

Министерство образования и науки 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»
 Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ КОРПУСА АВТОЦИСТЕРНЫ АЦ5-40

УДК 629.36:621.757:621.791.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Аргаев И. М.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Томас К. И.	К.т.н. ДОЦЕНТ		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Специалист по УМР кафедры СП	Павлов Н. В.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедры БЖДЭиФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С. Б.	Д.т.н. ДОЦЕНТ		

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А20

Руководитель ВКР

Аргаев И. М.

Томас К. И.

Министерство образования и науки 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»
 Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (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
3-10A20	Аргаеву Ибрагиму Магомедовичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки корпуса автоцистерны АЦ5-405	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	30.01.2017 г. № 14/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>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></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.208.134.239.00.000 СБ Корпус 2 листа (2-А1). 2. ФЮРА.000001.239.00.000 СБ Кантователь 2 листа (2-А1). 3 ФЮРА.000003.239 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000001.239 ЛП План участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.239 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000002.239 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 7. Технологическая схема сборки и сварки изделия</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Томас К. И.
Социальная ответственность	Солодский С. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шиков В. П.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Томас К. И.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А20	Аргаев И. М.		

Министерство образования и науки 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»
 Кафедра «Сварочное производство»
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016 – 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломной проект <small>(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)</small>

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.2017	Обзор литературы	20
10.02.2017	Объекты и методы исследования	20
19.02.2017	Расчеты и аналитика	20
03.03.2017	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
14.05.2017	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Томас К. И.	К.т.н. доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С. Б.	Д.т.н. доцент		

Юрга – 2017 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А20	Аргаев И. М.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	«Машиностроение»

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Аргаев И. М.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А20	Аргаеву Ибрагиму Магомедовичу

Институт	ЮТИ	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки корпуса автоцистерны АЦ5-405 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).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.</p> <p>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.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p> <p>СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*</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"> - физико-химическая природа вредностей, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); <p>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</p>
---	--

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	-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).
3. Охрана окружающей среды:	- 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...
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	- 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 ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Система вентиляции участка

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедры БЖДЭ и ФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Аргаеву Ибрагиму Магомедовичу		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 132 с., 2 рисунка, 24 таблицы, 30 источников, 3 приложения, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: присадочная проволока, трудоемкость, операция, цех, сборка, рабочее место, проект, качество, уровень механизации, рабочий.

Актуальность работы: модернизация технологического процесса сборки-сварки корпуса автоцистерны АЦ5-405.

Объектом исследования является технологический процесс изготовления корпуса автоцистерны АЦ5-405.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгодности предлагаемого технологического процесса.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 16.0 и КОМПАС–3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 132 pp., 2 figures, 24 tables, 30 sources, 3 annexes, 9 l. graphic material.

Keywords: filler wire, labour input, operation, workshop, Assembly workshop, project, quality, level of mechanization, tools.

The relevance of the work: modernization of technological process of Assembly and welding of hull tankers AC5-405.

The object of study is the manufacturing process of the hull of the tanker AC5-405.

As a result of this work should get production with the highest degree of mechanisation and automation improves productivity.

In the course of work calculated modes Sarki, picked up welding equipment, are normalized Assembly-svarrchnye operation. Calculated economic effect from the innovation that allows to judge about the profitability of the proposed process.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 16.0 and KOMPAS-3D V10 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

Оглавление

Введение	15
1 Обзор литературы	17
1.1 Теплофизические особенности импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом в защитных газах	17
1.2 Исследование стабильности геометрических характеристик сварного соединения при длительной работе вольфрамового электрода	18
1.3 Термосиловое воздействие дуги с неплавящимся электродом в смесях инертных газов на сварочную ванну	20
1.4 Заключение	21
2 Объект и методы исследования	23
2.1 Формулировка проектной задачи	23
2.2 Теоретический анализ	23
3 Результаты проведенного исследования	25
3.1 Инженерный расчёт	25
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	25
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	32
3.1.3 Расчёт режимов сварки	35
3.2 Технологический раздел	38
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	38
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	40
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	42
3.2.4 Нормирование операций	42
3.2.5 Выбор технологического оборудования	46
3.2.6 Контроль технологических операций	49
3.2.7 Разработка технической документации	56
3.3 Конструкторский раздел	57

3.3.1	Общая характеристика механического оборудования	57
3.3.2	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	58
3.4	Пространственное расположение производственного процесса	58
3.4.1	Состав сборочно-сварочного цеха	58
3.4.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	60
3.4.3	Расчет основных элементов производства	61
3.4.4	Планировка заготовительных отделений	64
3.4.5	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	65
3.4.6	Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	66
3.4.7	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	67
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	70
4.1	Финансирование проекта и маркетинг	70
4.2	Сравнительный экономический анализ вариантов	70
4.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	72
4.2.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	73
4.2.3	Определение затрат на основные материалы	74
4.2.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	75
4.2.5	Определение затрат на заработную плату	75
4.2.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	76
4.2.7	Определение затрат на сжатый воздух	77
4.2.8	Определение затрат на амортизацию оборудования	77
4.2.9	Определение затрат на амортизацию приспособлений	78
4.2.10	Определение затрат на ремонт оборудования	79
4.2.11	Определение затрат на содержание помещения	79
4.3	Расчет технико-экономической эффективности	80
4.3	Основные технико-экономические показатели участка	81

5 Социальная ответственность	83
5.1 Описание рабочего места	83
5.2. Законодательные и нормативные документы	84
5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	86
5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	91
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	91
5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	95
5.4 Охрана окружающей среды	96
5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	97
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	98
Заключение	99

Введение

Огромное значение в решении задач научно-технического прогресса принадлежит сварке. Сварка является технологическим процессом, она широко применяется практически во всех отраслях народного хозяйства. Серийные и уникальные машины создаются с применением сварки. В конструкцию и технологию производства многих изделий сварка внесла коренные изменения. При прокладке трубопроводов, изготовлении металлоконструкций, установке технологического оборудования, четвертая часть всех строительно-монтажных работ приходится на сварку. Дуговая сварка является основным видом сварки.

Практически любой вид работы с металлом и на производстве, и в мастерской требует применения такого вида обработки материала, как сварка. Режут и сваривают металлические детали с помощью различных сварочных агрегатов. Принципы работы у них могут отличаться, но конечный результат одинаков - получается неразъемное прочное соединение между свариваемыми элементами из металла. Наибольшей популярностью среди всех типов сварочного оборудования пользуются передвижные сварочные агрегаты. Выбор сварочного оборудования на современном потребительском рынке столь велик, что новичку не мудрено растеряться в этом многообразном сварочном изобилии.

Для каждого вида и объема сварочных работ имеется наиболее подходящее сварочное оборудование. Для использования в домашних условиях наиболее приемлемым является аппарат дуговой сварки. В этом случае края соединяемых металлических деталей плавятся под воздействием электрической дуги. Вследствие относительной дешевизны электродов по сравнению с другими видами расходных материалов, любители, как правило, отдают предпочтение сварке ММА. Такой вид сварки можно осуществлять с помощью трансформаторов и инверторов.

При этом если говорить о надежности этого сварочного оборудования, то недостатком трансформаторов, конечно, является переменный ток, который мешает созданию ровного шва, и солидный вес. Но в остальном это сварочное оборудование не так требовательно, как инвертор, который весьма чувствителен к влажности и пыли, и в конечном итоге трансформатор выходит более надежным и долговечным. И, все-таки, начинающему сварщику лучше остановить свой выбор на инверторе, с ним легче освоиться в новом деле сварки, поскольку здесь не возникает проблем с поджигом дуги или залипанием электродов. К тому же инверторы имеют меньший вес и размеры.

