

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

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ КОРПУСА АВТОЦИСТЕРНЫ 208.134.04.02.030.

УДК 621.757.621.791:629.356-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Лукин М.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью 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)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями

ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способность 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)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 10А72

Руководитель ВКР

Лукин М.В.

Крюков А.В.

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

Институт Юргинский технологический институт
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП «Машиностроение»
_____ Д. П. Ильященко
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Лукину Максиму Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки корпуса автоцистерны АЦ5-40	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	№32–106/с от 01.02.2021г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Конструкторский раздел.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.208.134.086.00.000 СБ Корпус 2 листа (2-A1). 2. ФЮРА.000001.086.00.000 СБ Приспособление 1 лист (A1). 3. ФЮРА.000002.086.000 ЛП План участка 1 лист (A1). 4. ФЮРА.000003.086.000 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия 1 лист (A1). 5. ФЮРА.000004.086.000 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (A1). 6. ФЮРА.000005.086.000 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (A1). 7. ФЮРА.000006.086.000 ЛП Карта организации труда 1 лист (A1).</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент	Телипенко Е.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Реферат	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A72	Лукин М.В		

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

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2021	Обзор и анализ литературы	10
15.03.2021	Объекты и методы исследования	15
13.04.2021	Разработка технологического процесса	15
16.04.2021	Конструкторский раздел	15
13.04.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
25.04.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
10.05.2021	Социальная ответственность	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Лукину Максиму Владимировичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Уровень образования	Бакалавриат		

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

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу корпуса автоцистерны АЦ5-40

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления*
2. *2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями*
3. *3. Определение затрат на основные материалы*
4. *4. Определение затрат на вспомогательные материалы*
5. *5. Определение затрат на заработную плату*
6. *7. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Лукин Максим Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A72	Лукину Максиму Владимировичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки корпуса автоцистерны на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Лукин М.В		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 152 с., 7 рисунков, 19 таблиц, 49 источников, 3 приложения, 8 л. графического материала.

Ключевые слова: порталная установка, цистерна, конструкция, защитная среда, сварочное оборудование, операция, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость, нержавеющая сталь, корпус автоцистерны, установка.

Объектом разработки является изготовления корпус автоцистерны АЦ5-40.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии изготовления корпуса автоцистерны и проектирование участка сборки-сварки изделия.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, определены нормы времени на выполнение операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количество оборудования и численность рабочих.

В результате выполнения работ рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приеденных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 13542050 руб;
- себестоимость продукции 114116796,14 руб.;

Abstract

Final qualifying work 152 p., 7 drawings, 19 tables, 49 sources, 3 applications, 8 p. graphic material.

Key words: fusion welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, site plan, fixture, industrial safety, cost, stainless steel, tanker truck body, installation.

The object of development is the manufacture of the body of the ATs5-40 tank truck.

Purpose of work. The aim of the work is to develop the technology for manufacturing the main frame and design the assembly-welding section of the product.

In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, determination of the steel grade, selection of the welding method, determination of welding modes and welding materials, standardization of operations, preparation of the technological process, calculation of the required number of equipment and the number of workers were carried out.

As a result of the work, the welding modes were calculated, the welding equipment was selected, the assembly and welding operations were normalized. The coefficient of the received costs has been calculated.

Economic indicators:

- capital investments 13,542,050 rubles;
- cost of production 114,116,796.14 rubles;

Содержание

Введение	16
1 Обзор и анализ литературы	18
1.1 Особенности нержавеющей стали	18
1.2 Сварка аустенитных сталей	20
1.3 Структурные изменения в металле при сварке аустенитных сталей	20
1.4 Области применения аустенитных сталей	21
1.5 Вывод	22
2 Объект и методы исследования	24
2.1 Описание сварной конструкции	24
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	25
2.2.1 Общие требования	25
2.2.2 Требования к подготовке кромок соединений под сварку	27
2.2.3 Требования к сборке и прихваткам	29
2.2.4 Требования к сварочным материалам	30
2.2.5 Требования к сварке в среде защитных газов	32
2.2.6 Требования к оформлению документации	33
2.2.7 Контроль сварных соединений	34
2.3 Методы проектирования	35
2.4 Постановка задачи	36
3 Разработка технологического процесса	38
3.1 Анализ исходных данных	38
3.1.1 Основные материалы	38
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	41
3.1.3 Выбор сварочных материалов	42
3.2 Подбор технологических режимов	44
3.3 Выбор основного оборудования	46
3.4 Выбор оснастки	52

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	53
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	55
3.6.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений	55
3.6.2 Ультразвуковой контроль сварных соединений	56
3.6.3 Испытания на прочность и герметичность	58
3.6.4 Капиллярная дефектоскопия	58
3.7 Разработка технической документации	59
3.8 Техническое нормирование операций	61
3.9 Материальное нормирование	65
3.9.1 Расход металла	65
3.9.2 Расход сварочной проволоки	65
3.9.3 Расход защитного газа	66
3.9.4 Расход электроэнергии	66
4 Конструкторский раздел	67
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	67
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	67
4.3 Порядок работы приспособления	68
5 Проектирование участка сборки-сварки	69
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	69
5.2 Расчет основных элементов производства	69
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	69
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	70
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	71
5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	71
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	74
6.2 Экономический анализ техпроцесса	74
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	75
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и	

приспособления	75
6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	77
6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	77
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	78
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	79
6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	79
6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	80
6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	81
6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала	82
6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	82
6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух	83
6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	83
6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения	85
6.3 Расчет технико-экономической эффективности	86
6.4 Основные технико-экономические показатели участка	87
7 Социальная ответственность	89
7.1 Описание рабочего места	89
7.2. Законодательные и нормативные документы	91
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	93
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	99
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	99
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	102
7.5 Охрана окружающей среды	102
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	104
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	105
Заключение	106

Библиография	107
Приложение А (Спецификация Корпус)	112
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочное)	115
Приложение В (Технологический процесс)	116
Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.208.134.086.00.000 СБ Корпус. Сборочный чертеж	Формат 2-А1
ФЮРА.000001.086.00.000 СБ Приспособление сборочное	Формат А1
ФЮРА.000002.086.000 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.086.000 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1
ФЮРА.000004.086.000 ЛП Схема вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.086.000 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.086.000 ЛП Карта организации труда на производственном участке	Формат А1

Введение

Сваркой является процесс создания неразъемных соединений, в основе которого лежит установление надежных межатомных связей на кромках свариваемых деталей за счет их нагревания или применения пластической деформирования, а также комбинировании того и другого метода.

Так как сварка, довольно простой способ соединения деталей, сварка получила широкое распространение.

Технологический процесс сварки достаточно экономичный, обладает высокой производительностью, благодаря этому сварка широко используется во всех областях машиностроения, строительства, науки и техники. Сварка применяется для соединения разнородных и однородных материалов, например: металлы и неметаллы – от нескольких микрон в микросхемах до нескольких метров (тяжёлое машиностроение). Сварка применяется почти во всех отраслях промышленности. С помощью сварки производят соединение деталей космических кораблей, корпусов подводных лодок, лопастей турбин и самолетов, корпусов приборов и выводов микросхем. Сварка позволяет создать соединение равное по прочности основному металлу.

Сварные конструкции, выполненные с применением сварки надежно работают при наличии знакопеременных и динамических нагрузках, а также при воздействии высоких температур и давлении.

Является важным то, что условия труда при выполнении сварки с точки зрения, как гигиены, так и безопасности значительно лучше, чем при клепке и особенно при литье.

На данный момент сварочное производство – это самостоятельная отрасль машиностроительной промышленности и для осуществления его дальнейшего развития необходимо осуществить решение целого ряда вопросов, таких, как разработка нового сварочного оборудования (машин, аппаратов) и материалов.

С развитием техники возникает необходимость в сварке деталей разнородной толщины и из разных материалов. Этим обусловлено постоянно расширяется перечень применяемых видов и способов сварки. На данный момент существуют технологии, позволяющие сваривать детали толщиной от нескольких микрометров (в микроэлектронике) до десятков миллиметров и даже метров (в тяжёлом машиностроении). Кроме конструкционных, углеродистых и низколегированных сталей все чаще возникает необходимость сваривать специальные стали, легкие сплавы, сплавы на основе титана и других металлов, а также разнородные металлы и сплавы.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки корпуса автоцистерны. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Особенности нержавеющей стали

Нержавеющими называются стали, обладающие высокими механическими свойствами, окалиностойкостью, жаропрочностью, стойкостью против атмосферной, жидкостной и газовой коррозии. Эти свойства обусловлены химическим составом сталей, способом их производства и обработки. Непрерывное развитие химической, нефтеперерабатывающей, машиностроительной и других отраслей промышленности обуславливает все возрастающее применение сталей различных классов для изготовления сварной аппаратуры. Значительная часть ее изготавливается из высоколегированных сталей. Практически во всех перечисленных областях для производства изделий применяется сварка нержавеющей стали как один из наиболее эффективных способов соединения деталей [1, 2].

Рассмотрим особенности нержавеющей стали 12X18Н10Т.

Сталь 12X18Н10Т обладает уникальными характеристиками. Поскольку это сочетается с вполне доступной ценой, то это делает ее в своем роде незаменимой. Сварка стали этой стали осуществляется при производстве различных работ. Нержавейка, как называют эту марку, имеет высокую прочность. Такие качества обеспечивает многообразие химических элементов, которые входят в ее состав. Хром при содержании свыше 5% повышает прочность и теплоустойчивость стали, а при содержании свыше 12% придает ей антикоррозионные свойства. Никель при содержании свыше 8% в сочетании с 18% хрома повышает пластичность стали. С увеличением количества хрома в стали более 20% заметно снижается пластичность [3]. Для сваривания «нержавейки» чаще всего применяется MIG технология.

Полуавтоматическая технология MIG является наиболее универсальной для сварки нержавеющей стали, так как позволяет работать с разными

толщинами: для тонких листов подходит метод короткой дуги, для толсто – струйного переноса. С целью защиты шва обычно используют смесь аргона (98%) с диоксидом углерода (2%). Не рекомендуется увеличивать концентрацию углекислоты и, тем более, применять ее в чистом виде, поскольку это приводит к появлению металлических брызг и нарушению структуры шва.

Чтобы после сварки швы получались прочными и прослужили много лет, необходимо корректно подобрать сварочные материалы – они должны быть схожи по структуре со сталью и содержать в себе высоколегированные компоненты.

После выбора сварочной проволоки, можно выбрать режим сварочных работ. Первым делом нужно смотреть на объем погонной энергии. Для нержавеющей стали с маркировкой 12X18H10T этот показатель должен быть низкий. Поскольку хромоникелевые стали имеют более низкий коэффициент теплопроводности и высокое электрической сопротивление, для расплавления их требуется меньше электрической энергии, чем для сварки обычной малоуглеродистой стали. Изменяется также и глубина проплавления. Так, свариваемые кромки хромоникелевых сталей из-за низкой теплопроводности нагреваются быстрее, и глубина проплавления при одном и том же режиме будет больше, чем у малоуглеродистой стали.

Низкие коэффициенты теплопроводности, а также большой коэффициент линейного расширения хромистых сталей способствуют образованию в сварном соединении собственных напряжений, меньших по величине, чем у хромоникелевых сталей. Эту особенность необходимо учитывать при выборе режимов сварки [3]. Перед выполнением сварки нержавеющей стали необходимо ее подготовить. Очень важно уделить внимание кромкам свариваемых деталей – они должны быть зачищены до стального блеска. Также следует обезжирить поверхность с помощью растворителя, авиабензина или ацетона [4].

1.2 Сварка аустенитных сталей

Свариваемость аустенитных сталей очень хорошая, предварительного подогрева и последующей термообработки не требуется. Как правило, они не склонны к образованию холодных трещин и горячих трещин при сварке, но это свойство касается самих сталей и не распространяется на сварные швы.

Аустенитные стали содержат в своём составе 17% Cr и больше. У таких сталей гораздо выше удлинение, вязкость и параметры перехода в хрупкое состояние. В отожжённом состоянии у них высокий показатель текучести и, при необходимости, эти стали можно упрочнять с деформацией, не опасаясь охрупчивания.

Рассмотрим влияние химического состава на свариваемость аустенитных сталей.

Основной тип аустенитных хромоникелевых сталей – это X18Н10. Структура подобных сталей аустенитная, с некоторым включением дельта-феррита (около 2-7%). При содержании никеля, в количестве около 8%, аустенит частично преобразовывается в мартенсит при комнатной температуре, если сталь подвергают пластической деформации.

Жаропрочные аустенитные стали содержат в своём составе до 25% хрома, а содержание никеля может достигать 38%. Жаропрочность стали увеличивают, легируя сталь кремнием (около 1%), или алюминия [5].

