТ Р 55090-2012 ФЗ-197 СП 53-101-98

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		26.02.23

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Шимко Алексей Владимирович		26.02.23

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, так и для окружающей среды проведения исследований.

Объектом настоящей выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки и сварки бака объемом 0,05 м³.

Поскольку в настоящей работе рассматривается промышленное производственное здание, то условиями эксплуатации конструкции будет являться окружающая среда внутреннего помещения этого здания. Следовательно, конструкцию можно классифицировать как воспринимающую постоянные и временные нагрузки и воздействия, эксплуатируемую в агрессивной среде отапливаемого помещения.

Все работы выполнялись с использованием компьютера. Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

6.1 Производственная безопасность

6.1.1 Вредные факторы

Отклонение показателей микроклимата в помещении

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 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 – 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 6.2 – 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 м², объем составляет 147 м³. По СП 2.4.3648-20 санитарные нормы составляют 6,5 м² и 20 м³ 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 недостаток - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СП 2.4.3648-20 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40 м³. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м³, 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. Нормируемые параметры микроклимата, ионного

состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям.

6.1.2 Превышение уровней шума

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 СП 2.4.3648-20, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА.

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

6.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

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 СП 2.4.3648-20 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В. В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Acer VN7-791 со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.).

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):

- до 10 мкВт/см², время работы (8 часов);
- от 10 до 100 мкВт/см², время работы не более 2 часов;
- от 100 до 1000 мкВт/см², время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;
- для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами СКЗ:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- заземление экрана вокруг источника;
- защита рабочего места от излучения.

К способам СИЗ относятся: 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.

Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

6.1.4 Наличие токсикантов, (запыленность, загазованность), 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 процессе проведения работ одним из основных вредных факторов является испарение летучих продуктов при выполнении монтажно – сборочных работ (сварка, наладка и т.д.). Испаренные летучие продукты применяемых при сварке прутков и травителей могут нанести вред здоровью человека. 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.

Травители для сплавов АМГЗ имеют второй класс опасности, и имеют ПДК (по кислоте) 0,025 мг/м, присутствуют в основном в виде аэрозолей.

Испарения прутков имеет второй класс опасности и ПДК 4мг/м, способна вызвать аллергические реакции и присутствует в виде аэрозоля.

Способы СКЗ включают в себя 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.

Необходимо применять респираторы с абсорбционной приставкой.

6.1.5 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 6.3).

Таблица 6.3 – Параметры помещения.

Параметр	Обозначение	Значение, м
Длина	A	12
Ширина	B	10
Высота помещения	H	3,5
Свес	h _с	0,4
Высота Р.П.	h _{рп}	0,8
Высота от светильника до Р.П.	h	H- h _р - h _с
Коэффициент отражения стен	ρ _{ст}	70 %
Коэффициент отражения потолка	ρ _п	70
Коэффициент запаса	K _з	1.3
Коэффициент неравномерности	Z	1.1

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:

$$\Phi_{\text{рас}} = E_{\text{н}} \cdot S \cdot K_{\text{з}} \cdot Z / N \cdot \eta \quad (6.1)$$

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

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – 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 ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A + B). \quad (6.2)$$

Проведем расчет индекса помещения. Площадь помещения:

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

и индекса помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{120}{2.35 \cdot (12 + 10)} = 2,32.$$

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

Согласно указанной методике, 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 6.1 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.

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

$$L_A/3 = 644 \text{ мм};$$

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

$$L_B/3 = 1150 \text{ мм}.$$

На рисунке 3.1 изобразим схему размещения светильников на потолке для обеспечения общего равномерного освещения.