Во многих отраслях промышленности применяется сварка и сварочное оборудование. Профессионалы предпочитают пользоваться универсальным сварочным оборудованием, например, трехфазным инвертером. Такие сварочные агрегаты одинаково хорошо подходят для осуществления дуговой сварки штучными электродами, аргонно-дуговой сваркой с использованием неплавящегося электрода, сваркой с применением электродной или порошковой проволоки, для пайки. Также это оборудование может быть использовано для выполнения такой операции, как точечная сварка. При этом параметры сварки задаются и регулируются с помощью микропроцессора. Сварочный агрегат поставляется в комплекте с расходными материалами и другими необходимыми принадлежностями для сварки.

1 Обзор литературы

1.1 Теплофизические особенности импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом в защитных газах

TIG-сварка (Tungsten Inert Gas) начала свое активное развитие в эру авиационной и космической техники, а именно в 60-х годах прошлого века.

Сегодня дуговая сварка в инертных газах является одним из самых распространенных способов соединения металлов и сплавов, который широко используется в отраслях промышленности с высокими требованиями к сварным швам и конструкциям, особенно в авиации и ракетостроении.

К концу 1960-х годов было разработано оборудование для сварки на переменном токе с наложением импульсов для соединения алюминия, которое базировалось на механических контакторах и осуществляло импульсно-дуговую сварку неплавящимся электродом. При этом между импульсами поддерживалась постоянная малоамперная дуга, что позволило существенно стабилизировать процесс и повысить качество сварных соединений. Развитие TIG-сварки наряду с использованием различных сварочных и вспомогательных материалов (флюсов и паст, присадочных проволок, смесей газов) опирается на способы и методы изменения энергетических характеристик процесса, что позволяет эффективно влиять на тепловложение при сварке. Так, в свое время нашли применение такие способы сварки неплавящимся электродом как шагодуговая сварка и сварка модулированным током. Дальнейшее развитие элементной базы, силовой электроники, а также микропроцессорной и цифровой техники привело к расширению количества управляемых величин и регулируемых параметров режима. В современных источниках питания для импульсно-дуговой сварки их количество составляет 7...10 параметров. При этом непосредственно на особенности существования дугового разряда влияют следующие параметры: ток в импульсе (I_p), ток паузы (I_b), продолжительность

импульса (t_p) и паузы (t_b), время нарастания импульса (t_{up}), время спада импульса (t_{down}), форма импульса. Напряжение на дуге устанавливается длиной междугового промежутка, т. е. задается оператором.

Очевидно, что правильный подбор режимов сварки — сложный и длительный процесс. Поэтому, в настоящее время все более широко применяются так называемые синергетические источники питания, в которых оптимальное соотношение параметров режима в виде программы «прошивается» в сам сварочный источник. Для получения соответствующего программного обеспечения, поддерживающего необходимый режим работы источника, оператор должен задать материал, его толщину, диаметр электрода, положение сварки и характер тока сварки (стационарный или импульсный режим). При этом для облегчения выбора параметров режима сварки предусматривается использование современных компьютерных технологий, с использованием персональных компьютеров (ПК), и технологий связи, а именно Ethernet и WiFi.

Создание систем «ПК – сварочный источник питания» уже сегодня позволяет отслеживать все параметры режима сварки, а также проводить их анализ и корректировку в автоматическом режиме непосредственно через программное обеспечение, установленное на ПК (технология «ewm Xnet» от EWM и «Digital Revolution» от Fronius [1]).

1.2 Исследование стабильности геометрических характеристик сварного соединения при длительной работе вольфрамового электрода

Одной из причин нестабильного формирования шва при сварке неплавящимся вольфрамовым электродом в инертных газах является постепенное изменение геометрии электрода и снижение эмиссионных свойств поверхности рабочего участка электрода. Для получения качественных деталей с определенной геометрией сварного соединения необходимы данные о влиянии времени работы электрода на основные геометрические

характеристики сварного соединения: глубину проплавления и ширину шва. В качестве критерия стабильности процесса проплавления была выбрана дисперсия глубины проплавления и ширины шва.

При проведении экспериментов использовали электроды из лантанированных вольфрамовых прутков ВЛ-10 диаметром 3 мм с конусной заточкой под углом 30° . Сварку выполняли в нижнем положении на образцах из стали 12Х18Н10Т (сварочный ток 120 А, скорость сварки 10 м/ч, расход аргона 6 л/мин, межэлектродный промежуток 3 мм). Глубину проплавления и ширину шва измеряли на трех сваренных образцах по трем макрошлифам сварных соединений на образце после 30 и 60 мин работы электрода.

По результатам экспериментов построили диаграммы размаха глубины проплавления и ширины шва, на которых в качестве характеристики среднего положения использовали медиану. На диаграммах прямоугольниками показаны значения выборок, входящих в диапазон между квантилями 25 и 75 %, а горизонтальными засечками—размах глубины проплавления. Видно, что начальный период работы электрода характеризуется максимальными глубиной и шириной проплавления, а также наименьшим разбросом их значений. Размах значений и соответственно величин дисперсии глубины и ширины проплавления с увеличением времени работы электрода возрастают, что свидетельствует о постепенном снижении стабильности геометрии сварного соединения. Дисперсия глубины проплавления за 60 мин работы электрода возрастает от 0,014 до 0,031, а дисперсия ширины шва от 0,002 до 0,024, т. е. примерно в 10 раз.

Наибольшее снижение стабильности формирования соединения наблюдалось в диапазоне от 30 до 60 мин работы электрода. Так, дисперсия глубины проплавления возросла от 0,16 до 0,031, а ширины шва — от 0,03 до 0,024.

Среднее значение глубины проплавления наиболее существенно изменяется в течение первых 30 мин работы электрода, снижение средней глубины проплавления составляет 8%. Среднее значение ширины шва в

течение 60 мин работы изменяется незначительно и составляет около 2,5% [2].

1.3 Термосиловое воздействие дуги с неплавящимся электродом в смесях инертных газов на сварочную ванну

На качество формирования сварного соединения при аргоно-дуговой сварке значительное влияние оказывает давление дуги, которое выражается в механическом действии дугового разряда на металл и перемешивании металла сварочной ванны. Чем интенсивнее происходит оттеснение жидкого металла из под оси дуги в хвостовую часть ванны, тем эффективнее происходит передача тепла в изделие. Однако чрезмерное силовое воздействие, проявляющееся при значениях погонной энергии $q > 650$ кДж/м и скорости сварки $V_{св} > 15$ м/ч, приводит к ухудшению формирования шва. Как отмечалось, определяющую роль играет не силовое воздействие дуги, как таковое, а распределение ее давления на поверхности ванны расплавленного металла и максимальное его значение P_{max} на оси дугового разряда.

С целью изучения зависимости эпюр давления дуги от силы сварочного тока, соотношения компонентов аргоно-гелиевой смеси и характера протекания катодных процессов, проведены исследования, в основе которых лежит расчетно-экспериментальная методика, согласно которой профиль сварочной ванны определяется экспериментально, а эпюра давления строится расчетными методами, учитывая гидростатическое давление в сварочной ванне, распределение температур в ней, силы поверхностного натяжения, напряженность магнитного поля.

В ходе экспериментов скорость сварки оставаясь неизменной ($V_{св} = 20$ м/ч), концентрация гелия в смеси варьировалась от 0 до 100%, а общий расход газов равнялся 20 л/мин. Расстояние между катодом и проставляемой пластиной составляло $I_d = 2$ мм, анодом служила пластина из стали 08X18H10T толщиной $\delta = 10$ мм.

Для формирования сосредоточенного катодного пятна применяли электроды с традиционной заточкой на конус (рисунок 1.1, а) с углом $\alpha = 45^{\circ}$ и притупленным $d_{\text{п}} = 0,5$ мм. Для обеспечения режима горения дуги с диффузным катодным пятном использовались полые катоды (рисунок 1.1, б) и электроды с рабочим участком в виде сопряженных конусов (рисунок 1.1, в).