1.3 Структурные изменения в металле при сварке аустенитных сталей

При сварке аустенитных сталей в зоне нагрева происходит рост зёрен. И происходит он более плавно, по сравнению с нелегированными конструкционными сталями. Но, если присутствует препятствие для этого в

виде карбидной фазы, то рост зёрен в зоне термического влияния не происходит.

В зоне перегрева, помимо роста зёрен, растворяется карбидная фаза, в большинстве своём, это карбид Cr_23C_6 . Кроме карбидов хрома образуются также карбиды других, стабилизирующих металлов - титана, ниобия и ванадия. Кроме карбидов Cr_23C_6 появляются нитриды хрома Cr_2N и карбиды Cr_7C_3 . Растворение части карбидов приводит к тому, что по границам зёрен формируются тонкие плёнки этих карбидов. Из-за этого сталь сильно подвержена межкристаллитной коррозии.

Этих превращений можно избежать при стабилизации стали. Но в случае применения таких видов сварки, как электрошлаковая сварки, или же сварка под флюсом (высокопроизводительная), даже стабилизация не решает проблему межкристаллитной коррозии.

Повысить прочность металла сварных швов можно с помощью добавления небольшого количества азота [5].

1.4 Области применения аустенитных сталей

В соответствии с ГОСТ 5632-51 хромоникелевые аустенитные стали делятся на две основные группы.

Первую группу составляют нержавеющие и кислотостойкие стали, т. е. стали, стойкие против атмосферной коррозии и действия агрессивных сред. В эту группу входят стали типа 18-8 с содержанием углерода не более 0,25%.

Наряду с хромоникелевыми, сюда входят стали хромоникелетитановые, хромоникелениобиевые, хромоникелениобиевы.

Кислотостойкие стали применяются, главным образом, в азотной промышленности. Из них изготавливают абсорбционные башни, теплообменники, баки и резервуары для кислот, трубопроводы. В нефтяной промышленности эти стали используются для изготовления корпусов,

внутренних устройств и коммуникаций аппаратов для крекинга сернистых нефтей. В угольной промышленности из кислотостойких сталей изготавливают насосы и аппараты: для работы в кислотных шахтных водах. В авиации стали типа 18-8 применяются для изготовления поплавков гидросамолетов, деталей авиационных двигателей и газовых турбин. Из сталей типа 18-8 изготавливают оборудование для пищевой (аппаратура для переработки молока, рыбы, овощей, фруктов, котлы варочные пищевые, бродильные баки ит. д.) и медицинской (аппаратура для производства пенициллина, медицинская посуда и инструмент) промышленности. Стали типа 18-8 находят применение в промышленности синтетического каучука и в производстве киноплёнки. Эти стали применяются в архитектуре как материал для отделки зданий и художественных украшений.

Вторую группу составляют стали, обладающие стойкостью против окалинообразования, то есть газовой коррозии (окалиностойкие стали) и достаточно прочностью, а также окалиностойкостью. При высокой температуре (жаропрочные стали). Из окалиностойких и жаропрочных сталей изготавливают детали современных котлов высокого давления, авиационных двигателей разного типа, установок для пиролиза газов, гидрогенизации и др. [6].

1.5 Вывод

В современных машиностроительных конструкциях, изготавливаемых с помощью сварки, используются разнообразные материалы. Одним из материалов являются высоколегированные стали и в частности – нержавеющие – коррозионностойкие стали. Были рассмотрены вопросы: особенности нержавеющей стали, сварка нержавеющей стали, сварка аустенитных сталей, применение хромоникелевых сталей, возможные способы сварки, конструкция цистерн и их оборудование, определены особенности сварки нержавеющих – коррозионностойких сталей.

Помимо антикоррозионных свойств, нержавеющая сталь, обладает ценными качествами: прочностью, долговечностью, гигиеничностью, технологичностью. Именно благодаря этому обстоятельству, нержавеющая сталь получила широкое распространение в промышленности и быте. Нержавеющая сталь применяется для производства различных видов проката, бытовых приборов, сварной аппаратуры, которая работает в агрессивных средах, изделий, функционирующих при высоких температурах 550-800 °С.

При выполнении обзора, была изучена научно – техническая, справочная, учебная литература, сайты интернет ресурсов, которые указаны в перечне источников литературы в количестве 7 наименований.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – автомобильная цистерна, работающая при давлении менее $0,7 \text{ кгс/см}^2$, предназначенная для перевозки жидких грузов наливным способом. Грузовые кузова-цистерны имеют различную форму, конструкцию и материал, что зависит от вида перевозимого груза и его свойств. Цистерны обычно выполняют сварными из коррозионностойкой листовой стали. При этом цистерны из малоуглеродистой стали могут иметь внутреннее противокоррозионное покрытие из эмали, свинца, цинка, пластмассы, эпоксидных смол и других материалов. Формы цистерн могут быть различными. Их поперечные сечения бывают прямоугольными, круглыми, эллиптическими.

Горизонтальное расположение цистерн используют для транспортировки жидких и газообразных грузов.

Вертикальные цистерны имеют форму цилиндра или шара с нижней частью в виде усеченного конуса.

Наклонные и горизонтальные цистерны обычно имеют круглое или эллиптическое сечение, а иногда и прямоугольное. При наклонном и особенно при вертикальном расположении цистерн снижается их устойчивость за счет повышения центра тяжести. Цистерны для перевозки жидкости обычно внутри разгораживаются рядом специальных перегородок с целью уменьшения ударов жидкости о стенки и днища цистерны при движении. Цистерны для перевозки горючих жидкостей оборудуются противопожарными устройствами, а их заливные горловины снабжаются пламегасителями, дыхательными клапанами и т.д.

Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.208.134.086.00.000 СБ. Спецификация корпуса цистерны приведена в приложении А.

Масса изделия равна 625 кг. Основной конструкционный материал: сталь 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72.

Выбор стали обусловлен применением в сварных конструкциях, работающих в контакте со средами окислительного характера. Из данного вида стали изготавливают емкостное, теплообменное и другое оборудование [7].

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

2.2.1 Общие требования

Конструкция сосудов должна быть технологичной, надежной в течение установленного в технической документации срока службы, обеспечивать безопасность при изготовлении, монтаже и эксплуатации, предусматривать возможность осмотра (в том числе внутренней поверхности), очистки, промывки, продувки и ремонта, контроля технического состояния сосуда при диагностировании, а также контроля за отсутствием давления и отбора среды перед открытием сосуда.

Если конструкция сосуда не позволяет при техническом освидетельствовании проведение осмотра (наружного или внутреннего), гидравлического испытания, то разработчик сосуда должен в технической документации на сосуд указать методику, периодичность и объем контроля сосуда, выполнение которых обеспечит своевременное выявление и устранение дефектов.

В зависимости от расчетного давления, температуры и рабочей среды сосуды подразделяют на группы. Группу сосуда определяет разработчик, но не ниже чем указано в таблице 2.1 [8].

Таблица 2.1 –Группы сосудов [8]

Группа	Расчетное давление, МПа (кгс/см ²)	Толщина стенки, °С	Рабочая среда
1	2	3	4
1	Более 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная, пожароопасная или 1-го, 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
2	Более 0,07 (0,7) до 2,5 (25)	Выше +400	Любая, за исключением указанной для 1-й группы сосудов
	Более 2,5 (25) до 5,0 (50)	Выше +200	
	Более 5,0 (50)	Независимо	
	Более 4,0 (40) до 5,0 (50)	Ниже -40	
3	Более 0,07 (0,7) до 1,6 (16)	Ниже -20 Выше +200 до +400	
	Более 1,6 (16) до 2,5 (25)	До +400	
	Более 2,5 (25) до 4,0 (40)	До +200	
	Более 4,0 (40) до 5,0 (50)	От -40 до +200	
4	Более 0,07 (0,7) до 1,6 (16)	От -20 до +200	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
5а	До 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная, пожароопасная или 1-го, 2- го, 3-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
5б	До 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывобезопасная, пожаробезопасная или 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007

Сосуды, работающие под вакуумом или при давлении менее 0,7 кгс/см, независимо от расчетного давления, а также под наливом следует отнести к группе 5б [8].

Согласно технических требований, указанных на сборочном чертеже, изготавливаемый корпус автомобильной цистерны, относится к группе 5б.

2.2.2 Требования к подготовке кромок соединений под сварку

Подготовка кромок и сборка соединений под сварку должны производиться по рабочим чертежам и технологическому процессу, разработанному заводом-изготовителем в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов [9], а также другой нормативной документацией по стандартизации, утвержденной в установленном порядке.

Обработку кромок под сварку производят механическим способом или термической резкой. Преимущества того или другого метода в каждом конкретном случае в зависимости от марки материала, формы и размеров заготовки, а также имеющегося оборудования.

Припуск на механическую обработку или шлифовку после термической резки или резки на ножницах и другими подобными способами должен быть достаточным для полного удаления всех неровностей и отклонений геометрической формы и вносимых в металл недопустимых структурных изменений.

Кромки и прилегающие к ней поверхности должны быть зачищены с двух сторон на ширину не менее 20 мм. Зачистку следует производить до полного удаления ржавчины, грата и брызг после термической резки, краски, масел и других загрязнений.

Зачистку кромок производят механическим способом (стальной щеткой из нержавеющей стали, абразивным кругом и др.).

Обезжиривание свариваемых кромок производят ацетоном и другими растворителями протирочным материалом из хлопчатобумажной ткани, не оставляющей ворса.

Обезжиривание растворителями является обязательным для случаев, оговоренных настоящим стандартом и другой нормативной документацией по стандартизации.

На углеродистых и низколегированных сталях допускается удаление масел газопламенными горелками (без применения растворителей), при этом ширина газопламенной обработки обезжиривания должна быть не менее 100 мм.

С целью предотвращения коррозии или повторного загрязнения необходимо, чтобы зачистка свариваемых кромок, сборка и сварка производилась без значительных разрывов во времени.

При обнаружении коррозии или загрязнения кромок собранного изделия необходимо провести повторную зачистку.

Шероховатость поверхности принимается согласно специальным требованиям, приведенным в разделах по сварке настоящего стандарта, а в случае отсутствия в них необходимых указаний параметр шероховатости должен быть не более $R_z 40$ ГОСТ 2789 [9].

2.2.3 Требования к сборке и прихваткам

Сборку свариваемых элементов следует производить в соответствии с технологическим процессом на стеллажах и сборочных стендах с помощью приспособлений, применение которых обеспечивает требуемое взаимное расположение деталей и ограничивает принудительную подгонку, вызывающую местный наклеп и дополнительные напряжения.

Закрепление деталей при сборке конструкций производят прихватками, выполняемыми проволокой соответствующей марки, предназначенной для сварки данного металла.

Перед прихваткой необходимо проверить правильность установленного зазора между кромками, смещение кромок и плавность перехода при разной толщине свариваемых листов в соответствии с требованиями стандартов и чертежей.

Длина прихватки должна составлять $(2-5) \cdot S$, но не более 100 мм, а расстояние между ними $(10-40) \cdot S$, но не более 500 мм, где S – толщина свариваемого материала.

Для разнотолщинных и разнородных материалов длина прихватки должна составлять $(1-5) \cdot S$, но не более 50 мм, а расстояние между ними $(5-20) \cdot S$, но не более 250 мм, где S – наименьшая толщина свариваемого металла.

В случае, если собранные на прихватках детали подлежат транспортированию до сварки, их количество, расположение и размеры должны быть рассчитаны на транспортировочные нагрузки, в том числе от собственного веса.

Прихватки рекомендуется располагать со стороны, противоположной выполнению первого прохода. Постановка прихваток на пересечении швов не допускается.

Прихватки должны быть тщательно очищены от шлака, проверены на отсутствие дефектов внешним осмотром. Участки, имеющие дефекты, перед сваркой необходимо удалить способом, допускаемым для данного материала.

Для предотвращения увода кромок в процессе сварки и соответственного изменения зазора при постоянной его величине рекомендуется использовать монтажные пластины (расплавляемые) или монтажные вставки (удаляемые). Расплавляемые пластины устанавливаются преимущественно на прямолинейных стыках, удаляемые вставки - на кольцевых.

При сборке и прихватке в первую очередь рекомендуется в зазор между свариваемыми кромками вваривать монтажные пластины или вставки заподлицо с поверхностью свариваемых элементов [9].

2.2.4 Требования к сварочным материалам

Применяемые сварочные материалы (сварочная проволока, защитные газы) должны соответствовать требованиям технических условий или стандартов на их поставку, что должно быть подтверждено сертификатом.