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

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

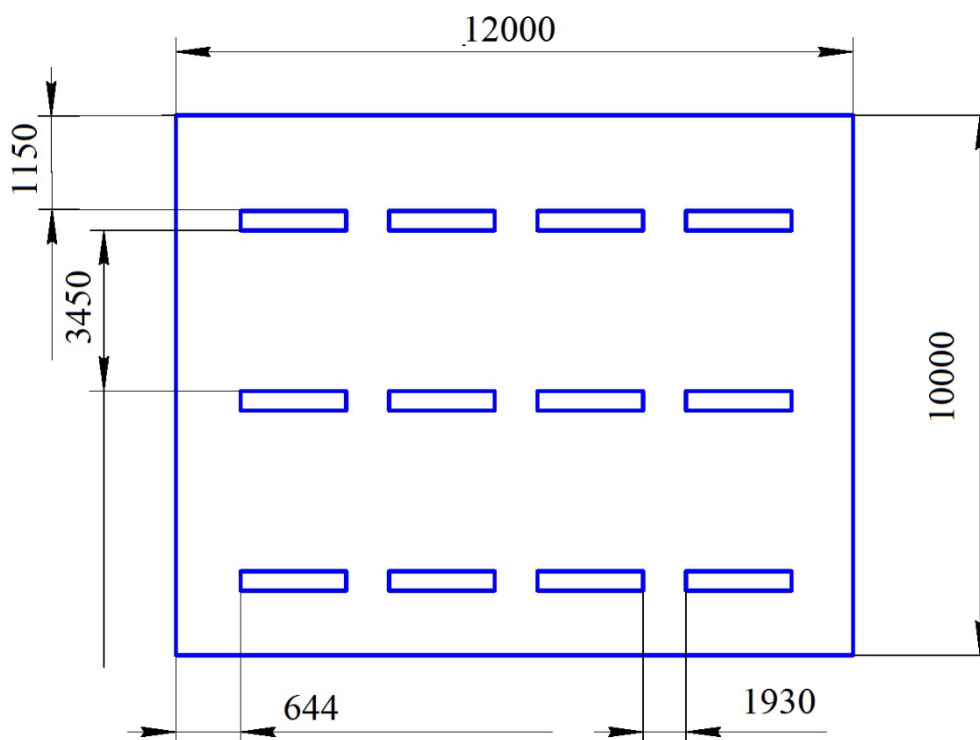


Рисунок 3.1 – План размещения светильников на потолке.

Подставляя численные значения получаем:

$$-10\% \leq 3,58\% \leq +20\%$$

Результат расчета укладывается в поле допуска.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = N_1 \cdot P_1 = 40 \cdot 80 = 3200 \text{ Вт}$$

6.1.6 Поражение электрическим током и УФ излучением

При исправном состоянии оборудования и правильном выполнении сварочных операций возможность поражения электрическим током исключается. Но все же, оно возможно и происходит при прикосновении к токоведущим частям электропроводки и сварочной аппаратуры.

Напряжение холостого хода, выбранного в ходе работы источника питания сварочной дуги, достигает 67 Вольт. Следует учесть тот факт, что данное напряжение весьма опасно для человеческого организма. Токи более 0,05 А могут вызвать тяжелые последствия и даже смерть.

Поражение электрическим током возникает при замыкании электрической цепи сварочного аппарата через тело человека. Причинами

являются: недостаточная электрическая изоляция аппаратов и питающих проводов, плохое состояние спецодежды и обуви сварщика, сырость и теснота помещений, и другие факторы.

Следовательно, во избежание поражения электрическим током во время проведения электросварочных работ необходимо соблюдать следующие условия:

- корпуса источников питания дуги, сварочного вспомогательного оборудования и свариваемые заготовки должны быть надежно заземлены. Заземление осуществляется медным проводом, один конец которого закрепляется к корпусу источника питания дуги к специальному болту с надписью «Земля», а второй конец присоединяется либо к общей заземляющей шине, либо к металлическому штырю, вбитому в землю;

- заземление передвижных источников питания производится до их включения в силовую сеть, а снятие заземления – только после отключения от силовой сети;

- для подключения источников сварочного тока к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами. Длина проводов сетевого питания не должна быть более 10 м. При необходимости нарастить провод применяют соединительную муфту с прочной изоляционной массой или провод с электроизоляционной оболочкой. Провод подвешивают на высоте 2,5...3,5 м.