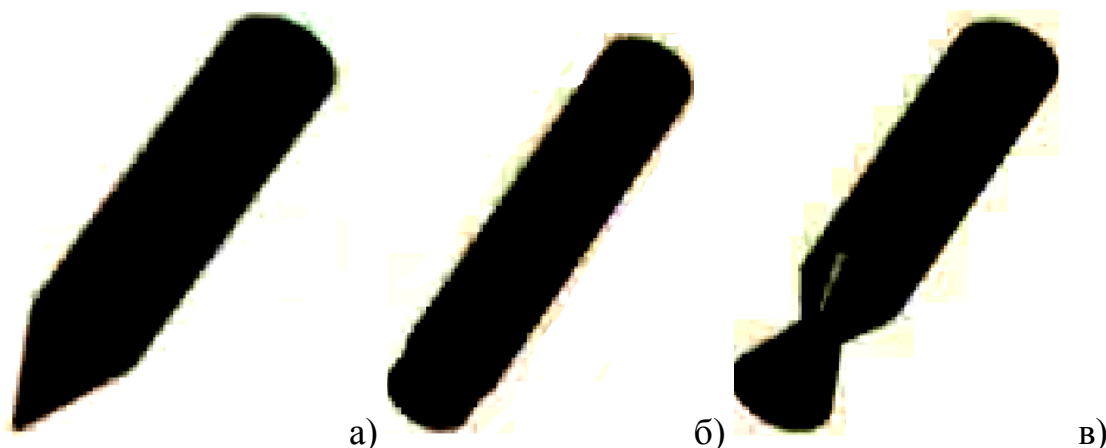


Рисунок 1.1 Внешний вид неплавящихся электродов: а) электрод заточенный на конус, б) полый электрод, в) электрод с рабочим участком в виде сопряженных конусов

В результате проведенных исследований установлено, что при сварке в аргоне с использованием вольфрамового катода с рабочим участком, заточенным на 45° , максимальное давление достигает значений $P_{\text{max}} = 2630$ Па при токе дуги 300 А. При удалении от оси дугового разряда происходит резкое снижение давления (2390 Па при $x = 0,2$ мм и 1470 Па при $x = 0,4$ мм), которое близко к нулю на линии сплавления свариваемого металла [3].

1.4 Заключение

Дуговая сварка в инертных газах применяется тогда, когда предъявляются высокие требования к сварным швам и конструкциям. Сварка модулированным током позволяет эффективно влиять на тепловложение при сварке. Современные сварочные аппараты для сварки неплавящимся электродом позволяют автоматически настраивать режимы сварки в зависимости от марки стали и ее толщины. На формирование сварного шва

влияет геометрия электрода, которая меняется со временем из-за его износа. Так же на формирование сварного соединения влияет давление дуги, которое выражается в механическом действии дугового разряда на металл и перемешивании металла сварочной ванны. Эти факторы необходимо учитывать при выполнении сварки. Так как аргоно-дуговая сварка неплавящимся электродом является надежной и экономичной, то выбирается этот способ сварки.

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью выпускной квалификационной работы является сопоставление достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования по направлению 15.03.01, профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки и сварки корпуса автоцистерны. При этом произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

2.2 Теоретический анализ

В результате теоретического анализа существующего технологического процесса сборки и сварки корпуса авиацистерны были выявлены

существующие недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести следующие изменения в технологическом процессе:

- сократить время производственного цикла за счет применения кантователя, который облегчит доступ к местам выполнения сварки;
- произвести замену старого, морально устаревшего оборудования на современное более производительное и экономичное.

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений значительно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчёт

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – корпус автоцистерны. В качестве материала деталей корпуса автоцистерны используют сталь марки 12Х18Н10Т (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) [4]. Выбор этой стали обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [4].

Химический состав и механические свойства стали 12Х18Н10Т приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Химический состав стали 12Х18Н10Т в % [5]

C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	P	S
≤0,12	≤2,0	≤0,8	17,0-19,0	9,0-11,0	5xC-0,8	Не более	
						0,035	0,02

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 12Х18Н10Т [5]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
235	530	38	-

Способ сварки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Для стали 12Х18Н10Т рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая покрытыми электродами, механизированная сварка в Ar неплавящимся электродом; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [4].

Принимаем механизированная сварка в Ar неплавящимся электродом, т. к. существует ряд преимуществ этого способа:

- аргон, так же как и гелий, относится к инертным газам, которые не взаимодействуют ни с какими металлами и другими газами и не растворяются в расплавленном металле;
- аргон тяжелее воздуха и поэтому надёжно защищает зону сварки, вытесняя из неё воздух. дуга в среде аргона обладает высокой стабильностью;
- аргон - это достаточно распространённый газ. по сравнению с другими инертными газами, в частности, с гелием. его содержание в воздухе составляет около 0,9% в связи с этим аргон является самым дешёвым из инертных газов;
- ещё одно преимущество аргона (над гелием) в том. что расход аргона на 30-35% меньше расхода гелия (при прочих равных условиях) из-за того, что аргон в 10 раз тяжелее гелия.

Благодаря своим преимуществам, сварка в среде аргона получила достаточно большое распространение при сварке различных материалов.

При ручной аргоно-дуговой сварке вольфрамовый электрод с одной стороны заточивают на конус. Длина заточки составляет два-три диаметра электрода.

Температура плавления вольфрама - 3410 °С. температура кипения - 5900 °С. Это самый тугоплавкий из существующих металлов Вольфрам сохраняет твердость даже при очень высоких температурах Это позволяет делать из него меллэпящиеся электроды В природе вольфрам встречается, в основном, в виде окисленных соединений - вольфрамита и шеелита.

При аргоно-дуговой сварке дую горит между свариваемой деталью и вольфрамовым электродом Электрод находится внутри сварочной горелки Для сварки в среде защитных газов обычно применяют постоянный ток прямой полярности Иногда используется ток обратной полярности или переменный ток. В таких случаях целесообразно использовать вольфрамовые электроды с

легирующими добавками, которые повышают стабильность и устойчивость сварочной дуги.

Для улучшения качества электрода (например, устойчивости к высоким температурам, повышения стабильности горения дуги)» чистый вольфрам вводят в качестве добавки окислы редкоземельных металлов. Существует ряд разновидностей вольфрамовых электродов, в зависимости от содержания этих добавок. Этим определяется марка электрода. Марку электрода легко запомнить по цвету, в который окрашен один конец вольфрамовые электроды делятся на три типа: Постоянного (WT.WY), Переменного (WR WZ) и Универсальные (WL.WC) [6].

Описание марок вольфрамовых стержней по ГОСТ 23949–80.

Описываемые сварочные изделия изготавливаются из вольфрама в чистом виде, а также из вольфрама и разных добавок, которые способны активировать процесс сварки. Государственный стандарт 23949 говорит о следующих марках вольфрамовых электродов для аргоно-дуговой сварки:

- ЭВЛ;
- ЭВЧ;
- ЭВТ-15;
- ЭВИ (1, 2 и 3).

- Массовая доля чистого вольфрама в указанных электродах составляет от 99,91 до 99,95 %. Различных примесей (в частности, молибдена, кремния, железа, алюминия, кальция и никеля) в них не может быть больше 0,05–0,11 %. В марках ЭВИ-2 и ЭВИ-3 допускается наличие до 0,01 % тантала, в ЭВТ-15 – 1,5–2 % двуокиси тория, в ЭВЛ – 1,1–1,4 % окиси лантана. В изделиях марок ЭВИ, кроме того, имеется от 1,5 до 3,5 % окиси иттрия.