Поступающие на предприятия сварочные материалы до запуска в производство должны быть приняты отделом технического контроля.

При приемке сварочной проволоки проверяется: 1) наличие сертификатов на поставленную проволоку и соответствие его данных требованиям ГОСТ 2246 или технических условий; 2) наличие бирок на мотках и соответствие их данных сертификатам;

3) состояние поверхности проволоки и его соответствие ГОСТ 2246 или технических условий.

В случае несоответствия данных сертификата данным бирки или отсутствия сертификата завод-потребитель должен провести анализ химического состава сварочной проволоки, а при необходимости - испытание

наплавленного металла или металла шва в соответствии требованиям ГОСТ 2246 или технических условий.

При приемке защитного газа проверяется:

- наличие сертификата на поставленный защитный газ;
- наличие ярлыков на баллонах и соответствие их данных сертификатам;
- чистота защитного газа по сертификатам.

Перед использованием каждого нового баллона производится пробная наплавка валика длиной 100-200 мм на пластину с последующим визуальным контролем на отсутствие недопустимых дефектов или на «технологическое пятно» путем расплавления пятна диаметром 15-20 мм.

Подготовленные к сварке сварочные материалы следует хранить в сушильных шкафах при температуре 50-80 °С или в сухих отапливаемых помещениях при температуре не ниже плюс 18 °С в условиях, предохраняющих их от загрязнения, ржавления, увлажнения и механических повреждений. Относительная влажность воздуха – не более 50 %. Организация хранения, подготовки и контроля сварочных материалов должна соответствовать требованиям отраслевой нормативной документации по стандартизации на эти процессы, утвержденные в установленном порядке.

Сварочная проволока должна быть ровной, без перегибов, на ее поверхности не должно быть трещин, окалины, масел, следов коррозии и других загрязнений.

Очистку, прокалку, маркировку, упаковку, хранение и выдачу сварочных материалов следует организовать так, чтобы исключить возможность перепутывания различных марок и партий [9].

2.2.5 Требования к сварке в среде защитных газов

Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры швов должны соответствовать ГОСТ 14771, ГОСТ 23518, для труб – ГОСТ 16037-80 или другой действующей нормативной документации и чертежам.

В качестве защитных газов следует применять аргон, гелий и их смеси, а также аргон или гелий с примесью кислорода (до 3 %) или углекислого газа (до 5 %) для улучшения стабильности дуги и формирования шва, повышения производительности сварки и других технических целей.

В зависимости от конструктивных особенностей изделий, протяженности и конфигурации швов, а также оснащённости сварочным оборудованием и технологической оснасткой применяют следующие способы сварки:

- ручная дуговая сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом (в аргоне, гелии или их смеси), с присадочным металлом или без него;
- автоматическая сварка неплавящимся электродом (в аргоне, гелии или их смеси) с присадочным металлом или без него;
- полуавтоматическая и автоматическая сварка плавящимся электродом.

При выборе метода сварки в среде защитных газов следует учитывать, что сварку неплавящимся электродом (ручную и полуавтоматическую) рационально применять при толщине металла 0,5-3,0 мм, а сварку плавящимся электродом при толщине от 2,5 мм и более.

Во всех возможных случаях следует отдавать предпочтение автоматической сварке, обеспечивающей наилучшее качество швов при высокой производительности.

Сварку плавящимся электродом (автоматическую и полуавтоматическую) выполняют на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

Для уменьшения степени окисления металла и получения качественного сварного шва процесс сварки в среде защитных газов следует вести с максимально возможной скоростью при минимальной поверхности сварочной ванны.

Сварку следует вести без перерывов. В случае вынужденного перерыва перекрывать ранее наложенный шов на 10-20 мм.

После обрыва дуги по окончании сварки подачу защитного газа прекратить после некоторого остывания металла и электрода (через 5-10 с) для предупреждения недопустимого окисления.

Рабочее давление защитного газа рекомендуется держать в пределах 0,01-0,03 МПа [9].

2.2.6 Требования к оформлению документации

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами.

ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль». ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы». ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки». ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка».

2.2.7 Контроль сварных соединений

Геометрические размеры и форму поверхностей следует измерять с помощью средств, обеспечивающих погрешность не более 30% установленного допуска на изготовление.

Габаритные размеры сосудов следует определять путем суммирования размеров входящих в них сборочных единиц и деталей.

Контроль качества поверхностей на отсутствие плен, закатов, расслоений, грубых рисок, трещин, снижающих качество и ухудшающих товарный вид, следует проводить путем визуального осмотра.

Браковочный признак устанавливают на основании требований соответствующего стандарта или проектной документации.

Обязательная проверка наличия, содержания, мест расположения клейм на сварных швах и маркировки на готовом сосуде (самостоятельно поставляемых сборочных единицах и деталях) должна осуществляться визуальным осмотром.

Контроль качества сварных соединений следует проводить следующими методами:

- а) визуальным осмотром и измерительным контролем;
- б) механическими испытаниями;
- в) испытанием на стойкость против межкристаллитной коррозии;
- г) металлографическими исследованиями;
- д) стилоскопированием;
- е) ультразвуковой дефектоскопией;
- ж) радиографией;
- и) цветной или магнитопорошковой дефектоскопией;
- к) другими методами (акустической эмиссией, люминесцентным контролем, определением содержания ферритной фазы и др.), если необходимо.

Контроль комплектности, консервации, окраски, упаковки необходимо проводить путем сопоставления объема и качества выполненных работ с требованиями настоящего стандарта, и технических условий.

Предприятие – изготовитель негабаритных сосудов, транспортируемых частями, должно провести контрольную сборку.

Допускается вместо сборки проводить контрольную проверку размеров стыкуемых частей при условии, что предприятие-изготовитель гарантирует собираемость сосуда.

В процессе изготовления сборочных единиц и деталей необходимо проверять на соответствие требованиям стандартов (технических условий) и проекта [8]:

- состояние и качество свариваемых сборочных единиц и деталей и сварочных материалов;
- качество подготовки кромок и сборки под сварку;
- соблюдение технологического процесса сварки и термической обработки.

2.3 Методы проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов [10]. Методы проектирования, применяемые в выпускной квалификационной работе: Обзор литературы – это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме особенности сварки аустенитных сталей.

Математическим методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки корпуса автоцистерны, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

Целью данной выпускной квалификационной работы является «Разработка технологии проектирования участка сборки и сварки корпуса автомобильной цистерны». Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- расчет режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования;
- техническое нормирование операций;
- определение необходимого состава всех элементов производства;
- расчет и конструирование оснастки;
- планировка участка сборки и сварки.

Кроме того, разрабатывается экономическая часть, которая вместе с технологической частью гарантирует высокую эффективность сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность изготовления и короткие сроки окупаемости серьезных затрат, а также соблюдение иных важных требований.

Задачами данной выпускной квалификационной работы является: изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать

операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Цистерна – это цельносварная конструкция из элементов листового и фасонного проката, которая изготовлена из стали марки 12Х18Н10Т. Сталь выпускается по ГОСТ 5632-72.

Применяется сталь при изготовлении изделий, которые можно эксплуатировать в условиях разбавленных кислот, средне агрессивных щелочных и солевых растворов – например, резервуаров и сварных агрегатов [11].

Химический состав и механические свойства стали представлены в таблице 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 12Х18Н10Т в % (ГОСТ 5632-72) [12]

<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Ti</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>
		не более						
17,0-19,0	9,0-11,0	0,12	0,8	2,0	5 С - 0.8	0,020	0,035	0,30

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 12Х18Н10Т (ГОСТ 7350-77) [12]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %
236	530	38	-

Основные добавки сложнолегированной стали значительно влияют на ее свойства, хром повышает антикоррозийные качества.

Благодаря введению никеля, сталь входит в разряд аустенитов, и сочетает все технологические и эксплуатационные свойства нержавеющей сталей.

Введение в сплав алюминия, титана и кремния придает 12Х18Н10Т качества ферритной стали.

Титан создает карбидообразующий эффект, и предотвращает риск межкристаллитной коррозии.

Марганец позволяет изготавливать сталь с мелкозернистой структурой. Кремний увеличивает плотность и улучшает степень текучести. В то же время он снижает уровень пластичности, что усложняет прокатку холодным способом. Содержание фосфора не должно превышать 0,035 %, так как он провоцирует снижение механических свойств, что усложняет использование стали в криогенной области [11].

Свариваемость – свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия. В сварочной практике существуют такие понятия, как физическая и технологическая свариваемость.

Свариваемость оценивается степенью соответствия свойств сварного соединения тем же свойствам основного материала и его склонностью к образованию дефектов. Материалы делятся на хорошо, удовлетворительно, плохо и ограниченно свариваемые.

К понятиям свариваемости относятся понятия физическая и технологическая свариваемость. Физическая свариваемость – подразумевает возможность получения монолитных сварных соединений с химической связью. Такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами.

Технологическая свариваемость – это характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами. В этом

случае свариваемость рассматривается как степень соответствия свойств сварных соединений одноименным свойствам основного металла или их нормативным значениям.

Свариваемость сталей определяется по склонности к образованию трещин и механическим свойствам шва, по ней стали разделяются на четыре группы:

- хорошая свариваемость; сварка выполняется без подогрева до, в процессе сварки и после.
- удовлетворительная свариваемость; сварка для предотвращения трещин предварительно нагревается, после сварки нужна термообработка.
- ограниченная свариваемость; сталь склонна к образованию трещин, её предварительно подвергают термообработке, термически обрабатывается после сварки.
- плохая свариваемость, склонность к образованию трещин. Сварка производится с предварительной термообработкой, подогрев проводится и после сварки.

Для предварительной качественной оценки свариваемости высоколегированных сталей иногда прибегают к подсчету хромоникелевого эквивалента по химическому составу стали по следующей эмпирической формуле:

$$\frac{Cr_{\text{э}}}{Ni_{\text{э}}} = \frac{Cr + 1,37 \cdot Mo + 1,5 \cdot Si + 2 \cdot Nb + 3 \cdot Ti}{Ni + 0,31 \cdot Mn + 22 \cdot C + 14,2 \cdot N + Cu} \quad (3.1)$$

где символы элементов означают, процентное содержание их в стали.

При эквиваленте меньше 1,5 свариваемость стали может считаться стальной хорошей свариваемости, если же эквивалент больше 1,5, то сталь считается не склонной к хорошей свариваемости [13].

Рассчитаем хромоникелевый эквивалент для стали 12X18H10T:

$$\frac{Cr_{\text{э}}}{Ni_{\text{э}}} = \frac{17 + 1,37 \cdot 0 + 1,5 \cdot 0,8 + 2 \cdot 0 + 3 \cdot 0,7}{11 + 0,31 \cdot 2 + 22 \cdot 0,12 + 14,2 \cdot 0 + 0,3} = 1,39\%.$$

Расчет хромоникелевого эквивалента показал, что сталь 12Х18Н10Т обладает хорошей свариваемостью.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

При разработке технологии, следует выбирать такой способ сварки, который удовлетворяет всем требованиям, установленным исходными данными.

Согласно рекомендациям технической литературы [14] сталь 12Х18Н10Т можно сваривать следующими способами: ручная дуговая сварка покрытыми электродами, неплавящимся электродом в защитном газе, под слоем флюса, электрошлаковая сварка. Присадочные материалы выбирают аналогично составу основного металла, с учетом прочностных требований и сопротивляемости образованию кристаллизационных трещин.

В данной работе способом сварки будет являться механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов по ГОСТ 14771-76. В качестве защитного газа принимаем аргон. Аргон поставляется по ГОСТ Р ISO 14175-2010 и обозначается как – ISO 14175-I – Ar [15].

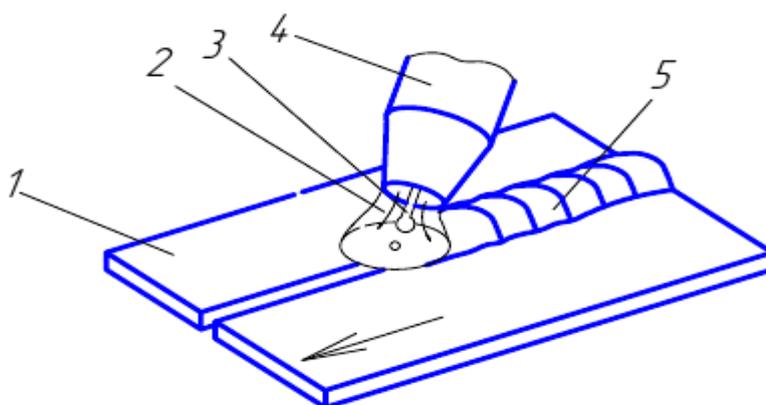


Рисунок 3.1 – Схема сварки проволокой в защитных газах:

- 1 – свариваемое изделие; 2 – струя защитного газа; 3 – проволока; 4 – сопло;
5 – шов

К преимуществам такого вида сварки можно отнести [16]:

- улучшенное качество шва, по сравнению с использованием обычной электродуговой сварки;
- большинство газов имеют невысокую стоимость;
- возможность соединять разноплановые изделия любой толщины;
- значительно увеличивается скорость процесса сварки;
- нет сложностей работы с цветными металлами, алюминием, цветными и коррозионностойкими материалами.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

В качестве сварочного материала принимаем проволоку Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246-70. Выбор сварочного материала обусловлен требованиями сборочного чертежа.