- все сварочные провода должны иметь исправную изоляцию и соответствовать применяемым токам. Применение проводов с ветхой и растрепанной изоляцией категорически запрещается.

- Электрододержатель должен быть снабжен полностью изолированной рукояткой. Место крепления сварочного провода к держателю также должно быть надежно изолировано;

- спецодежда электросварщика должна быть сухой и исправной. Куртка, брюки, фартук и рукавицы должны быть из брезента или сукна. Ботинки или кожаные сапоги должны иметь кожаную подошву,

прикрепленную деревянными гвоздями. Резиновые подошвы ботинок и сапог должны быть приклеены путем горячей вулканизации или клеем;

– для персонала 1 группы допуска по электробезопасности, работодатель обязан, организовать инструктаж по электробезопасности на первую группу, с записью в специальном журнале регистрации инструктажей по электробезопасности для неэлектротехнического персонала на 1 группу (сварщик должен быть аттестован по электробезопасности).

Горение сварочной дуги, помимо инфракрасного излучения и видимого света, сопровождается ультрафиолетовым излучением. Яркость световых лучей значительно превышает норму, допускаемую для человеческого глаза, и поэтому зрительная ответная реакция на дугу производит ослепляющее действие.

Ультрафиолетовые лучи при действии даже в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электроофтальмией. Оно сопровождается острой болью, резью в глазах, слезотечением, спазмами век. Более продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами вызывает ожоги кожи. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), а также ожоги кожи лица.

Во избежание последствий облучения ультрафиолетовым излучением кожи и сетчатки глаз необходимо соблюдать технику безопасности на рабочем месте. При проведении сварочных работ сварщик обязан быть обеспечен средствами индивидуальной защиты, сварочной защитной маской и производственной сварочной защитной одеждой. В комплект защитной одежды входят костюм и рукавицы, изготовленные из брезентового материала.

6.2 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ

6.2.1 Поражение электрическим током

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

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

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

6.2.2. Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения

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

Согласно НПБ 105-03 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 21-01-97 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам).

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

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: 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 в соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-86;

- 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, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, противопожарное 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 1, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

6.2.3 Работа на механическом оборудовании и слесарном инструменте, СКЗ, СИЗ

В сборочно-сварочных цехах происходит обработка металла резанием, рубка на гильотинных ножницах. При выполнении данных операций возможны: порезы; защемления, захваты в движущихся частях механизмов; удары об твердые части оборудования и инструмента.

При выполнении слесарных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно «Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями».

При выполнении работы нужно быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и разговорами и не отвлекать других. Внимательно осмотреть место работы, привести его в порядок, убрать все мешающие работе посторонние предметы.

Проверить наличие и исправность инструмента, приспособлений и средств индивидуальной защиты (защитных очков, перчаток и т. п.).

При работе применять только исправные инструменты и приспособления.

При работе на ножницах или вальцах надежно зажимать деталь. При спуске рычага остерегаться удара по ноге и защемления руки между ножами или вальцами.

Так же в цехах производят работу на шлифмашине с быстродвижущейся кромкой отрезного диска.

К самостоятельной работе с угловой шлифовальной машинкой допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие:

- предварительный (при поступлении на работу) или периодический медицинский осмотр и годные по состоянию здоровья;
- вводный инструктаж по охране труда и пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда и пожарной безопасности;

- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи, пострадавшим при несчастных случаях на производстве.

При работе с угловой шлифовальной машинкой необходимо:

- соблюдать требования к эксплуатации угловой шлифовальной машинки;
- соблюдать правила безопасности и охраны труда при работе с угловой шлифовальной машинкой;
- использовать по назначению и бережно относиться к выданным средствам индивидуальной защиты.