Характеристики сварочных вольфрамовых электродов по ГОСТ 23949-80 представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Характеристики сварочных вольфрамовых электродов по ГОСТ 23949-80

Марка электрода	Допустимая токовая нагрузка, А, при диаметре, мм					Маркировка торцов прутка (цвет)	Содержание активирующей присадки, %
	2	3	4	5	6		
ЭВЧ	20	190	380	290	760	-	-
ЭВЛ	90	250	490	720	870	Черный	1,1-1,4 La ₂ O ₂
ЭВМ-1	-	-	-	900	1200	Синий	1,5-2,3 Y ₂ O ₂
ЭВИ-2	180	320	610	-	-	Фиолетовый	2,0-3,0 Y ₂ O ₂

На один метр шва тратятся сотые части грамма материала. А добавка циркония, лантана, церия, тория придает стержням из вольфрама по-настоящему уникальные эксплуатационные параметры.

Готовые электроды на своей поверхности не должны содержать загрязнений и каких-либо включений, окислов, расслоений, следов смазочных технологических материалов, трещин и раковин. В процессе приемки сварочных стержней их поверхность осматривается визуально. В некоторых случаях допускается использование мерительных приспособлений и специальных оптических средств [7].

При аргоно-дуговой сварке необходима электродная проволока. Выбираем проволоку Св-07Х18Н9ТЮ по ГОСТ 2246-70. Проволока Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром: 1,0 мм, 1,2 мм, 1,6 мм, 2,0мм, 2,5 мм, 3,0 мм, 4,0 мм, 5,0 мм. Нержавеющая сварочная проволока Св-07Х18Н9ТЮ с добавлением алюминия используется для проведения сварочных работ требующих обеспечения высоких требований к качеству шва и стойкости к межкристаллической коррозии. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных

станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [8]

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Ti, %	S, %	P, %	Al, %
≥0,09	≥2,0	≥0,8	17,0-19,0	8,0-10,0	1,0-1,4	0,015	0,03	0,6-0,95

Таблица 3.5 – Механические свойства металла шва [8]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
			20 ⁰ С	-20 ⁰ С
Св-07Х18Н9ТЮ	686-1029	-	-	-

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем газ аргон. Аргон поставляется по ГОСТ 10157 – 79. Состав приведён в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Состав Ar, в % [4]

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

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить их физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [9].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс

плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва

при том или ином способе сварки;

- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали делят на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, - это склонность к образованию трещин и механические свойства шва.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [10]:

$$C_{\text{эКВ}}=C+(Mn/6)+(Si/24)+(Ni/10)+(Cr/5)+(Mo/4)+(V/14), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 12X18H10T:

$$C_{\text{экв}}=0,12+(2,0/6) +(0,8/24)+ (9,0/10)+(17/5) = 4,79 \%$$

12X18H10T- это конструкционная криогенная сталь по ГОСТ 7350-77 [5]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [4]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва.

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Необходимо отметить, что аргон, служащий для защиты сварочной дуги, является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в Ar тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги [11]:

С повышением температуры увеличивается количество тепла,

вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [11].

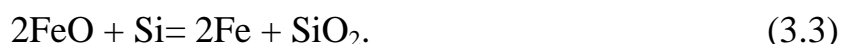
Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

При сварке в Ar происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12 - 0,14% C, не ниже 0,5 - 0,8% Mn. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне - марганцовистых электродных проволок Св-07Х18Н9ТЮ, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Компоненты проволоки Si и Mn, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны [11].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ проволокой Св-07Х18Н9ТЮ остается на необходимом уровне.

С увеличением выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Изменение в стали содержания легирующих элементов влияет на положение фазовых областей. Основными легирующими элементами в рассматриваемых сталях служат хром и никель. В зависимости от их соотношения стали иногда разделяют на стали с малым ($\% \text{Ni} / \% \text{Cr} < 1$) и большим запасом аустенитности ($\% \text{Ni} / \% \text{Cr} > 1$) [11].

Титан, ниобий, вольфрам и ванадий - карбидообразователи. Поэтому в стали могут образовываться не только карбиды хрома, но и карбиды этих элементов (TiC , NbC , VC). При определенных содержаниях [$\text{Ti} > (\text{C} - 0,02) \cdot 5$ и $\text{Nb} > 1,0 \text{ C}$] весь свободный, выше предела его растворимости (0,02 %), углерод может выделиться не в виде карбидов хрома, а в виде карбидов титана или ниобия. Выпадение карбидов повышает прочностные и понижает пластические свойства сталей.

Упрочнение, связанное с выделением карбидов, зависит от степени дисперсности - оно увеличивается с уменьшением размеров карбидов. Это свойство карбидов используют для дисперсионного упрочнения жаропрочных сталей, проводимого обычно в комплексе с интерметаллидным упрочнением [упрочняющие частицы-интерметаллиды Ni_3Ti , $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$, Fe_2W и др.]. К интерметаллидным соединениям относят и σ -фазу, которая образуется в хромоникелевых сталях при длительном нагреве или медленном охлаждении при температурах ниже 900...950 °С. Она обладает ограниченной растворимостью в α - и γ -твердых растворах и, выделяясь преимущественно по границам зерен, резко снижает пластические свойства и ударную вязкость металла.

Повышенные концентрации в стали хрома (16...25 %) и элементов, способствующих образованию феррита (молибдена, кремния и др.), вызывают образование при температурах 700...850 °С σ -фазы. Выделение этой фазы

происходит преимущественно с образованием промежуточной фазы феррита ($\gamma \rightarrow \alpha$) или преобразованием δ -феррита ($\delta \rightarrow \alpha$). Однако возможно ее выделение и непосредственно из твердого раствора ($\gamma \rightarrow \alpha$). Холодная деформация, приводя к появлению дополнительных плоскостей сдвига, увеличивает количество выделившейся σ -фазы. Выделение σ -фазы резко снижает служебные характеристики жаропрочных и жаростойких сталей.

Для сварки в Аг нержавеющей и жаропрочных сталей обычной и повышенной прочности необходимо применять проволоку марки Св-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246 [11].

Технология сварки выбирается в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособностью при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в Аг должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.1.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом следующие [9]:

- диаметр электродной проволоки - $d_{\text{эп}}$;
- скорость сварки V_c ;
- сварочный ток – I_c ;
- напряжение сварки – U_c ;
- общее количество проходов - $n_{\text{пр}}$;
- расход защитной смеси $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине

проплавления h_p) [9].

Для примера производим расчёт сварного соединения выполняемого в процессе сборки и сварки корпуса автоцистерны операции 015. Сварка ручная дуговая, выполняется проволокой Св-07Х18Н9ТЮ, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 4 мм.

Соединение тавровое Т1 с катетом 4 мм. показано на рисунке 3.1.

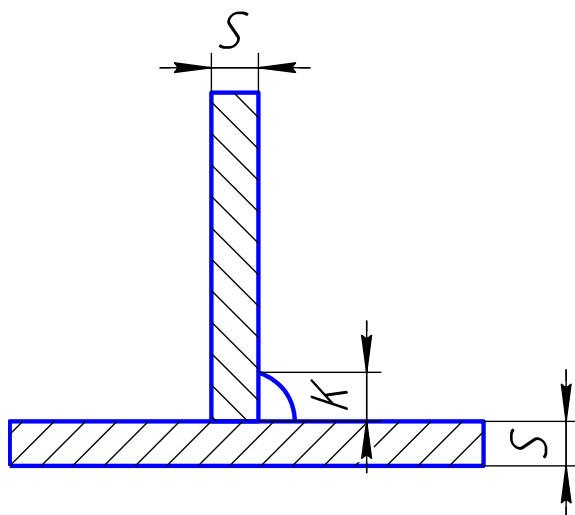


Рисунок 3.1 Соединение Т1- $\nabla 4$ по ГОСТ 14771 - 76: S – толщина листа, K – катет

Расчет диаметра электрода $d_э$ производят по формуле:

$$d_э = h_p^{0,7} + K_d^{III}, \quad (3.4)$$

где h_p — расчетная глубина проплавления, принимаем согласно рекомендациям [9]:

$$h_p = K \leq 1,2 \cdot S = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ мм}, \quad (3.5)$$

K_d^{III} - коэффициент, учитывающий влияние положения шва, при сварке в нижнем положении принимаем $K_d^{III} = 1$.

$$d_э = 4,8^{0,7} + 1 = 3,998 \text{ мм}$$

принимаем $d_э = 4$ мм.