Высоколегированная проволока Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром 1,0 мм, 1,2 мм, 1,6 мм, 2,0 мм, 2,5 мм, 3,0 мм, 4,0 мм, 5 мм. Она поставляется в мотках, масса мотка зависит от диаметра проволоки. На каждый моток проволоки крепят металлический ярлык, на котором должны быть указаны:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение проволоки;
- номер партии;
- клеймо технического контроля.

Особенностью нержавеющей проволоки марки 07Х18Н9ТЮ является присутствие в ее составе алюминия. Это обеспечивает высокое качество сварного шва. Проволока стойка к высокой температуре, влажности и коррозии [17].

Химический состав данной проволоки и механические свойства металла шва представлены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % Св-07Х18Н9ТЮ по ГОСТ 2246-70 [18]

<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Ti</i>	<i>Al</i>	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
				Не более				
8-10	17-19	1-1,4	0,6-0,95	0,09	0,8	2	0,015	0,03

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [18]

Марка проволоки	σ_b , МПа	δ , %	<i>KCU</i> , кДж/см ²	
			20°C	-20°C
Св-07Х18Н9ТЮ	686-129	-	-	-

В качестве защитного газа для защиты сварочной ванны и сварочной дуги принимаем *ISO 14175-I – Ar*. *ISO 14175-I – Ar* обладает лучшими защитными свойствами вследствие большего удельного веса. Дуга в *ISO 14175-I – Ar* характеризуется более высокой стабильностью [6]. Состав *ISO 14175 - I – Ar* приведен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Состав *ISO 14175-I – Ar* [15].

Таблица 3.5 – Состав *Ar* [15]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

В сварочном производстве газообразный *ISO 14175-I – Ar* применяют в качестве защитной среды при сварке активных и редких металлов (титана, циркония и ниобия) и сплавов на их основе, алюминиевых и магниевых сплавов, а также хромоникелевых коррозионностойких жаропрочных сплавов, легированных сталей различных марок.

ISO 14175-I – Ar, являясь более тяжелым, чем воздух, своей струей лучше защищает металл при сварке в нижнем положении. Растекаясь по поверхности свариваемого изделия, он защищает достаточно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

Применение *ISO 14175-I – Ar* позволяет повысить температуру сварочной дуги, что улучшает проплавление сварного шва, увеличивая производительность сварки в целом.

При сварке в среде *ISO 14175-I – Ar* (как и иных инертных газов) минимизируется выгорание активных легирующих элементов, что позволяет использовать более дешевые сварочные проволоки [19].

3.2 Подбор технологических режимов

К параметрам режима механизированной дуговой сварки в защитных газах, определяемых расчетом, относятся:

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

Остальные параметры: защитная среда, род и полярность тока, вылет электродной проволоки, угол наклона электродной проволоки и изделия, начальная температура изделия, расход защитного газа и т.д. устанавливают, исходя из условий сварки конкретных изделий либо марки стали.

Расчет режима сварки производится всегда для конкретных случаев, когда известны марка свариваемой стали, способ сварки, выбраны сварочные материалы и другие данные по шву и технологическому процессу [20].

Для расчета режимов аргоно-дуговой сварки электродной проволокой в литературе нет специальной методики и формул, поэтому принимаем справочные значения и результаты сводим в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Режим механизированной аргоно-дуговой сварки нержавеющей стали электродной проволокой в различных пространственных положениях [21]

Толщина стали, мм	Положение шва в пространстве	Режим сварки				
		Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электродной проволоки, мм
2	Нижнее	1,0	200-210	22-24	70	10
	Горизонтальное			22-24	90	
	Вертикальное			20-23	90	
	Потолочное			22-24	90	
3	Нижнее	0,8	200-230	22-24	55	12
	Горизонтальное			20-22	60	10
	Вертикальное			20-22	90	
	Потолочное			22-24	63	
4	Нижнее	1,0	260-270	25-27	47	12
	Вертикальное			25-27	55	10
	Вертикальное (сварка на подъем)			21-23	36	8
	Горизонтальное			24-26	54	10
	Потолочное			23-25	63	10

Расход аргона 1,5 л/мин во всех случаях.

3.3 Выбор основного оборудования

Выбранные параметры режима сварки для данного сварного изделия позволяют сформулировать требования к сварочному оборудованию. Для рационального выбора оборудования основными критериями должны являться следующие принципы:

1. Техническая характеристика оборудования должна отвечать всем требованиям принятой технологии.
2. Обеспечение относительной простоты обслуживания и эксплуатационной надежности.
3. Наибольший КПД при наименьшем потреблении электроэнергии при эксплуатации.
4. Наименьшие масса и габариты оборудования.
5. Минимальный срок окупаемости.

Исходя из эксплуатационных, технологических и экономических требований было выбрано следующее оборудование:

Сварочный аппарат должен обеспечивать сварочный ток до 250 А, диаметр проволоки 0,8-1,0 мм, скорость подачи электродной проволоки до 90 м/ч. Исходя из данных требований выбираем блок *ESAB ARISTO MIG U4000i* совместно с блоком подачи проволоки *ARISTO Feed 3004* [22]. Блок *Mig U4000i* представляет собой источник питания на 400 ампер для сварки *MIG/MAG/MMA* и *TIG* с высокочастотным поджигом дуги. Используется для электродуговой сварки в среде защитного газа обычной сварочной проволокой (*MIG*), либо без газа с использованием проволоки с флюсом (*MAG*), либо вольфрамовым электродом в среде инертного газа (*TIG*), но может быть также применяется для сварки покрытым электродом (*MMA*). Источник питания предназначен для использования с блоками подачи проволоки *Feed 3004* или *Feed 4804*. Источник питания предназначен для использования с блоками подачи проволоки *Feed 3004* или *Feed 4804*.

Преимущества.

Превосходные сварочные свойства – высокая практичность и высокое качество благодаря *TrueArcVoltage™*.

Инвертеры, основанные на технологии *IGBT* – высокая производительность и надежность.

Корпус изготовлен из гальванизированной стали – прочный и долговечный.

Профессиональная ручная дуговая сварка *MMA* с использованием функции *ArcPlus™ II*.

Автоматический режим ожидания для экономии энергии.

ELP – ESAB LogicPump, автоматически запускает водяной насос.

Класс защиты *IP 23* – для работы вне помещений.

Может управляться дистанционно, цифровой дисплей

Возможность подключения горелки *Push-Pull* длиной 6 или 10 м.

Технические характеристики блока *ESAB ARISTO MIG U4000I* приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики блока *ESAB ARISTO MIG U4000I* [22]

Характеристика	Значение
1	2
Масса	63,5 кг
Описание (Классификатор)	<i>Aristo Mig U4000i</i>
Потребляемое напряжение	
В	400 V
Фазы	3
Частота	50/60 Hz
Сварочные характеристики	

Продолжение таблицы 3.7

1	2
Выходное напряжение	36 VDC
Выходной ток	400 A
ПВ	35 %
Процесс сварки	<i>MMA</i>
Выходное напряжение	33 VDC
Выходной ток	320 A
ПВ	60 %
Процесс сварки	<i>MMA</i>
Выходное напряжение	30 VDC
Выходной ток	250 A
ПВ	100 %
Процесс сварки	<i>MMA</i>
Тех. характеристики	
Классификация применения	<i>S</i>
Макс. давление	3.4 bar
Макс. расход	2.0 l/min
Объем охлаждающей жидкости	5.5 l
Рабочая температура	-10 - +40 °C
Стандарты	<i>IEC/EN 60974-1,-2,-3,-10</i>
MCableX	4x4
Тех. характеристики питания	
Класс защиты	<i>IP 23</i>
Коэфф. мощности при максимальном токе	0,9
КПД при максимальном токе	86 %
Режим энергосбережения	60 W

Блок *ESAB ARISTO MIG U4000I* показан на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Блок *ESAB ARISTO MIG U4000I*

Блоки подачи проволоки *Feed 3004* с панелями управления *U6*, *MA23* или *MA24* предназначены для дуговой сварки плавящимся электродом в среде инертного газа (*MIG*) / дуговой сварки плавящимся электродом (*MAG*) с источниками сварочного тока *CAN* на 400 А, 500 А и 600 А [23].

Блоки подачи проволоки содержат четырехроликовые механизмы подачи проволоки, а также электронную схему управления.

Их можно использовать совместно с приспособлением для проволоки *ESAB MarathonPac™* или с катушкой для проволоки (стандартный диаметр 300 мм, с принадлежностью Ш 440 мм).

Блок подачи проволоки можно установить либо на тележке для блока питания, подвешенной над рабочим местом, на противовесе, либо на полу с использованием комплекта колес или без колес.

Преимущества.

Рабочий цикл.

Рабочий цикл представляет собой долю (в %) десятиминутного интервала, в течение которой можно производить сварку при определенной нагрузке без перегрузки. Рабочий цикл указан для температуры 40 С°.

Класс кожуха.

Нормы *IP* указывают класс кожуха, т.е. степень защиты от проникновения твердых объектов и воды. Оборудование с маркировкой *IP 23* предназначено для наружной и внутренней установки [23].

Технические характеристики блока подачи проволоки *ARISTO Feed 3004* приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики блока подачи проволоки *ARISTO Feed 3004* [23]

Характеристика	Значение
Потребляемое напряжение, В	42
Частота, Гц	50/60
Диаметр проволоки, мм	0,6-1,6
Емкость бобины с проволокой, кг	18
Макс. диаметр барабана, мм	300
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,8-25,0

Блок подачи проволоки *ARISTO Feed 3004* показан на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Блок подачи проволоки *ARISTO Feed 3004*

Для автоматической сварки прямых и кольцевых швов обечаек применим порталную систему для сварки эллиптических ёмкостей, *ROWES*.

Данная установка предназначена для сварки снаружи продольных и кольцевых швов тел вращения, таких как цистерны (включая круглые, прямоугольные, эллипсоидные, чемоданного типа), а также изделий с переменным диаметром, таких как бетономешалки. При сварке кольцевых швов некруглых цистерн, а также продольных швов бетономешалок. Сварочный портал автоматически устанавливает высоту сварочной горелки над свариваемой поверхностью.

Собранная цистерна фиксируется с двух сторон на вращателях. Оператор с помощью пульта управления позиционирует портал на месте начала сварки. После этого оператор позиционирует сварочную головку по вертикали и в поперечном направлении. На блоке управления устанавливается скорость перемещения портала и сварочные параметры и начинается процесс сварки. Позиционирование сварочной горелки по вертикали происходит в автоматическом режиме при помощи специальной системы слежения [24]. Технические характеристики порталной установки *ROWES* представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Технические характеристики порталной установки *ROWES* [24]

Параметр	Значение
Диаметр обрабатываемой детали, мм	750-3500
Длина обрабатываемой детали, мм	2000-14000
Диаметр обрабатываемой детали (различная геометрия), мм	2500
Длина заготовки (различная геометрия), мм	1500-13000
Максимальный вес обрабатываемой детали, кг	10000

Портальная установка *ROWES* показана на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Портальная установка *ROWES*

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий [25].

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 2 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет большую массу, а также мостовой кран грузоподъемностью до 5 тонн.

В разрабатываемом технологическом процессе для кантовки применяется вращатель, являющийся частью портальной установки *ROWES* и для фиксации элементов обечайки в портальной установке предлагаются

приспособление сборочное ФЮРА.000001.086.00.000 СБ. Спецификация приспособления сборочного приведено в приложении Б. Приспособление состоит из рамы поз. 1, прижимов поз. 2 (6 шт.) и рычагов поз. 3 (6 шт.), габариты 250x1536x1980 мм. Приспособление прижимами фиксирует края полуобечаяек, всего для сварки одной обечайки применяется два приспособления.

Сварка элементов обечайки показана на рисунке 3.5.