6.3 Экологическая безопасность

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу).

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации.

Таким образом утилизацию компьютера можно провести следующим образом:

- отделить металлические детали от неметаллов;
- разделить углеродистые металлы от цветмета;
- пластмассовые изделия (крупногабаритные) измельчить для уменьшения объема;

– копир-порошок упаковать в отдельную упаковку, точно также, как и все проклассифицированные и измельченные компоненты оргтехники, и после накопления на складе транспортных количеств отправить предприятиям и фирмам, специализирующимся по переработке отдельных видов материалов.

Люминесцентные лампы утилизируют следующим образом. Не работающие лампы немедленно после удаления из светильника должны быть упакованы в картонную коробку, бумагу или тонкий мягкий картон, предохраняющий лампы от взаимного соприкосновения и случайного механического повреждения. После накопления ламп объемом в одну транспортную единицу их сдают на переработку на соответствующее предприятие. Недопустимо выбрасывать отработанные энергосберегающие лампы вместе с обычным мусором, превращая его в ртутьсодержащие отходы, которые загрязняют ртутными парами.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приводит к авариям систем тепло- и водоснабжения, сантехнических коммуникаций и электроснабжения, приостановке работы. В этом случае при подготовке к зиме следует

предусмотреть а) газобаллонные калориферы (запасные обогреватели), б) дизель или бензиновые электрогенераторы; в) запасы питьевой и технической воды на складе (не менее 30 л на 1 человека); г) теплый транспорт для доставки работников на работу и с работы домой в случае отказа муниципального транспорта. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

В кабинете технического бюро наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие 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. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология сборки и сварки бака объемом $0,05\text{ м}^3$.

Были выявлены особенности сварки алюминиевых баков. Во-первых, для сварки алюминия необходимо использовать специальную сварочную присадку, а также защитный газ. Во-вторых, при сварке алюминиевых баков необходимо учитывать толщину стенок, чтобы избежать их деформации. В-третьих, для получения качественного сварного шва необходимо правильно настроить сварочное оборудование.

Метод аргонодуговой сварки неплавящимся электродом является эффективным методом для сварки алюминиевых сплавов, обеспечивает высокую точность и качество сварного шва, а также позволяет избежать деформации стенок бака.

К ключевым преимуществам этого способа можно отнести возможность осуществления сварки в различных пространственных положениях, не требуется много рабочего места для работ и оборудования, так же при этом способе достигается наилучшее формирование шва.

Была составлена операционная карта, также прописана вся технология сборки и сварки. По рассчитанным режимам сварки выбрали оптимальное оборудование BRIMA TIG 250 AC/DC.

В результате разработки технологии дуговой сварки не плавящимся электродом ёмкости бака объёмом $0,05\text{ м}^3$ из алюминиевого сплава, были получены ответы по организационным, производственным, экологическим вопросам безопасности, а также вопросам безопасности в чрезвычайных ситуациях. При воздействии каких-либо вредных или опасных факторов на производстве необходимо будет воспользоваться методами, описанными в этом разделе.

Следуя разработанной технологии сварки, выполненная работа позволит получить сварное соединение надлежащего качества, отвечающего своему