Сварочный ток I_c (род, полярность и значение) зависит от химического состава и диаметра стержня, типа, толщины покрытия, положения шва и других факторов.

Сварочный ток I_c рассчитываем по формуле:

$$I_c = K_I^{II} \cdot K_I^{III} \cdot d_э^{1,4}, \quad (3.6)$$

где K_I^{II} - коэффициент влияния типа покрытия согласно [9], при основном типе

покрытия $K_I^{ТП} = 20 \pm 3$;

$K_I^{ПШ}$ - коэффициент положения шва, согласно [9], при сварке в нижнем положении принимаем $K_I^{ПШ} = 1$.

$$I_{сз} = (20 \pm 3) \cdot 1 \cdot 4^{1,4} = 119 \dots 160 \text{ А,}$$

Напряжение сварки для электродов основного типа рассчитываем по формуле:

$$U_C = 12 + 0,36 \cdot \frac{I_C}{d_э}, \quad (3.7)$$

$$U_{Cз} = 12 + 0,36 \cdot \frac{119 \dots 160}{4} = 22,7 \dots 26,4 \text{ В.}$$

Расход защитного газа найдем по формуле:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 160^{0,75} = 0,148 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 8,9 \frac{\text{л}}{\text{м}}. \quad (3.8)$$

Скорость сварки $V_{св}$ находим по формуле:

$$V_C = \frac{\alpha_H \cdot I_C}{\rho \cdot F}, \quad (3.9)$$

где α_H - коэффициент наплавки, для проволоки Св-07Х18Н9ТЮ [2],

$$\alpha_H = 15 \cdot 10^{-3} \text{ г/А} \cdot \text{с};$$

ρ - плотность ($7,859 \cdot 10^{-3} \text{ г/мм}^3$);

F – площадь шва.

$$F_{но} = K_3 \cdot \frac{K}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cdot g + \frac{K^2}{2} = 0,7 \cdot \frac{4}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cdot 0,8 + \frac{4^2}{2} = 11 \text{ мм}^2, \quad (3.10)$$

$$V_C = \frac{15 \cdot 10^{-3} \cdot (119 \dots 160)}{7,85 \cdot 10^{-3} \cdot 6,9} = 20,2 \dots 27,42 \text{ мм/с} = 73 \dots 99 \text{ м/ч.}$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.7:

Таблица 3.7 Режимы сварки в Аг

Толщина металла, мм.	Диаметр, мм.		Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин.	Число проходов
	вольфрамового электрода	присадочной проволоки			
4	2-2,5	4	119-160	8,9	1

Табличные параметры режима аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом [4] сведем в таблицу 3.8:

Таблица 3.8 – Режимы сварки корпуса автоцистерны [4]

№ шва	Тип шва	Присадочная проволока		I _c , А	Скорость сварки, м/с
		Диаметр, мм	Скорость подачи, м/с		
1	C5	0,8-1,0	0,015-0,016	100-120	0,1-0,13
2	H1- ∇ 3	0,8-1,0	0,016-0,018	130-150	0,1-0,13
3	У2	0,8-1,0	0,016-0,018	130-150	0,1-0,13
4	T1- ∇ 3	0,8-1,0	0,016-0,018	130-150	0,1-0,13
5	T1 ∇ 2	0,8-1,0	0,015-0,016	100-120	0,1-0,13
6	T3- ∇ 3	0,8-1,0	0,016-0,018	130-150	0,1-0,13
7	H2 ∇ 2	0,8-1,0	0,015-0,016	100-120	0,1-0,13
8	C2	0,8-1,0	0,016-0,018	130-150	0,1-0,13
9	У5	0,8-1,0	0,016-0,018	130-150	0,1-0,13
10	T1- ∇ 4	0,8-1,0	0,016-0,018	130-150	0,1-0,13

Напряжение 11-13 В, расход аргона 8-12 л/мин.

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ

между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [12], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 1450$ штук, а масса корпуса автоцистерны равна 625 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс сборки и сварки корпуса автоцистерны начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Сварочные узлы корпуса автоцистерны собираются и свариваются на плите слесарно-сборочной (010-035). Окончательная сборка и сварка производятся на кантователе (040-115). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 120-125).

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

Сварная конструкция считается технологичной, если она сконпонована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, применением таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций обеспечивают простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, прежде всего, по их себестоимости.

К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят нетехнологичным.

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Перечень показателей технологичности сварных конструкций

устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся: число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности.

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [12].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

Использование стационарных листов, рациональное расположение деталей и заготовок на поверхности листа обеспечивает достаточно высокий коэффициент использования металла.

Применение сварочной оснастки позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы по перемещению тяжелых деталей выполняются с использованием крана мостового.

Согласно базовому технологическому процессу при изготовлении корпуса автоцистерны ведется аргоно-дуговая сварка неплавящимся электродом на установке ТИР-315.

Заменим сварочное оборудование на современное более производительное и экономичное (сварочный аппарат постоянно-переменного Сэлма УДГУ-251).

Предлагаемый технологический процесс сборки и сварки корпуса автоцистерны выполняется аргоно-дуговой сваркой неплавящимся электродом.

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [13]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_{п}, \quad (3.17)$$

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

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм,

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

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{\text{н.шт-к}} = (T_0 + t_{\text{в.шт}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.18)$$

где T_0 - основное время сварки, мин,

$t_{\text{в.шт}}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [13] составляет 0,75 мин;

$a_{\text{обс.}}$, $a_{\text{отл.}}$, $a_{\text{п-з}}$ – 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%, [13].

Основное время для механизированной сварки в смеси газов определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha_n} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha}, \quad (3.19)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм^2 ,

I – сила сварочного тока, А;

γ - плотность наплавленного металла, г/см^3 ;

α_n = коэффициент наплавки, $\text{г/(А}\cdot\text{ч)}$.

Для примера рассчитаем норму времени сборки в операции 060, время на прихватку и аргонодуговую сварку неплавящимся электродом на выполнение швов №4 Т1-Δ3 (рисунок 3.2) в операции 065.

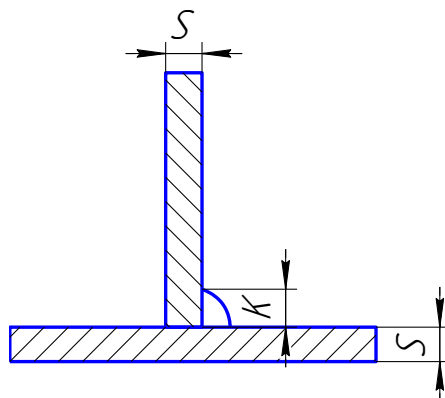


Рисунок 3.2 – Соединение Т1-Δ3 по ГОСТ 14771 – 76: S – толщина листа,
K – катет

Исходные данные:

- марка стали 12X18H10T;
- марка электродной проволоки Св-07X18H9ТЮ ГОСТ 2246 – 70;
- сварной шов тавровый №4 по ГОСТ 14771-76 – Т1Δ 3 без разделки;
- сварной шов по ГОСТ 14771-76 – Н2- Δ2;
- длина швов 430 и 210 мм;
- положение швов нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла швов

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

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-07X18H9ТЮ аргоно-дуговой сваркой неплавящимся электродом составляет $\alpha_n=15 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$.