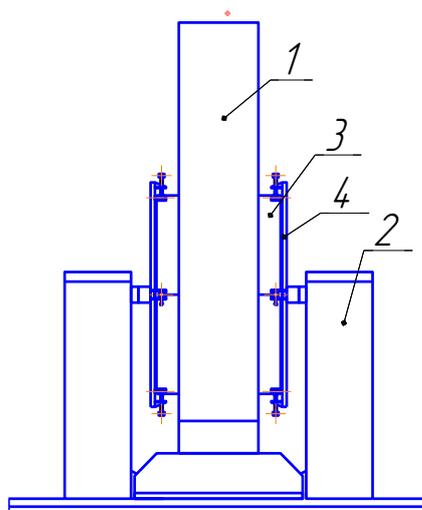


Рисунок 3.5 – Сварка элементов обечайки:

1 – портал; 2 – вращатель; 3 – обечайка; 4 – приспособление сборочное

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъемно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [26].

На рисунке 3.6 показана технологическая схема изготовления корпуса автоцистерны.

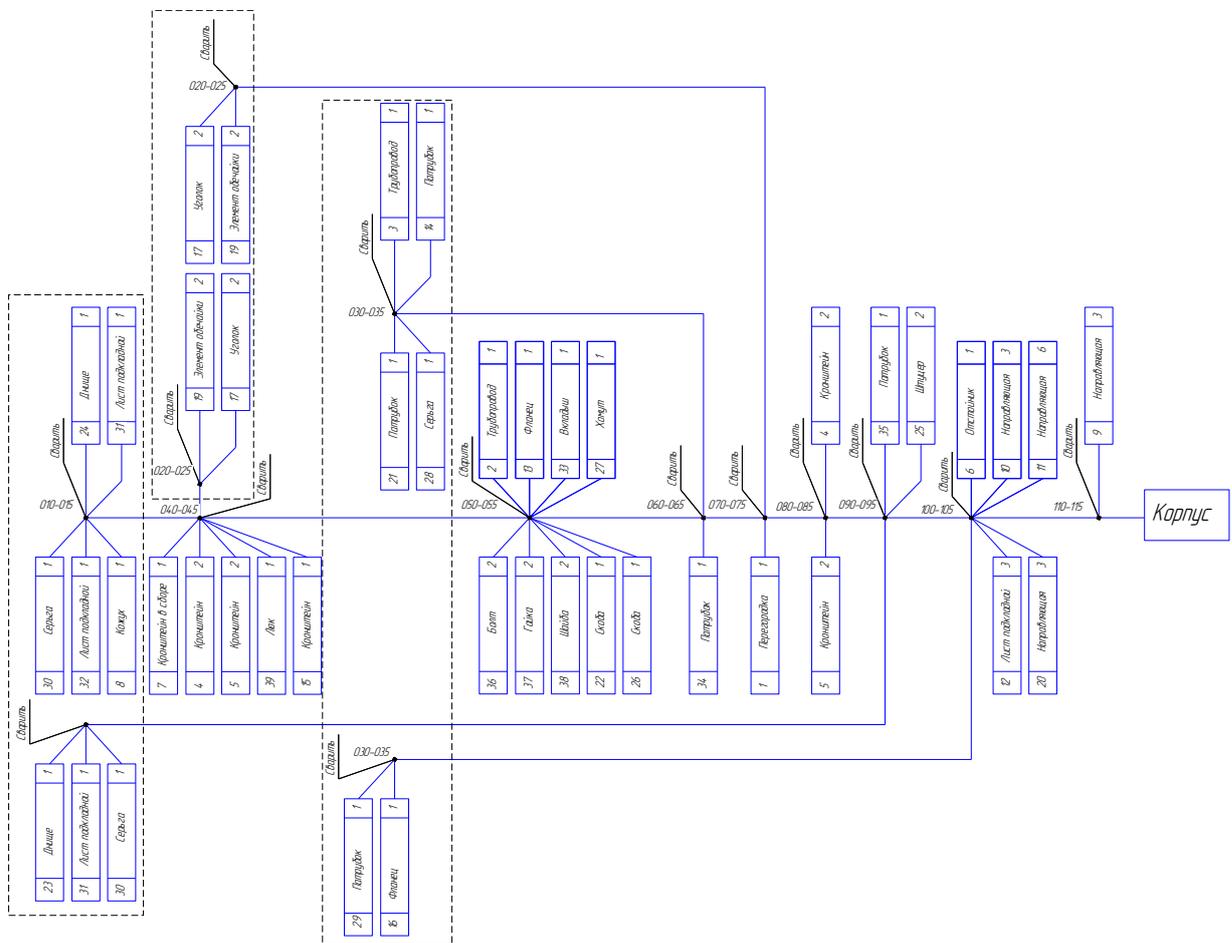


Рисунок 3.6 – Технологическая схема изготовления корпуса автоцистерны

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Выбор метода контроля определяется конструктивными особенностями изделия, физическими свойствами контролируемого материала, техническими требованиями к изготовлению сосуда [27]. По ГОСТ Р 50599-93 элементы сосуда следует подвергать визуальному и измерительному контролю, ультразвуковому методу контроля, а также испытаниям на герметичность. Согласно техническим требованиям сборочного чертежа, перекрываемые участки сварных швов должны быть проверены на герметичность смачиванием керосином до приварки перекрывающих деталей. Продольные сварные соединения в обечайках должны быть подвергнуты ультразвуковому, визуальному и измерительному контролю в объеме 100% длины контролируемых швов.

3.6.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений

Визуальный и измерительный контроль сварных швов необходимо проводить после очистки швов и прилегающих к ним поверхностей основного металла от шлака, брызг и других загрязнений.

Обязательному визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные швы в соответствии с ГОСТ 3242-79 для выявления дефектов, выходящих на поверхность шва и не допустимых в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Визуальный и измерительный контроль следует проводить в доступных местах с двух сторон по всей протяженности шва [27].

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (сокращенно ВИК) – это метод контроля качества, выполняемый с помощью визуального осмотра либо с применением простейших измерительных

инструментов. С помощью визуального осмотра выявляются крупные дефекты, а с помощью инструментов выявляются мелкие дефекты, сразу незаметные глазу.

Сначала выполняется визуальный контроль. Контролер внимательно осматривает шов на наличие поверхностных дефектов. Когда осмотр закончен, проверяется характер, размер дефекта и процент его отклонения от нормы. Далее проводят измерительный контроль сварных швов, измеряя его геометрические параметры, ширину, высоту, катет. Используют штангенциркуль, линейку, различные шаблоны.

Для проведения ВИК используем комплект ВИК "Энергетик" [28].

3.6.2 Ультразвуковой контроль сварных соединений

Для выявления внутренних дефектов сварных соединений цистерны следует применять – ультразвуковой контроль. Ультразвуковую дефектоскопию сварных соединений следует проводить в соответствии ГОСТ 14782.

Для проведения УЗК используем ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР. Описание: устройство, предназначенное для измерения толщины изделий, контроля качества сварных швов, поиска мест коррозии, внутренних расслоений, трещин и других дефектов в пластмассах, металлах и иных однородных материалах. Оборудование также используется для определения координат и оценки параметров таких дефектов.

Технические характеристики дефектоскопа А1212 МАСТЕР представлены в таблице 3.10

Таблица 3.10 – Технические характеристики дефектоскопа А1212 МАСТЕР [29]

Параметр 1	Значение 2
Диапазон устанавливаемых номинальных частот ультразвука	от 0,5 до 15,0 МГц
Отклонение рабочих частот от номинальных	$\pm 10\%$
Диапазон настройки на скорость ультразвука в материале	от 500 до 14 999 м/с
Диапазон перестройки усиления приемника	от 0 до 100 дБ
Диапазон измерений глубины залегания дефекта (по стали) с прямыми преобразователями:	
<i>D1771 4.0A0D12CL</i>	от 2 до 3 000 мм
Диапазон измерений глубины залегания дефекта (по стали) с наклонными преобразователями:	
<i>S5182 2.5A65D12CS</i>	от 2 до 1 300 мм
<i>S5096 5.0A70D6CS</i>	от 2 до 500 мм
глубины <i>H</i>	$\pm(0,03H+1,00)$ мм
дальности по поверхности <i>L</i>	$\pm(0,03L+1,00)$ мм
Диапазон измерений временных интервалов на частоте 2,5 МГц	от 0 до 1 900 мкс
Источник питания	аккумулятор
Номинальное значение напряжения питания	11,1 В
Время непрерывной работы от аккумулятора при нормальных климатических условиях, не менее:	9 ч
Диапазон рабочих температур	от -30 до +55°C
Тип дисплея	цветной <i>TFT</i>
Разрешение дисплея	640 x 480
Габаритные размеры электронного блока:	260 x 157 x 43 мм
Масса с аккумулятором:	800 г

3.6.3 Испытания на прочность и герметичность

Гидравлическому испытанию подлежат все сосуды после их изготовления. Для гидравлического испытания сосуда следует использовать воду.

Гидравлические испытания сосудов, транспортируемых частями и собираемых на месте монтажа, допускается проводить после их изготовления на месте установки. Так же испытание сосудов следует проводить с крепежом и прокладками, предусмотренными в технической документации. [27].

Испытание сосудов, работающих без давления (под налив), проводят смачиванием сварных швов керосином или наливом воды до верхней кромки сосуда. Время выдержки сосуда при испытании наливом воды должно быть не менее 4 ч. [27].

3.6.4 Капиллярная дефектоскопия

Капиллярная дефектоскопия выполняется согласно ГОСТ 3242-79 смачиванием керосином до $7 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^3 \text{ МПа/с}$.

Требуется тщательная очистка контролируемой поверхности, чувствительность метода снижается при контроле больших толщин и при контроле сварных соединений, расположенных во всех пространственных положениях, отличных от нижнего. При контроле смачиванием керосином - высокая пожароопасность.

Обнаружение мест течей в сварных соединениях открытых и закрытых конструкций: смачиванием керосином сварные соединения конструкций, рабочим веществом которых является жидкость. Контролируемая толщина не ограничивается [30].

3.7 Разработка технической документации

Технологический процесс сборки и сварки корпуса автоцистерны начинается с комплектования деталей, входящих в сборочную единицу, согласно спецификации.

Сначала производим сварку сварочных узлов (Операция 010.):

Св. узел 1.

Сборка, прихватка и сварка производится на слесарно-сборочной плите. На плиту устанавливается днище поз. 23, лист подкладной поз. 31, серьга поз. 30.

Св. узел 2.

Сборка, прихватка и сварка производится на слесарно-сборочной плите. На плиту устанавливается днище поз. 24, лист подкладной поз. 31, серьга поз. 30, лист подкладной поз. 32, кожух поз. 8.

Далее производится сварка Св. узлов 1 и 2 (Операция 015).

Затем производим сварку сварочных узлов (Операция 020.):

Св. узел 3.

Сборка и прихватка производится на слесарно-сборочной плите. На плиту устанавливается элемент обечайки поз. 19 (2 шт.), уголок поз. 18 (2 шт.).

Св. узел 4.

Сборка и прихватка производится на слесарно-сборочной плите. На плиту устанавливается элемент обечайки поз. 19 (2 шт.), уголок поз. 17 (2 шт.).

Далее производится сварка Св. узлов 3 и 4 (Операция 025) на порталной системе ROWES. Для фиксации сб. ед. используются струбцины.

Потом производим сварку сварочных узлов (Операция 030.):

Св. узел 5.

Сборка, прихватка и сварка производится на слесарно-сборочной плите. На плиту устанавливается трубопровод поз. 3, патрубок поз. 14, серьга поз. 28, патрубок поз. 21.

Св. узел 6.

Сборка, прихватка и сварка производится на слесарно-сборочной плите. На плиту фланец поз. 16, патрубок поз. 29.

Далее производится сварка Св. узлов 4 и 6 (Операция 035).