назначению, а также надежный алюминиевый бак, который будет выполнять свои функции и служить долгое время.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Материаловедение: Учебное пособие / Ю.П. Егоров, Ю.М. Лозинский, Р.В. Роот, И.А. Хворова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 188 с.
2. Сварка и наплавка алюминия и его сплавов / В.Я. Зусин, В.А. Серенко – Мариуполь: Рената, 2005. – 468 с.
3. Технология и оборудование сварки плавлением. / Акулов А.И., Бельчук Г. А., Деменцевич В. П. – М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
4. Металловедение сварки алюминия и его сплавов / Д.М. Рабкин, А.В. Лозовская, И.Е. Склабинская. – Киев: Наук думка, 1992. – 160 с.
5. Сварка в машиностроении: Справочник, в 4-х т. / т. 2 / под ред. А.И. Акулова. М.: Машиностроение, 1978. – 462 с.
6. Лазерная сварка металлов / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов. – М.: Высш. Шк., 1988. – 206 с.
7. ГОСТ 4784-97. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки
8. Металлургия сварки плавлением алюминиевых сплавов / Г.Д. Никифоров. – М.: Машиностроение, 1972. – 264 с.
9. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 – 41 с.
10. Бродский А. Я. Аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом – М.: Машгиз, – 1956. – 97 с.
11. ГОСТ 23949-80. Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия.
12. ГОСТ 10157-79 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия
13. Гост р 54791-2011 оборудование для газовой сварки резки и родственных процессов