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 дет. поз. 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:

$$0,1 \cdot 12=1,2 \text{ мин.},$$

Время на клеймение составляет 2,1 мин.

$$t_{в.и} =1,2+2,1=3,3 \text{ мин.},$$

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

$$T_o = \frac{6,3 \cdot 7,85 \cdot 60}{150 \cdot 15} = 1,32 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.шт-к} = (1,32+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,63 \text{ мин.}$$

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

$$T_o = \frac{3,1 \cdot 7,85 \cdot 60}{120 \cdot 15} = 0,81 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.шт-к} = (0,81 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 1,98 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 2,63 \cdot 0,43 + 1,98 \cdot 0,21 + 3,3 = 4,85 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления корпуса автоцистерны

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	T _{шт} , мин.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
1	2	3	4	5
005	Комплектовочная	-	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	7,51	Слесарно-сборочная	7,51
015	Сварочная	20,21	Сварочная	20,21
020	Слесарно-сборочная	17,32	Слесарно-сборочная	17,32
025	Сварочная	56,89	Сварочная	56,89
030	Слесарно-сборочная	1,85	Слесарно-сборочная	1,85
035	Сварочная	9,47	Сварочная	9,47
040	Слесарно-сборочная	23,3	Слесарно-сборочная	23,3
045	Сварочная	55,15	Сварочная	52,85
050	Слесарно-сборочная	4,48	Слесарно-сборочная	4,48
055	Сварочная	11,72	Сварочная	9,42
060	Слесарно-сборочная	1,03	Слесарно-сборочная	1,03
065	Сварочная	7,16	Сварочная	4,85
070	Слесарно-сборочная	3,2	Слесарно-сборочная	3,2

075	Сварочная	43,32	Сварочная	41,02
080	Слесарно-сборочная	1,74	Слесарно-сборочная	1,74

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	4	5
085	Сварочная	22,06	Сварочная	19,76
090	Слесарно-сборочная	2,68	Слесарно-сборочная	2,68
095	Сварочная	16,72	Сварочная	14,52
100	Слесарно-сборочная	5,87	Слесарно-сборочная	5,87
105	Сварочная	85,15	Сварочная	82,85
110	Слесарно-сборочная	1,68	Слесарно-сборочная	1,68
115	Сварочная	16,46	Сварочная	14,16
120	Слесарная	63	Слесарная	63
125	Контроль	37,53	Контроль	37,53
Итого		515,31		496,91

3.2.5 Выбор технологического оборудования

Расчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для сварки данного сварного изделия. Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии.
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.
3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.
4. Наименьшие габаритные размеры оборудования.
5. Наименьшая масса.
6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж

оборудования.

7. Минимальный срок окупаемости [11].

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование:

Установка для аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом. Сварка ведется в закрытом помещении. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 100...150 А. Исходя из этих данных сварочный аппарат постоянно-переменного Сэлма УДГУ-251 [14].

Установка предназначена для аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом (режим ТИГ) и для ручной дуговой сварки покрытыми электродами (режим ММА) на переменном (АС) и постоянном (DC) токе всех видов металлов и сплавов.

Основные особенности:

- универсальная установка для сварки всех видов металлов и сплавов (легированные, малоуглеродистые и цветные стали, алюминий и его сплавы);
- плавная регулировка сварочного тока;
- широкий диапазон регулирования сварочного тока;
- бесконтактный поджиг дуги в режиме ТИГ на переменном и постоянном токе;
- легкое возбуждение и устойчивое горение дуги;
- непрерывный и пульсирующий режим сварки при подключении пульта пульсирующей сварки ППС-01;
- плавная регулировка тока импульса, тока паузы и периода импульсов с помощью дистанционного пульта ППС-01;
- возможность работы в режимах «длинные швы» и «короткие швы»;
- регулировка оптимального соотношения очищающей и проплавляющей способности дуги (регулировка баланса работает при сварке в режиме ТИГ на переменном токе, и покрытыми электродами на переменном токе. При сварке в режиме ТИГ на переменном токе регулировка баланса

влияет на проплавление и очистительный эффект);

- регулировка начального тока сварки (плавная регулировка начального тока сварки во всем диапазоне позволяет выбрать наилучший режим поджига дуги в зависимости от вида выполняемых работ);

- регулировка времени спада тока и времени продувки газа в конце сварки;

- наличие термозащиты от перегрузки;

- класс изоляции H;

- Быстроразъемные, безопасные токовые разъемы;

- наличие площадки для установки баллона с защитным газом;

- современная конструкция панели управления;

- легка и мобильна при перемещении за счет установки поворотных колес.

- по дополнительному заказу возможна установка приборов цифровой индикации сварочного тока.

Технические характеристики сварочного аппарата постоянно-переменного Сэлма УДГУ-251 приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Технические характеристики установка Сэлма УДГУ-251 [13]

Наименование параметра	Значение
1	2
Гарантийный срок	1
Тип сварки	TIG AC/DC
Потребляемая мощность, кВА	21
Напряжение, В	380
Номинальное напряжение, В	21
Напряжение холостого хода, В	80
Количество фаз	3
Мин. сварочное напряжение, В	14885
Макс.сварочное напряжение, В	21

Диаметр электродов, мм	42492
Мин. сварочный ток TIG, А	50

Продолжение таблицы 3.10

1	2
Макс. сварочный ток TIG, А	235
TIG ток при ПВ 25%	275
TIG ток при ПВ 35%	250
Диаметр электродов TIG (min – max)	0,8-5,0
Габаритные размеры, мм	750x390x770
Вес, кг	110

Вместе с приведенной выше устанавкой применим горелку АГНИ-12М, характеристики приведены в таблице 3.11:

Таблица 3.11 – Технические характеристики АГНИ-12М [15]

Наименование параметра	Значение
Максимальный ток сварки, А (ПВ=60%): постоянный	200
переменный	160
Максимальный ток в цепи управления, А	2
Диаметр вольфрамового электрода, мм	1,6-5
Выходной диаметр сопла, мм	9-12
Давление газа, не более, кПа (кг/см ³)	147 (1,5)
Расход защитного газа (аргона), л/мин	8-12
Габаритные размеры: длина, высота, толщина, мм	210 x70-142 x25
Масса, кг	0,23

3.2.6 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [14].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

Проверка качества сварки в готовом изделии производится внешним осмотром и измерением сварного шва. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [16].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с

помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов - катетомеров.

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;

- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.

- в зависимости от времени существования:

- временные - существующие лишь в определённый момент времени;

- остаточные - остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

- напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;

- напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;

- напряжения третьего рода – уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

- продольные (вдоль оси шва);

- поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

- линейные (действующие в одном направлении);

- плоскостные (действующие в двух направлениях);

- объёмные (действующие в трёх направлениях).

В зависимости от изменения при сварке форм и размеров детали различают:

- деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;
- деформации из плоскости – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основные группы:

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [16].

С целью предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных конструкций, проводятся различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, кончая самим процессом изготовления сварного изделия:

- минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению остаточных деформаций и напряжений;
- симметричное расположение швов;
- оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;
- закрепление изделия в приспособлениях;
- прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. Применение каких-либо других способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это ведёт к неоправданному удорожанию изделия.