После этого на слесарно-сборочной плите собираются сварочный узел 2 и сварочный узел 3, детали: кронштейны поз.4 (2шт.), поз. 5 (2 шт.) и поз. 15, люк поз. 39. Выполняется прихватка деталей (Операция 040). Сборочная единица перемещается на порталную систему *ROWES* и выполняется сварка (Операция 045). Затем устанавливается трубопровод поз. 2, вкладыш поз. 33, хомут поз. 27, кронштейн поз. 7, болты поз. 36 (2 шт.), гайки поз. 37 (2 шт.) и шайбы поз. 38 (2 шт.), фланец поз. 13, скобы поз. 22 и поз. 26. Выполняется прихватка и сварка (Операции 050-055). Потом устанавливается сварочный узел 4, патрубок поз. 34, выполняется прихватка и сварка (Операции 060-065). После этого на слесарно-сборочной плите в сварочный узел 3 вставляется перегородка поз. 1, устанавливается сварочный узел 5. Выполняется прихватка деталей и сборочная единица перемещается на порталную систему *ROWES* (Операция 070). На порталной системе *ROWES* выполняется сварка (Операция 075). Затем устанавливаются кронштейны поз.4 (2шт.), поз. 5 (2 шт.), выполняется прихватка и сварка. Сб. ед. перемещается на слесарно-сборочную плиту (Операция 080-085). Далее устанавливается сварочный узел 1, патрубок поз. 35 и штуцеры поз. 25 (2 шт.), выполняется прихватка. Сб. ед. перемещается на порталную систему *ROWES* (Операция 090). После выполняется сварка (Операция 095). Далее устанавливается отстойник поз. 6, направляющие поз. 10 (6 шт.), поз. 11 (6 шт.) и поз. 20 (3 шт.), выполняется прихватка и сварка (Операции 100-105). После устанавливаются направляющие поз. 9 (3 шт.), выполняется прихватка и сварка (Операции 110-115). Производится зачистка сварных швов от брызг сварки. Проводится контроль сварных швов и контроль на герметичность (Операции 120-125).

Подробно последовательность изготовления корпуса автоцистерны приведена в технологическом процессе (Приложение В).

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [31]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и} \quad (3.2)$$

где, $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва [31]:

$$T_{н.ш-к} = (T_0 + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.3)$$

где, T_0 – основное время сварки;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва;

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времени.

Для аргоно-дуговой сваркой неплавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27%, [31].

Основное время для механизированной сварки в защитном газе определяется по формуле [31]:

$$T_0 = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n. \quad (3.4)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²,

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n = коэффициент наплавки, г/(А·ч) [31]:

Для примера рассчитаем норму времени сборки в операции 060, время на прихватку и аргонодуговую сварку неплавящимся электродом на выполнение Δ швов №4 Т1- 3 (рисунок 3.7) в операции 065.

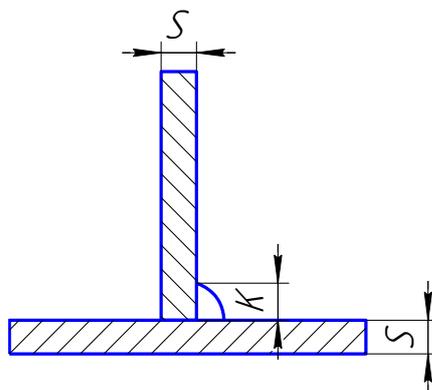


Рисунок 3.7 – Соединение Т1- Δ 3 по ГОСТ 14771 – 76: S – толщина листа, K – катет

Исходные данные:

- марка стали 12Х18Н10Т;
- марка электродной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246 – 70;
- сварной шов тавровый №4 по ГОСТ 14771-76 – Т1- Δ 3 без разделки;
- сварной шов по ГОСТ 14771-76 – Н2 Δ 2;
- длина швов 430 и 210 мм;
- положение швов нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла швов

$F_1=6,3 \text{ мм}^2$ и $F_2=3,1 \text{ мм}^2$;

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ аргоно-дуговой сваркой неплавящимся электродом составляет $\alpha_n=15 \text{ г/(А·ч)}$.

Количество проходов – $n_1 = 1$ шт.

Определим время на операцию 060

1. Масса сварного узла 4 $m_1=4,855$ кг; установка изделия вручную на приспособление $t_1= 0,47$ мин.; масса детали позиции 34 $m_2=7,78$ кг; установка изделия вручную на приспособление $t_2= 0,56$ мин.

$$t_{в.и} = 0,47+0,56= 1,03 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 065

Найдем время на прихватку:

$$0,15 \cdot 12=1,8 \text{ мин.},$$

0,15-время на выполнение одной прихватки

12-количество прихваток

Время на клеймение составляет 2,1 мин.; масса сборочной единицы $m_1=321$ кг; перемещение сборочной единицы кран-балкой $t_1= 2$ мин.;

$$t_{в.и} =1,8+2,1+2=5,9 \text{ мин.},$$

1,8-время на установку

Найдем время на основное время сварки для шва №4, количество проходов $n=1$ шт [31]:

$$T_o = \frac{6,3 \cdot 7,85 \cdot 60}{210 \cdot 15} = 0,94 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (0,94+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,15 \text{ мин.},$$

Найдем время на основное время сварки для шва №7, количество проходов $n=1$ шт:

$$T_o = \frac{3,1 \cdot 7,85 \cdot 60}{200 \cdot 15} = 0,49 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (0,49+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 1,57 \text{ мин.}$$

$$T_{ш} = 2,15 \cdot 0,43 + 1,57 \cdot 0,21 + 5,9 = 7,15 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления корпуса автоцистерны

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	7,51
015	Сварочная	8,98
020	Слесарно-сборочная	21,68
025	Сварочная	57,5
030	Слесарно-сборочная	1,85
035	Сварочная	7,27
040	Слесарно-сборочная	54
045	Сварочная	27,81
050	Слесарно-сборочная	4,48
055	Сварочная	8,98
060	Слесарно-сборочная	1,03
065	Сварочная	7,15
070	Слесарно-сборочная	22,3
075	Сварочная	24,11
080	Слесарно-сборочная	1,74
085	Сварочная	21,57
090	Слесарно-сборочная	10,98
095	Сварочная	8,91
100	Слесарно-сборочная	5,87
105	Сварочная	79,65
110	Слесарно-сборочная	1,68
115	Сварочная	17,4

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3
120	Слесарная	63
125	Контроль	37,53
Итого		512,8

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_m = m \cdot k_o, \quad (3.19)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [32];

$$m_m = 625 \cdot 1,3 = 812,5 \text{ кг,}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [33]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р.п.}} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{\text{НО}}, \quad (3.20)$$

где $K_{\text{р.п.}}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{\text{р.п.}} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{\text{р.п.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,

$\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{\text{н.о.}}$ – масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1,03 + 0,1) \cdot 4,272 = 4,84 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [33]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_c \quad (3.21)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 1,5 \cdot 287,94 = 431,9 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [33]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.22)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (3.23)$$

где $W_{ТЭ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{23 \cdot 210 \cdot 4,799}{0,86} + 0,4 \cdot \left(\frac{4,799}{0,7} - 4,799 \right) = 26953 \text{ Вт} \cdot \text{ч,}$$

$$З_{ТЭ} = 26,953 \cdot 5,63 = 151,75 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Сварочными приспособлениями называются дополнительные технологические устройства к оборудованию, используемые для выполнения операций сборки под сварку, сварки, термической резки, пайки, наплавки, устранения или уменьшения деформаций и напряжений, а также для контроля. В комплексно-механизированном сварочном производстве широко применяются загрузочные, разгрузочные, подъемно-транспортные и комбинированные приспособления.

В предлагаемом технологическом процессе для крепления элементов обечаек используются приспособление сборочное ФЮРА.000001.086.00.000 СБ.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

При автоматизированной сварке кольцевых и продольных швов обечаек, с помощью портальной системы *ROWES*, используются винтовые фиксаторы для фиксации кромок, являющиеся частью приспособления сборочного. Рассчитаем диаметр винтового фиксатора, входящего в состав применяемого приспособления.

Диаметры болтов определим по формуле [34]:

$$d_P = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{1,27 \cdot P \cdot z}{[\sigma]_{дон}}}, \quad (4.1)$$

где P – усилие на болт, кгс/см².

$$d_P = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1700 \cdot 1}{950}} = 1,96 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем d_p = 20 мм [34].

4.3 Порядок работы приспособления

Приспособление сборочное ФЮРА.000001.086.00.000 СБ предназначено для сборки и фиксации элементов обечаек на вращателе портальной системы. Данное приспособление позволяет располагать собираемые и свариваемые детали в удобном пространственном положении. Работает приспособление следующим образом. С помощью кран-балки устанавливаем в приспособление элементы обечайки и фиксируем винтовыми фиксаторами. Приспособление сборочное устанавливается с двух сторон элементов обечаек. Полученную конструкцию устанавливают на вращатель портальной системы.

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений [35].

Для проектируемого участка сборки и сварки корпуса принимаем схему компоновки производственного процесса с поперечным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха.

На плане участка показаны плита слесарно-сборочная, порталная система для сварки эллиптических ёмкостей *ROWES*, сварочное оборудование, подающий механизм *ARISTO FEED 3004/4804, U6* с выпрямителем *ARISTO MIG U4000I*. Перемещение осуществляется кран-балкой $Q=2,0$ т.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [26].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_\partial}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

$\Phi_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N = 500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010; 015; 020; 030; 035; 040; 070; 090:

$$T_r = 500 \cdot \frac{7,51+4,05+21,68+1,85+54+22,3+1,98}{60} = 1209 \text{ ч.},$$

$\Phi_{\text{н}}$ – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{1209}{3754} = 0,32,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,32}{1} = 0,32.$$

– для операций 025; 045; 050; 055; 060; 065; 075; 080; 085; 095; 100; 105; 110; 115; 120; 125:

$$T_r = 500 \cdot \frac{57,5+27,81+4,48+8,98+1,03+7,15+24,11+1,74+21,57+8,91+5,87+79,65+1,68+17,4+63+37,53}{60} = 3065 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{3065}{3754} = 0,82,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,82}{1} = 0,82.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 1209 + 3065 = 4273 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{ЯВ} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{4273}{1976} = 2,16. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{ЯВ} = 3$. В первую смену работает 2 человека, а во вторую смену работает 1 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{СП} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{4273}{1734} = 2,46. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{СП} = 3$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 1;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [35].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;

- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [35].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует

определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления корпуса автоцистерны АЦ5-40.

Корпус автоцистерны предназначен для загрузки жидкости наливным способом для ее дальнейшей транспортировки.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочное ФЮРА.000001.086.00.000 СБ, на котором используются винтовые прижимы и упоры.

Применим современное сварочное оборудование: блок *ESAB ARISTO MIG U4000I* совместно с блоком подачи проволоки *ARISTO Feed 3004* [22]. Для автоматической сварки прямых и кольцевых швов обечаек применяется портальная система для сварки эллиптических ёмкостей, *ROWES*.

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления корпуса автоцистерны приведены в таблице 3.11.

Определение приведенных затрат производят по формуле [36]:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов:

$$K = K_{\text{o}} + K_{\text{п}} + K_{\text{п.о.}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где K_{o} – стоимость сварочного оборудования;

$K_{\text{п}}$ – стоимость приспособлений;

$K_{\text{п.о.}}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{\text{зд}}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [26]:

$$K_{\text{со}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{oi}} \cdot O_i \cdot \mu_{\text{oi}}, \quad (6.3)$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом

транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

$$K_{CO1} = (254113 + 148541) \cdot 2 \cdot 0,569 = 259232 \text{ руб} \cdot \text{год.}$$

$$K_{CO2} = 1860000 \cdot 1 \cdot 0,569 = 1542835 \text{ руб} \cdot \text{год.}$$

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [37,38,39]

Наименование оборудования		Цо, руб
<i>ESAB ARISTO MIG U4000I</i>	2 шт.	254113
<i>ARISTO Feed 3004</i>	2 шт.	148541
<i>ROWES</i>	1 шт.	15800000

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		K_{CO} , руб. · год
<i>ESAB ARISTO MIG U4000I</i>	2 шт.	259232
<i>ARISTO Feed 3004</i>	2 шт.	
<i>ROWES</i>	1 шт.	12897763
Итого		13156994

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [26]:

$$K_{PP} = \sum_{j=1}^m K_{PPj} \cdot P_j \cdot \mu_{pj}, \quad (6.4)$$

где K_{PPj} – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

P_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

μ_{pj} – коэффициент загрузки j -го приспособления.

$$K_{\text{пр1}} = 110000 \cdot 1 \cdot 0,322 = 35409 \text{ руб} \cdot \text{год},$$

$$K_{\text{пр2}} = 110000 \cdot 5 \cdot 0,849 = 467065 \text{ руб} \cdot \text{год},$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _{п,} шт	К _{пр,} руб/ед.год
Плита сварочная	110000	1	35409
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.068.00.000 СБ	12300	1	20081
ИТОГО			55491

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 2$ т. определяют по формуле:

$$K_{\text{п.о.}} = C_{\text{п.о.}} \cdot n_{\text{п.о.}}, \quad (6.5)$$

где $C_{\text{п.о.}}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$n_{\text{п.о.}}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{\text{п.о.}} = 185000 \cdot 1 = 185000 \text{ руб.}$$

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [36]:

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot K_f \cdot h \cdot C_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед}$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 128,16 \text{ м}^2$,

K_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $K_f=1$);

h – высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$;

$\text{Ц}_{\text{зд}}$ – стоимость 1м^3 здания на 01.01.2021 составляет, $\text{Ц}_{\text{зд}}=94 \text{ руб}/\text{м}^3$.

$$K_{\text{зпп}}=128,16 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94=144564 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и

производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C=N_f \cdot (C_m + C_{\text{с.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.7)$$

где C_m – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{с.м.}}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд}}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{возд.}}$ – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [26]:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{м}} \cdot k_{\text{т.з.}} \cdot C_{\text{м}} - N_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где $m_{\text{м}}$ – норма расхода материала на одно изделие, кг;

$C_{\text{м}}$ – средняя оптовая цена стали 12X18Н10Т, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 12X18Н10Т; $C_{\text{м}}=254$ руб./кг, при $m_{\text{м}}=625 \cdot 1,3=812,5$ кг;

$k_{\text{т.з.}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{\text{т.з.}}=1,04$ [26].