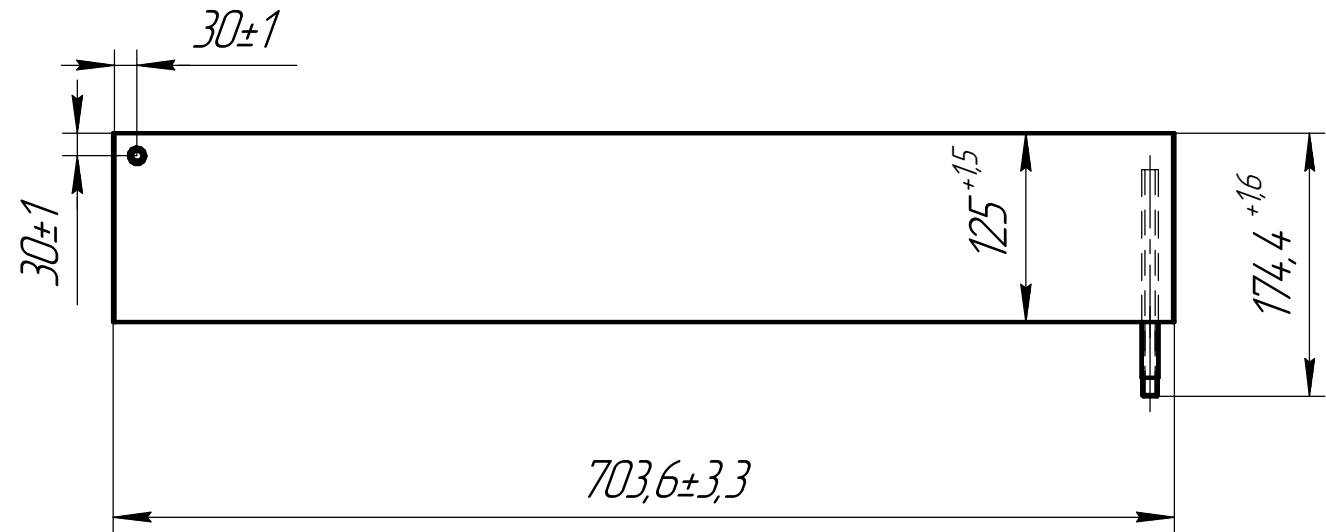
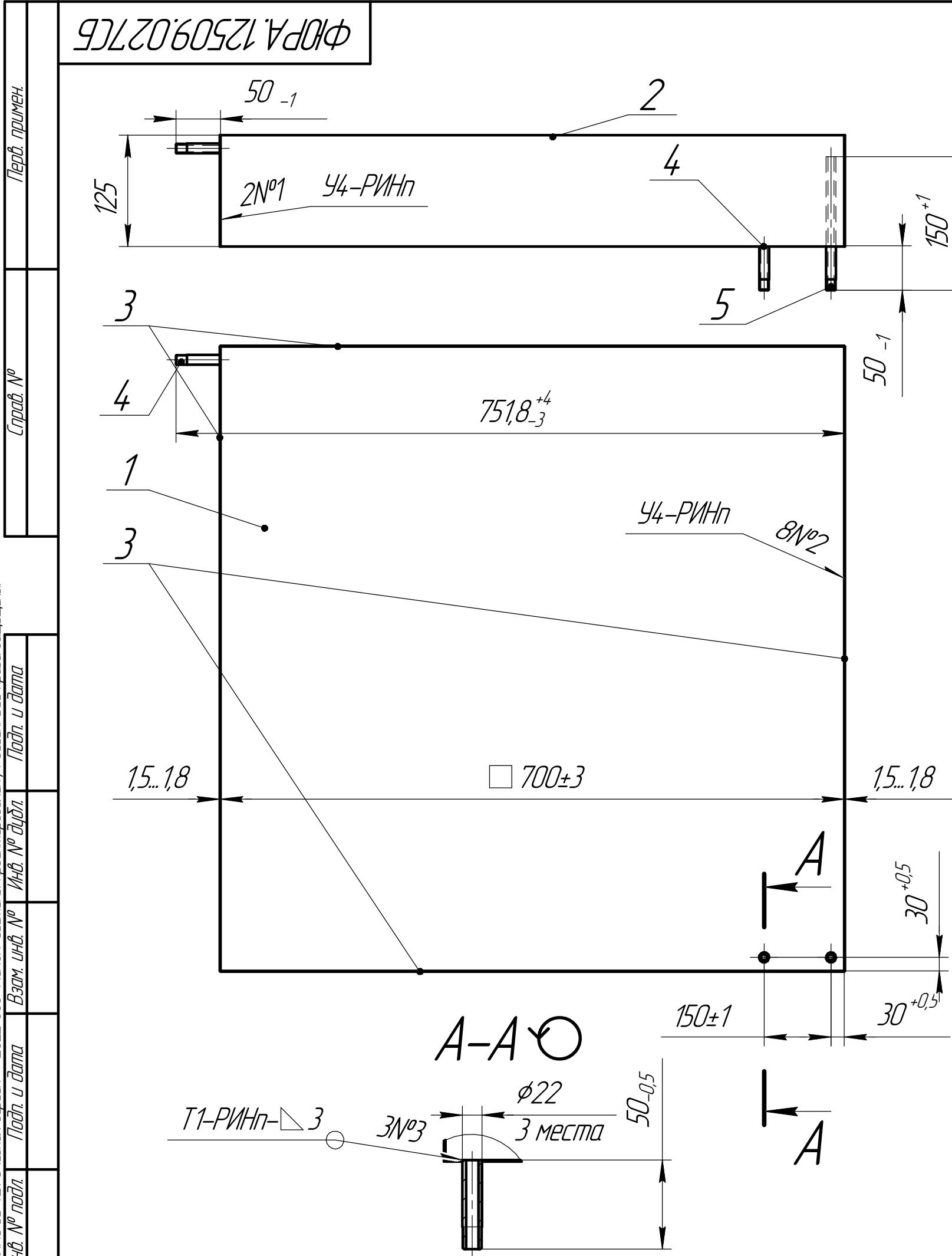
14. Специальные главы материаловедения для специалистов сварочного производства: Учебное пособие / С.Ф. Гнусов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 110 с.
15. Бродский А. Я. Руководство по аргонодуговой сварке соединений элементов алюминиевых строительных конструкций – М.: Стройздат, – 1984. – 87 с.
16. Китаев А. М., Китаев Я.А. Справочная книга сварщика – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
17. J.M. Sánchez Amaya Titania, Ensayos Y Proyectos Industriales S.L. Laser welding of light metal alloys: aluminium and titanium alloys – Spain M.R. Amaya-Vázquez, F.J. Botana University of Cadiz, Spain, 2014.
18. ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия
19. ГОСТ 11069-74 Алюминий первичный. Марки
20. Дуговая сварка алюминия и его сплавов / Д.М. Рабкин, В.Г. Игнатьев, И.В., Довбищенко. – М.: Машиностроение, 1982. – 95 с.
21. Марки стали и сплавы [Электронный ресурс]. – URL: http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/VSt3sp – (Дата обращения: 05.04.2020)
22. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением – М.: Машиностроение, – 1974. – 456 с.
23. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением –Л.: Машиностроение, – 1987. – 230 с.