Капиллярная дефектоскопия – является одним из основных методов неразрушающего контроля и предназначена для обнаружения поверхностных и

сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа непроваров, трещин) и их ориентации на поверхности. Капиллярный метод неразрушающего контроля (ГОСТ 18442-80) основан на капиллярном проникновении внутрь дефекта индикаторных жидкостей, хорошо смачивающих материал объекта – поверхность контроля и последующей регистрации индикаторных следов (благодаря чему так же носит название цветная дефектоскопия).

В соответствии с техническими требованиями в большинстве случаев необходимо выявлять настолько малые дефекты, что заметить их при визуальном осмотре невооруженным глазом практически невозможно. В то же время, применение оптических приборов, например лупы или микроскопа, не позволяет выявить поверхностные дефекты из-за недостаточной контрастности изображения дефекта на фоне металла и малого поля зрения при больших увеличениях.

В таких случаях наиболее применим - капиллярный метод контроля.

Капиллярная дефектоскопия позволяет контролировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из различных материалов: черных и цветных металлов, сплавов, пластмасс, стекла, керамики и т.п. Капиллярный контроль широко востребован при дефектоскопии сварных швов.

При контроле красящий пенетрант наносится на контролируемую поверхность и благодаря своим особым качествам под действием капиллярных сил проникает в мельчайшие дефекты, имеющие выход на поверхность объекта контроля. Проявитель, наносимый на поверхность объекта контроля через некоторое время после осторожного удаления с поверхности пенетранта, растворяет находящийся внутри дефекта краситель и за счет диффузии “вытягивает” оставшийся в дефекте пенетрант на поверхность объекта контроля. Имеющиеся дефекты видны достаточно контрастно. Индикаторные следы в виде линий указывают на трещины или царапины, отдельные точки - на поры.

Цветные методы контроля (цветная дефектоскопия, методы красок) основаны на том, что выявление дефекта осуществляется с помощью растворов красящих веществ, проникающих в глубь дефекта. В отличие от люминесцентных методов цветные методы контроля не требуют источников ультрафиолетовых лучей и позволяют определять поверхностные дефекты в материалах и изделиях при обычном дневном свете. Эта особенность цветных методов делает их наиболее приемлемыми для использования в полевых условиях. Эти методы применяются при контроле сварных соединений для выявления различных дефектов сварки.

Проведение испытаний. Как и при люминесцентном методе, перед проведением испытаний производят очистку поверхности детали от грязи, жиров, окалины, следов коррозии и т. д. Очистка производится самым тщательным образом до тех пор, пока все поверхностные дефекты будут освобождены от посторонних веществ, которые могут препятствовать проникновению раствора краски в глубь дефекта. Затем на очищенную поверхность в несколько приемов наносят красящую жидкость (мелкие детали погружают в жидкость), которая под действием капиллярных сил проникает в глубь дефектов.

В качестве красящих жидкостей используются специальные составы, разработанные: 80% керосина, 15% трансформаторного масла, 5% скипидара и 10 г краски Судан-3 на 1 л жидкости. В этом же институте был подобран и другой состав, отличающийся большей смачивающей способностью скипидара, 80% керосина и 10 г на 1 л жидкости краски Судан-4.

Время проникновения красящей жидкости колеблется от 3 до 20 мин и зависит от состава и вязкости жидкости, типа испытываемых материалов, глубины и формы дефектов, температуры и других факторов. По истечении времени, необходимого для пропитки дефектов, избыток красящей жидкости удаляется, исследуемый участок насухо протирается.

Затем кистью или с помощью краскораспылителя на этот участок тонким и равномерным слоем наносится суспензия из каолина. После

просушивания, которое способствует выделению красящей жидкости, исследуемый участок тщательно осматривается. При наличии дефектов выделившаяся из них жидкость окрашивает каолин в красный цвет, и все дефекты на белом фоне каолина приобретают четкую конфигурацию.

Контроль качества сварных соединений. Перед испытанием контролируемый шов тщательно очищается от окалины, брызг металла и других посторонних включений. Затем, как было указано ранее, на поверхность очищенного шва наносится красящая жидкость и выдерживается от 10 до 20 мин до полного проникновения жидкости в дефекты шва, после чего поверхность шва промывается раствором кальцинированной соды и высушивается. Далее шов покрывается равномерным слоем суспензии каолина в воде и снова высушивается. Для более полного выявления дефектов осмотр шва производится дважды через 3-5 и через 20-30 мин после просушивания. Появление красных полос на белом фоне каолина указывает на наличие трещин, отдельные красные пятна и точки свидетельствуют о пористости шва.

Цветной метод контроля качества сварки целесообразно использовать в сочетании с другими неразрушающими методами контроля: ультразвуковым, у-дефектоскопией и др.

Методы цветной дефектоскопии наряду с контролем качества сварных соединений с успехом используются для контроля межкристаллической коррозии металлов. По различной степени покраснения покрывающего слоя судят о глубине проникновения коррозии. Этот метод контроля также используется и для определения качества защитных эмалевых и других покрытий на металлах.

При изготовлении корпуса автоцистерны применяется визуальный способ контроля сварных швов, капиллярная и цветная дефектоскопия, пневматические испытания. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального контроля:

- простота контроля;
- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

3.2.7 Разработка технической документации

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, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [17].

Разработка технологических процессов включает:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых

ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [13].

3.3 Конструкторский раздел

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки. Применение при этом винтовых прижимов, шаблонов и магнитных распорок значительно сокращает вспомогательное время.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки применяется сварочный кантователь, а для перемещения используется кран мостовой грузоподъемностью 5 тонн.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [18].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется кантователь (см. ФЮРА.000001.239.00.000 СБ).

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав 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 [13].

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 [13].

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.

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки 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.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [13].

Для проектируемого участка сборки и сварки корпуса автоцистерны принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [13]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3.21)$$

где N – годовая производственная программа, шт., $N = 1450$ шт.

$T_{шт}$ – трудоемкость определенной операции, мин.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,
 $F_d = 3760$ ч.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм., $K_{вн} = 1,0$.

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицы 3.12, 3.13 и 3.14. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [13]:

$$K_{зо} = C_p / C_{п} \cdot 100, \quad (3.22)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт.;

$C_{п}$ – принятое количество оборудования, шт.

Таблица 3.12 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	$T_{шт}$, мин	C_p , шт	$C_{п}$, шт	$K_{зо}$, %
1	2	3	4	5	6
Базовый технологический процесс					
010-035	Плита сборочная	113,24	0,73	1	72,9
040-125	Плита сварочная	402,08	2,59	3	83,3

Продолжение таблицы 3.12

1	2	3	4	5	6
Предлагаемый технологический процесс					
010-035	Плита сборочная	113,24	0,73	1	72,9
040-125	Кантователь ФЮРА.000001.239.00.000 СБ	383,68	2,47	3	82,3

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	$C_{п}$, шт	K_{30}
Базовый	4	80,7
Предлагаемый	4	79,95

В соответствии с количеством рабочих мест принимаем для базового и принятого количество сварочного оборудования равным 4 шт.

3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [17]:

$$P_{сп} = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3.23)$$

$$P_{яв} = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_n \cdot K_{вн}}, \quad (3.24)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт.; $N = 1450$ шт;

$T_{шт}$ - трудоемкость технологического процесса, мин;

F_d – действительный фонд рабочего времени, ч $F_d = 1740$ ч;

F_n - номинальный фонд рабочего времени, ч; $F_n=1981$ ч;

$K_{вн}$ - коэффициент выполнения норм.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Если расчетная величина численности основных рабочих дробная, то ее округляют до целого числа в большую сторону, и называют принятой $P_{п}$.

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [17]:

$$P_{всп} = P_{сп} \cdot \Pi / 100, \quad (3.25)$$

где $P_{сп}$ - принятое списочное число основных рабочих, чел.;

Π – процент вспомогательных рабочих, $\Pi=25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [17]:

$$P_{итр} = (P_{сп} + P_{всп}) \times \Pi / 100, \quad (3.26)$$

где Π для ИТР – 8%, МОП – 2%, контролеры – 1%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.14.