N_0 – норма возвратных отходов, $N_0 = m_{\text{м}} \cdot 0,3 = (625) \cdot 0,3 = 187,5$ кг/шт;

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб./кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [32].

$$C_{\text{м}}=1,04 \cdot (812,5 \cdot 254) - 187,5 \cdot 20 = 210880 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку и электроды определяем по формуле [36]:

$$C_{\text{п.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{\text{нд}} \cdot \psi_p \cdot C_{\text{п.с.}}, \text{ руб./изд.}, \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 4,272$ кг – для проволоки Св-07X18Н9ТЮ для разработанного технологического процесса;

$k_{\text{нд}}$ – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [26], $k_{\text{п.с.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [26], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем для проволоки $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п.с} = 131$ – стоимость сварочной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ, руб/кг на 01.01.2021.

$$C_{п.спредл.} = (4,272 \cdot 131) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 634,06 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ определяем по формуле [36]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.,} \quad (6.10)$$

где $g_{з.г.}$ – расход защитного газа, $g_{з.г.} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость расход защитного газа, $\Pi_{г.з.} = 6,25 \text{ руб./ м}^3$;

T_0 – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 51,19 \text{ ч}$.

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 6,25 \cdot 51,19 = 3264,54 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [36]:

$$C_z = t_k \cdot \text{ЧТС} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{д.з.}} \cdot K_c, \quad (6.11)$$

где t_k – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС– 74,85 руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{\text{д.з.}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3.

$$C_z = 8,55 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 1816,28 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [26]:

$$C_{з.п.всп.р} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot ЧТС_{врj} \cdot \frac{F_d}{12} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_c, \quad (6.12)$$

где ЧТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2021, руб.:

- для слесарей ЧТС – 61,58 руб.;
- для контролер ОТК ЧТС – 156 руб.;
- для МОП ЧТС – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d = 1769$ ч;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d=1,2$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр}=1,4$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай}=1,3$;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 63,62 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,20 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 26267,86 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 65293,08 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 23786,64 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} + C_{зп.МОП} = 26267,86 + 65293,08 + 23786,64 = \quad (6.13) \\ = 115677,58 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого персонала рассчитываем по формуле [26]:

$$C_{з.п.АУП} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{ПР} \cdot K_{РАЙ} \cdot K_{С}, \quad (6.14)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

$Ч_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.АУП} = 28865 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1966884,19 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [36]:

$$C_{э.с.} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{э}, \quad (6.15)$$

где $Ц_{э}$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_{э} = 5,63$ руб.

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [33]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (6.16)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

$\eta_{и}$ – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

$\frac{t_c}{K_U}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_U можно выбрать по таблице 3.2.2 [33]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4) $W_{тэ} = 26,953$ кВт.

$$C_{э.с.} = 26,953 \cdot 5,63 = 151,75 \text{ руб.}$$

6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [20]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{ТП}} \cdot Ц_{\text{возд}}, \text{ руб./изд}, \quad (6.17)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ – расход воздуха, м³/ч.

$k_{\text{ТП}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{ТП}} = 1,15$.

Для изготовления одного изделия расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$Ц_{\text{возд}} = 0,184295$ руб/м³, стоимость воздуха на 01.01.2021 г.;

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [36]:

$$C_{об} = \frac{K_o \cdot n_o}{T_o \cdot N_2} + \frac{K_{п} \cdot n_n}{T_{п} \cdot N_2} + \frac{K_{п.о} \cdot n_{п.о}}{T_{п.о} \cdot N_2}, \quad (6.18)$$

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

N_2 – годовая программа

N_n – количество приспособлений

T_o – срок службы основного сварочного оборудования, $T_o = 5$ лет;

$K_{п}$ – стоимость приспособлений;

$T_{п}$ – срок службы приспособлений, $T_{п} = 5$ лет

$K_{п.о.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{п.о.}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{п.о.} = 20$ лет

[40].

$$C_{об} = \frac{(254113+148541) \cdot 2 + (15800000) \cdot 1}{5 \cdot 500} + \frac{110000 \cdot 1 + 12300 \cdot 1}{5 \cdot 500} + \frac{185000 \cdot 1}{20 \cdot 500} = 6714,46 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [36]:

$$C_{р\text{ио}} = \frac{(K_o \cdot n_o + K_{п} \cdot n_{п} + K_{п.о} \cdot n_{п.о}) \cdot k_{р\text{ио}}}{N_r}, \quad (6.18)$$

где $k_{р\text{ио}}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{р\text{ио}} = \frac{[(254113+148541) \cdot 2 + (15800000) \cdot 1 + 110000 \cdot 1 + 12300 \cdot 1 + 185000 \cdot 1] \cdot 0,03}{500} = 1015,49 \text{ руб.}$$

6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [36]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot k_{\text{сп}} \cdot \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 128,16 \text{ м}^2$;

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$.

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $\text{C}_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м}$.

$$C_{\text{п}} = \frac{128,16 \cdot 0,08 \cdot 250}{500} = 5,13 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	210880
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	634,06
2.3	Затраты на защитный газ	306,03
2.4	Стоимость флюса	-
3	Заработная плата	

Продолжение таблицы 6.4

1	2	3
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	1816,28
3.2	Зарботная плата вспомогательных рабочих	115677,58
3.3	Зарботная плата административно-управленческого персонала	1966884,19
4	Затраты на электроэнергию	151,75
5	Затраты на сжатый воздух	0,35
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	6714,46
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	1015,49
6.3	Затраты на содержание помещения	5,13
ИТОГО технологическая себестоимость:		228233,59

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C = 500 \cdot (210880 + 634,06 + 306,03 + 1816,28 + 151,75 + 0,35 + 6714,46 + 1015,49 + 5,13) + 115677,58 \cdot 12 + 1966884,19 = 114116796,14 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 13156994 + 55491 + 185000 + 144564 = 13542050 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_{\text{п}}^2 = 114116796,14 + 0,15 \cdot 13542050 = 111245564,21 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	8,55
3	Количество оборудования, шт.	2
4	Количество производственных рабочих, чел	3
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	812,5
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	111245564,21
9	Себестоимость одного изделия, руб	228233,59

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 13542050 руб;
- себестоимость продукции 114116796,14 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 111245564,21 руб/изд. год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка корпуса автоцистерны АЦ5-40. При изготовлении корпуса автоцистерны осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде аргона, слесарные операции.

При изготовлении корпуса автоцистерны на участке используется следующее оборудование:

- *ESAB ARISTO MIG U4000I* 2 шт.
- *ARISTO Feed 3004* 2 шт.
- *ROWES* 1 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.

ФЮРА.000001.086.00.000 СБ

- плита сварочная 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, – это автомобильная цистерна, работающая при давлении менее $0,7 \text{ кгс/см}^2$, предназначенная для перевозки жидких грузов наливным способом. Грузовые кузова-цистерны имеют различную форму, конструкцию и материал, что зависит от вида перевозимого груза и его свойств. Цистерны обычно выполняют сварными из листовой стали (малоуглеродистой, коррозионностойкой). При этом цистерны из малоуглеродистой стали могут иметь внутреннее противокоррозионное покрытие из эмали, свинца, цинка, пластмассы, эпоксидных смол и других материалов. Формы цистерн могут быть различными. Их поперечные сечения бывают прямоугольными, круглыми, эллиптическими.

Горизонтальное расположение цистерн используют для транспортировки жидких и газообразных грузов.

Вертикальные цистерны имеют форму цилиндра или шара с нижней частью в виде усеченного конуса.

Наклонные и горизонтальные цистерны обычно имеют круглое или эллиптическое сечение, а иногда и прямоугольное. При наклонном и особенно при вертикальном расположении цистерн снижается их устойчивость за счет повышения центра тяжести. Цистерны для перевозки жидкости обычно внутри разгораживаются рядом специальных перегородок с целью уменьшения ударов жидкости о стенки и днища цистерны при движении. Цистерны для перевозки горючих жидкостей оборудуются противопожарными устройствами, а их заливные горловины снабжаются пламегасителями, дыхательными клапанами и т.д. Масса корпуса автоцистерны составляет 625 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки 12Х18Н10Т. Сварка производится в Ar сварочной проволокой Св-07Х18Н9ТЮ диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также восемь светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 128,16 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства

устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

7. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
8. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
9. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
10. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
11. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
12. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
13. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
14. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
15. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная

вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

16. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до $0,31 \text{ мг/м}^3$ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$), а также CO_2 до $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [41, 42].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц $< 0,1 \text{ м/с}$.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и

токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [42].

На участке сборки и сварки изготовления корпуса автоцистерны применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [43].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [44]:

$$L_{\text{м}} = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [33];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [33]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,} \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 2 = 26,35 \text{ м}^2,$$

$$L_{\text{м}} = 26,35 \cdot 0,2 = 5,27 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_0 = 18970 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 14-46-8К1 с двигателем АИР 180 М8 15 кВт 735 об.

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

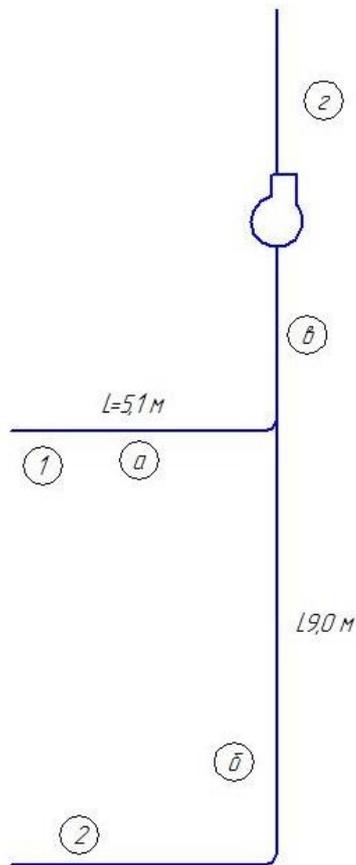


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 18970 \cdot 1/2 = 9485 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 18970 \cdot 1/2 = 9485 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [44]:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм},$$

Определим диаметр главного воздуховода:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *ESAB ARISTO MIG U4000I*;
- *ARISTO Feed 3004*;
- *ROWES*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [46].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [46].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пенобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [42].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведение сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [47].

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 8 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает

физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [48].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

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

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация корпуса автоцистерны на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [49].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки корпуса автоцистерны ФЮРА.208.134.086.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов [49].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса автоцистерны предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [49].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки корпуса автоцистерны.

Для сборки-сварки корпуса автоцистерны применено сборочно – сварочное приспособление с винтовыми прижимами, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 128,16 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 56,91 %;

Количество приведенных затрат – 111245564,21 руб./изд.·год.

Библиография

1. Сварка нержавеющей сталей. Каховский Н.И. «Техника», Издательство «Техника», 1968. – 297 с.
2. Сварка нержавеющей стали [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://books.totalarch.com/node/5972>
3. Масаков, В.В. Сварка нержавеющей сталей: учеб. пособие/ В.В. Масаков, Н.И. Масакова, А.В. Мельзитдинова. – Тольятти : ТГУ, 2011 – 184 с.
4. Технология изготовления корпуса цистерны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635b3bd78b4c43a89421216c26_0.html
5. Материаловедение. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Войткун Ф, Учебник для ВУЗов. М.: МИСИС, 1999 – 600с.
6. Сварка хромоникелевых аустенитных сталей. Медовар Б.И. К., Машгиз; 1954г – 175с. <https://www.chipmaker.ru/files/file/7589/>
7. Сталь 12Х18Н10Т [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lasmet.ru/steel/mark.php?s=15>
8. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2007.
9. ОСТ 26.260.3-2001 «Сварка в химическом машиностроении. Основные положения». ОАО «НИИХИММАШ».
10. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов.радио, 1979. – 184 с.
11. Сталь 12Х18Н10Т [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://emk24.ru/wiki/stali-gost/stal-12kh18n10t_8164871/
12. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.

13. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение,1984. - 216 с.
14. Николаев Г. А. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. М.: Машиностроение, 1978. – 504 с.
15. ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов. М.: Стандартиформ, 2011
16. Преимущества дуговой сварки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Преимущества дуговой сварки: разбираемся в технологии \(vt-metall.ru\)](http://vt-metall.ru)
17. Проволока сварочная СВ-07Х18Н9ТЮ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arsenal-metiz.ru/content/sv-07h18n9tyu>
18. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 1973.
19. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.
20. Расчет режимов дуговой сварки: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию / Сост. Е.П. Покатаев. – Волгоград: ВолгПИ, 1987. – 47 с.
21. Справочник сварщика. Под ред. В.В. Степанова. Изд. 3-е. М., «Машиностроение», 1975, 520 стр.
22. ARISTO MIG U4000I [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Aristo Mig U4000i \(esab.ru\)](http://esab.ru)
23. ARISTO FEED 3004/4804, U6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Aristo Feed 3004/4804, U6 \(esab.ru\)](http://esab.ru)
24. Портальные системы для сварки эллиптических ёмкостей, ROWES (Турция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.intertechpribor.ru/catalog/avtomatizatsiya_svarki/ustanovki_dlya_svarki_koltsevykh_shvov/2530/](http://www.intertechpribor.ru/catalog/avtomatizatsiya_svarki/ustanovki_dlya_svarki_koltsevykh_shvov/2530/)
25. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.

26. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.
27. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2007.
28. [Комплект ВИК "Энергетик"](https://ntcexpert.ru/vic/1329-komplekt-vik-energetik) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ntcexpert.ru/vic/1329-komplekt-vik-energetik>
29. Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geo-ndt.ru/pribor-2563-novii-yltrazvykovoii-defektoskop-a1212-master.htm>
30. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества
31. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
32. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.
33. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
34. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.
35. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
36. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24

37. ESAB ARISTO MIG 4000I [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [ESAB ARISTO MIG 4000I сварочный полуавтомат - купить с БЕСПЛАТНОЙ доставкой по России \(welding-russia.ru\)](http://welding-russia.ru)

38. Механизм подачи проволоки ESAB Aristo Feed 3004 U8 Encl 10p [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.ventsvar.ru/catalog/esab-aristo-feed-3004.html?pid=34477>

39. Установки для сварки цистерн чемоданного и эллипсоидного типа, ROWES (Турция). [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: https://tweld.ru/catalog/avtomatizatsiya_svarki/ustanovki_dlya_svarki_tsistem_chemodannogo_i_elipsovidnogo_tipa/627/

40. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.

41. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

42. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

43. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

44. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

45. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

46. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

47. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

48. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

49. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>

Приложение А
(Спецификация Корпус)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
			ФЮРА.208.134.239.00.000 СБ	Сборочный чертеж		2-А1
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	ФЮРА.208.134.086.01.000	Перегородка	1	
		2	ФЮРА.208.134.086.02.000	Трубопровод	1	
		3	ФЮРА.208.134.086.03.000	Трубопровод	1	
		4	ФЮРА.208.134.086.04.000	Кронштейн	4	
		5	ФЮРА.208.134.086.05.000	Кронштейн	4	
		6	ФЮРА.208.134.086.06.000	Отстойник	1	
		7	ФЮРА.208.134.086.07.000	Кронштейн в сборе	1	
		8	ФЮРА.208.134.086.08.000	Кожух	1	
<i>Детали</i>						
		9	ФЮРА.208.134.086.00.001	Направляющая	3	
		10	ФЮРА.208.134.086.00.002	Направляющая	3	
		11	ФЮРА.208.134.086.00.003	Направляющая	6	
		12	ФЮРА.208.134.086.00.004	Лист подкладной	3	
		13	ФЮРА.208.134.086.00.005	Фланец	1	
		14	ФЮРА.208.134.086.00.006	Патрубок	1	
ФЮРА.208.134.086.00.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Лижин М.В.			Лит	Лист
Пров.		Крюков А.В.			ц	1
Н.контр.		Крюков А.В.			Листов	
Утв.					3	
Корпус					ЮТИ ТПУ гр. 10А72	
Копировал					Формат А4	

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		36		Болт М10 х 35 ГОСТ 7798-70	2	
		37		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	2	
		38		Шайба 10 Н ГОСТ 6402-70	2	
				<i>Прочие изделия</i>		
		39		Люк Stellberg арт.D22E Двн.=600 мм, S=2,5 мм. РОСС ИТ.ММ05.Н00012 Днище MAX SECTION END 1760x1300x3,5 нержавеющая сталь 1.4307 Сертификат №FQA 4001727 заготовка для ФЮРА.208.134.239.00.014, ФЮРА.208.134.239.00.014-01	1	
		-				

И-в. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	И-в. № дубл.	Подп. и дата

И-в. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	И-в. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФЮРА.208.134.086.00.000	Лист
						3

Копировал _____ Формат А4

Приложение Б
(Спецификация Приспособление сборочное)

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1			ФЮРА.000001.086.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
Стар. №						<u>Сборочные единицы</u>		
			1		ФЮРА.000001.086.01.000	Рама	1	
			2		ФЮРА.000001.086.02.000	Прижим	6	
						<u>Детали</u>		
Подп. и дата			3		ФЮРА.000001.086.00.001	Рычаг	6	
Инв. № д/дл								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
					ФЮРА.000001.086.00.000			
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.			Лыкин М.В.					
Пров.			Крюков А.В.					
Н.контр.			Крюков А.В.					
Утв.								
						Приспособление сборочное Сборочный чертеж		Лит ц
						ЮТИ ТПУ гр. 10А72		Лист Листов 1
						Копировал		Формат A4

Приложение Б
(Технологический процесс)

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2									
Дцбл									
Взам.									
Подл									
								28	1
		ФЮРА.208.134.086.00.000							
		Корпус							
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</p> <p>на технологический процесс</p> <p>сборки-сварки</p>									
							<i>Разработал</i>	<i>Лукин М.В.</i>	
							<i>Проверил</i>	<i>Крюков А.В.</i>	
							<i>Н. контр.</i>	<i>Крюков А.В.</i>	
							<i>Рецензент</i>	<i>Ермаков А.А</i>	
							<i>Акт</i>	_____	
<i>ТЛ</i>							<i>Титульный лист</i>		1

Дцбл	Взам	Подп											Н расх	
													Такп. п.	
Разраб.	Лцкин МВ												ЕН	
Проб.	Кряков А.В.		ФУРА 208.134.086.00.000										Разл. п.	
Нормир.													Общ. п.	
Нач. БТК	Кряков А.В.		Карпус										КИ	
Н контр.													ЕВ	
К/М	Цех	Уч	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОПП	ЕВ	ЕН	Разл. п.	Общ. п.	КИ	Н расх
Я														Такп. п.
К01						Проволока СВ-07Х18Н9ТЮ	ГОСТ 2246-70	φ12	4,84 кг					
02						Газ Ar	ISO 14175-1 - Ar		4,319 м ³					
03														
04														
05														
06						Масса сд. ед. 625 кг.								
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
КК	Комплектовочная карта													4

Дubl																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование деталц, сб. единицы или материала														
A01																			
002																			
03																			
A04																			
Б05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
T13																			
T14																			
T15																			
№																			
КТП																			

Дцбл																			
Взам																			
Подп																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции														
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование деталц, сб. единицы или материала														
A01																			
002																			
03																			
A04																			
Б05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
T13																			
T14																			
T15																			
16																			
КТП																			

Дцбл																							
Взам																							
Пвдп																							
Разраб.	Лицин МВ																						
Проб.	Краков А.В.																						
Нормир.																							
Нач. БТК	Краков А.В.																						
Н. контр.																							
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.							
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение кода					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.								
К/М	Наименование детал, сб. единицы или материала																						
А01	Св. узел б.																						
002																							
03	Тип шва		длина шва, м		расход проволоки, кг																		
А04	№9-У5		0,185		0,049																		
Б05	Ucb= 22-24 В; Icb=200-230 А; Vcb = 50-60 м/ч.																						
06	3. Клеимить клеем сварщика на сб. ед. поз. 3. и дет. поз. 29. T= 2,1 мин.																						
07	4. Отправить св. узлы 4 и 6 на второе рабочее место. T= 0,81 мин.																						
08																							
09	040 Сборочно-сварочная T0= 54 мин.																						
010	Плита слесаро-сборочная; Стрел цепной универсальный Q= 2 тс.																						
011	Кран-балка Q=2 тс.; Угловая шлифовальная машинка УШМ-150/1300; Пневматическая шлифмашинка.																						
012	1. Установить на плиту слесаро-сборочную св. узел 3. T= 1,6 мин.																						
Т3	2. Вставить в св. узел 3 св. узел 2 согласно чертеж. T= 1,6 мин.																						
Т4	3. Установить кронштейны поз. 4 (2 шт.) и поз. 5 (2 шт.). Выдержать р-ры 400; 400; 400; T= 1,74 мин.																						
Т5	400; 40; 40 мм.																						
16																							
КТП	Карта технологического процесса																		13				

Цифл																						
Взам																						
Подп																						
Разраб.	Лижин МВ																					
Проб.	Кряжков А.В.								ФОРМ 208.134.086.00.000													
Нормир.	Кряжков А.В.																					
Нач. БТК																						
Н. контр.																						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
Б					Код, наименование оборудования																	
К/М					Наименование детал, сб. единицы или материала																	
A01					4. Установить кронштейн поз. 15. Выдержать р-р 78 мм.															T = 0,26 мин.		
002					5. Приставить люк поз. 39 по размеру 600 мм. Разметить периметр люка. Снять люк поз. 39. T = 3,9 мин.															T = 12,6 мин.		
03					6. Вырезать отверстие под люк, выровнять края отверстия, снять заусенцы.															T = 1,6 мин.		
A04					7. Установить люк поз. 39 в отверстие согласно чертежу.															T = 19,2 мин.		
Б05					8. Прихватить дет. в порядке установки, кол-во прихваток - 192.															T = 1,9 мин.		
06					Uсв= 22-24 В; Iсв=200-230 А; Uсв = 50-60 м/ч.																	
07					9. Переместить сб. ед. на портальную систему ROWES.																	
08																						
09					045 Сварка															T ₀ = 27,81 мин.		
010					Портальная система ROWES; Блок ESAB ARISTO MIG U4000I; Блок подачи проволоки ARISTO Feed 3004.																	
011					Проволока Св-07Х18Н9ТЮ φ1,2; Газ Аг.																	
012					1. Приварить детал															T = 25,71 мин.		
T13					Тип шва	длина шва, м														расход проволоки, кг		
T14					-св. узел 2																	
T15					№2-Н1-△3	5,276														0,276		
16																						
КТП																					Карта технологического процесса	
																					14	

Цифл																						
Взам																						
Подп																						
Разраб.																						
Проб.																						
Нормир.																						
Нач. БТК																						
Н. контр.																						
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.						
Б				Код, наименование оборудования			Обозначение кода															
К/М				Наименование деталц, сб. единицы или материала																		
A01																						
002				Тип шва															расход проволоки, кг			
03				-сд. ед. поз. 4 и поз. 5																		
A04				№4-T1-△3			3,6												0,202			
B05				№6-T3-△3			0,8												0,09			
06				№4-T1-△3			0,1												0,006			
07				-дет. поз. 39																		
08				№5-T1-△2			19												0,052			
09				Ucв= 22-24 В; Icв=200-230 А; Vcв = 50-60 м/ч.																		
010				2. Клеймить клеем сварщика на дет поз. 19.															T= 2,1 мин.			
011																						
012																						
T13																						
T14																						
T15																						
16																						
КТП																			Карта технологического процесса			15

Дробь																				
Взам.																				
Лист																				
Разраб.	Лукин М.В.																			
Проб.	Кражков А.В.										ФЮРА 208.134.086.00000									
Нормир.											Корпус									
Нач. БТК	Кражков А.В.																			
Н. контр.																				
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначения документа										
Б					Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
К/М					Наименование детал. сб. единицы или материала					Обозначение код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх	
A01																				
002	6. Проверить корпус на соответствие КД и ТД. T= 8,1 мин.																			
03	7. Клеймить клеем БТК на дырке. T= 0,13 мин.																			
A04	Комплект ВИК "Энергетик", Дефектоскоп А1212 МАСТЕР.																			
505																				
06																				
07																				
08																				
09																				
010																				
011																				
012																				
T13																				
T14																				
T15																				
16																				
КТП	Карта технологического процесса															28				