Приложение А

(Обязательно)

(Чертеж сварной конструкции)

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.



- Сварные швы по ГОСТ 14806-80.
- Сварочные материалы: электроды типа WL-15, присадочный пруток ESAB OK Tigrod 5356 AMz3 Ø 1,6 мм, защитный газ - аргон высокой чистоты.
- Обеспечить герметичность сварных швов.
- Размеры без допусков для справок.

Формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Детали		
		1	ДП.00.09.001	Днище	1	S 16
		2	ДП.00.09.002	Крышка	1	S 16
		3	ДП.00.09.003	Стенка	2	S 16
		4	ДП.00.09.004	Штуцер	2	
		5	ДП.00.09.004-01	Штуцер длинный	1	
ФЮРА.12509.027СБ						
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Бак для питьевой воды Сборочный чертеж	
Разраб.	Шимко					
Проб.	Першина				ЛИСТ AMz3 ГОСТ 21631-76	
Т.контр.						
Н.контр.	Першина				ОЭИ ИШНКБ ТПУ	
Утв.	Першина					
Копировал					Формат А3	

Приложение Б

(Обязательно)

(Комплект технологической документации)

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
															ФЮРА.02190.027			2	
																		ФЮРА.60190.002	
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.				
РС1	ПС	НП	ДС	Іс	Іэ	Пл	U	I	Vс	Vп	qоэ	qдэ	qк	Tu	Tп				
К/М01	Крышка, стенка, днище								ГОСТ 21631-76										
О02	Выполнить ручную правку заготовок молотком с круглым бойком,перемещаясь от края выпуклости к ее центру.																		
03	Зачистить заусенцы на краях резки длиной до 4 мм.																		
Т4	Молоток с круглым бойком																		
05																			
А06	2	2	1	020	Гибка				ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82										
Б07	Листогибочный станок Stalex W2.0x2540A								3	слесарь	5	1	1						
К/М08	Стенки								ГОСТ 21631-76										
О09	Произвести гибку боковых стенок под 90° по местам линиигиба согласно эскизу ФЮРА.20190.001																		
Т10	Линейка, чертилка, мел																		
11																			
А12	2	1	1	025	Сверление				ИОТ №1, ТИ-129-2002, ОСТ 26-01-1183-82										
Б13	Дрель Makita DP 3003, сверло ступенчатое								3	слесарь	5	1	1						
К/М14	Стенки, днище								ГОСТ 21631-76										
15	Сверло ступенчатое								ГОСТ 5632-2014										
ОК		Операционная карта														60			

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
															ФЮРА.02190.027			4	
																		ФЮРА.60190.004	
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.				
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lз	Пл	U	I	Vс	Vп	qоз	qдз	qк	Tu	Tп				
К/М01	Стенки								ГОСТ 21631-76										
02	Аргон, электрод неплавящийся WL-15 Ø 2 мм								ГОСТ 10157-79, ГОСТ 23949-80										
03	Присадочный пруток ESAB OK Tigrod 5356 AMз3 Ø 1,6 мм								ГОСТ 7871-75										
О04	Выполнить поочередно сварку стенок согласно ФЮРА.20190.002. Деталь кантовать так, чтобы сварка производилась в																		
05	нижнем положении. Обеспечить полное проплавление металла. Произвести визуальный контроль сварного соединения																		
РС06	Н	1				П	14-16В	80-100А	12		5-6								
Т07	Абразивные круги, щетка металлическая, линейка, маркер																		
08																			
А09	2	3	1	040	Сборка				ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82, ГОСТ 14806-80										
Б10	Сварочный стенд, инвертор BRIMA TIG 250								3	сварщик	6	1	1						
К/М11	Стенка, днище, крышка								ГОСТ 21631-76										
12	Аргон, электрод неплавящийся WL-15 Ø 2 мм								ГОСТ 10157-79, ГОСТ 23949-80										
13	Присадочный пруток ESAB OK Tigrod 5356 AMз3 Ø 1,6 мм								ГОСТ 7871-75										
О14	Уложить крышку на стенку, выставить требуемый зазор и закрепить при помощи винтовых стяжек согласно																		
15	ФЮРА.20190.002. Выполнить прихватки по всей высоте примыкания стенок, с помощью стяжек. Зачистить швы																		
ОК		Операционная карта														60			

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
															ФЮРА.02190.027			5
															ФЮРА.60190.005			
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.			
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lз	Пл	U	I	Vс	Vп	qоз	qдз	qк	Tu	Tп			
О01	Перевернуть заготовку. Повторить действия для днища. Произвести визуальный контроль.																	
РС02	Пн	I				П	14-16В	80-100А	12		5-6							
Т03	Щетка металлическая, линейка, абразивные круги																	
04																		
А05	2	3	1	045	Сварка				ИОТ №1, ОСТ 26-01-1183-82, ГОСТ 14806-80									
Б06	Сварочный стенд, инвертор BRIMA TIG 250								3	сварщик	6	1	1					
К/М07	Стенки, днище, крышка								ГОСТ 21631-76									
08	Аргон, электрод неплавящийся WL-15 Ø 2 мм								ГОСТ 10157-79, ГОСТ 23949-80									
09	Присадочный пруток ESAB OK Tigrod 5356 AMз3 Ø 1,6 мм								ГОСТ 7871-75									
О10	Выполнить поочередно сварку сторон примыкания днища к стенкам от середины к краям согласно ФЮРА.20190.002.																	
11	Обеспечить полное проплавление металла. Произвести визуальный контроль сварного соединения. Перевернуть заготовку.																	
12	Повторить действия для крышки. Произвести визуальный контроль.																	
РС13	Н	I				П	14-16В	80-100А	12		5-6							
Т14	Абразивные круги, щетка металлическая, линейка, маркер																	
15																		
ОК Операционная карта 60																		

Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
															ФЮРА.02190.027			7
															ФЮРА.60190.007			
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.			
РС1	ПС	НП	ДС	Іс	Іэ	Пл	U	I	Vс	Vп	qоз	qдз	qк	Tu	Tп			
К/М01	Присадочный пруток ESAB OK Tigrod 5356 AMз3 Ø 1,6 мм								ГОСТ 7871-75									
О02	Выполнить последовательно сварку согласно карте эскизов ФЮРА.20190.003 Обеспечить полное проплавление																	
03	металла. Произвести контроль сварного соединения																	
РС04	Н	І				П	14-16В	80-100А	12		5-6							
Т05	Абразивные круги, щетка металлическая, линейка, маркер																	
06																		
А07	3	1	1	060	Визуально-измерительный контроль				ИОТ №1,ГОСТ Р ИСО 17637-2014									
Б08	Стенд								3	дефект.	6	1	1					
К/М09	Бак объемом 50л								ОСТ 26-01-1183-82									
О10	Произвести ВИК готовой сварной конструкции согласно ГОСТ Р ИСО 17637-2014 и ГОСТ 14806-80																	
Т11	Луна, линейка, УШС-1																	
12																		
А13	3	2	1	065	Цветная дефектоскопия				ИОТ №1, ГОСТ 18442-80									
Б14	Стенд								3	дефект.	6	1	1					
К/М15	Бак объемом 50л								ОСТ 26-01-1183-82									
ОК		Операционная карта														60		