Таблица 3.14 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{ш}$, мин.	515,31	751,36
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	7,18/8	6,92/7
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	6,3/7	6,08/7
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	1,75/2	1,75/2
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,72/1	0,72/1
Расчетная/принятая числ-сть МОП, чел.	0,18/1	0,18/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,09/1	0,09/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [12]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1}, \quad (3.27)$$

где k_p - коэффициент сменности,

$P_{яв1}$ - число рабочих в первую смену, чел.

Для базового технологического процесса:

$$k_p = 7/4 = 1,75.$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = 7/4 = 1,75.$$

3.4.4 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

- из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;
- общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;
- количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [12].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов

для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [12].

3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приближенно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки, и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего

размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [12].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

Результаты разработки и внедрения в проект сборочно-сварочного участка изготовления корпуса автоцистерны комплексной механизации и автоматизации оценивают особыми показателями, определяющими достигнутые степень и уровень механизации и автоматизации предусмотренных работ по изготовлению заданных к выпуску изделий.

Прежде всего, всякая замена ручного труда работой механизмов, машин и автоматов является механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Однако машины и автоматы бывают разные. Одни из них могут представлять собой менее или более прогрессивную технологию изготовления изделий и следовательно, отличаться меньшей или большей производительностью, чем другие. Поэтому, наряду с определением количественного охвата всех работ механизацией и автоматизацией необходимо определять ее качественный уровень.

Количественный уровень (степень) механизации выражают в процентах

и вычисляют по формуле [12]:

$$C_M = \frac{k \cdot T_M}{T_{HM} + kT_M} \cdot 100\%, \quad (3.28)$$

где T_M – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин.,

$T_M = 383,68$ мин.;

T_{HM} – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом,

$T_{HM} = 113,24$ мин.;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке,

$k = 2$ [12].

$$C_M = \frac{2 \cdot 383,68}{113,24 + 2 \cdot 383,68} = 87,1 \%$$

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [12]:

$$Y_M = C_M(1 - 1/k) = 87,1 (1 - 1/2) = 43,57 \%. \quad (3.29)$$

3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки корпуса автоцистерны представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м Шлюз (тамбур)	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06x8
			-	6,8
Душевые	Кабина 0,9x0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62x2
	Место для переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пицци	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1x8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто

размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи следует располагать на достаточно большом расстоянии от уборных [19].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 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 оп ределении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

Корпус автоцистерны крана является конкурентноспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также выпускающих горношахтное оборудование.

4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления корпуса автоцистерны АЦ5-405 допускает различные варианты решения.

Корпус автоцистерны является частью автоцистерны пожарной АЦ-5-40. Автоцистерна пожарная АЦ-5-40 (43253) на шасси КамАЗ-43253, оснащенная насосом пожарным ПН-40 УВ предназначена для:

- тушения пожаров огнетушащими средствами;
- доставки к месту пожара боевого расчета, пожарно-технического вооружения и запаса огнетушащих веществ;

- подачи воды и воздушно-механической пены низкой и средней кратности через напорные рукава, ручные и лафетные стволы и пеногенераторы при тушении очагов пожара.

Существует базовый вариант изготовления корпуса автоцистерны АЦ5-405, который используется на ООО «Юргинский машзавод».

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на разработанный, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

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

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [20]:

$$Z_{п} = C + E_{н} \cdot K, \quad (4.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/год;

$E_{н}$ - норма эффективности дополнительных капиталовложений, руб/год;

K - капиталовложения, руб/год.

Согласно базовому технологическому процессу сборочные и сварочные операции при изготовлении корпуса автоцистерны производятся на плите сборочной и плите сварочной.

Швы выполняются аргоно-дуговой сваркой неплавящимся электродом, в качестве сварочного оборудования используется установка ТИР-315.

В предлагаемом технологическом процессе применим кантователь.

Для данного вида сварки применим современное сварочное оборудование, которым заменим устаревший аппарат.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления корпуса приведены в таблице 3.9.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [20]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.2)$$

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.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2017 (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [14, 15, 21]

Наименование оборудования		Ц _о , руб
Базовый технологический процесс		
ТИР-315	4 шт.	128300
АГНИ-12М	4 шт.	
Предлагаемый технологический процесс		
УДГУ-251	4 шт.	105922
АГНИ-12М	4 шт.	

Капитальные вложения в сварочное оборудование смотри в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		K _{co} , руб.:год
Базовый технологический процесс		
ТИР-315	4 шт.	310614
АГНИ-12М	4 шт.	
Предлагаемый технологический процесс		
УДГУ-251	4 шт.	254154
АГНИ-12М	4 шт.	

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [20]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (4.3)$$

где $K_{\text{пр}j}$ - оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j - количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$ - коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$K_{\text{пр}j}$, руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		Π_j , шт	$K_{\text{пр}}$, руб.·год	Π_j , шт	$K_{\text{пр}}$, руб.·год
Плита сборочная	110000	1	72900	1	72900
Плита сварочная	110000	3	249900	-	-
Кантователь ФЮРА.000001.239.00.000 СБ	127400	-	—	3	308625
ИТОГО			322800		381525

4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [20]:

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot h \cdot k_B \cdot \mu_{O_i} \cdot C_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

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

Для базового технологического процесса: $S_{O1}=6 \text{ м}^2$; $S_{O2}=6 \text{ м}^2$; $S_{O3}=21,22 \text{ м}^2$;

Для предлагаемого технологического процесса: $S_{O1}=6 \text{ м}^2$; $S_{O2}=5 \text{ м}^2$;
 $S_{O3}=21,22 \text{ м}^2$;

h - высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [20];

k_B - 1,75...3,00 - коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь

для проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

$C_{зд}$ - стоимость 1 м^3 здания на 01.01.2017 для цеха № 41 составляет, $C_{зд}=94$ руб/ м^3 .

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
Базовый технологический процесс	
ТИР-315 АГНИ-12М	224833
Предлагаемый технологический процесс	
УДГУ-251 АГНИ-12М	214681

4.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл идущий на изготовление изделия определяем по формуле [20]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (4.5)$$

где m_M – норма расхода материала на одно изделие, кг.;

C_M - средняя оптовая цена сталь 12Х18Н10Т на 01.01.2017, руб./кг.:

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

- для стали 12Х18Н10Т $C_M = 192$ руб./кг, при $m_M = 625 \cdot 1,3 = 812,5$ кг.;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [13].

$$C_M = 1,04 \cdot 812,5 \cdot 192 = 162240 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [20]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (4.6)$$

где G_d - масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг.:

$G_d = 4,74$ кг - для проволоки Св-07Х18Н9ТЮ;

k_{nd} - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки [20],

$k_{p-п.с.} = 1,02$ [20];

$\Pi_{п.с.} = 385$ - стоимость сварочной проволоки Св-07Х18Н9ТЮ, руб/кг по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод» на 01.01.2017.

$$C_{п.сбаз.} = 1,02 \cdot 4,74 \cdot 385 = 1863,4 \text{ руб.},$$

$$C_{п.спредл.} = 1,02 \cdot 4,74 \cdot 385 = 1863,4 \text{ руб.}$$

4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [9]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.}, \quad (4.7)$$

где $g_{з.г.}$ - расход смеси, м³/ч.

$k_{т.п.}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [20];

$\Pi_{г.з.}$ - стоимость аргона, м³, $\Pi_{г.з.} = 57,12$ руб./ м³;

T_0 - основное время сварки в аргоне, ч., $T_0 = 5,1$ ч. - для базового варианта, $T_0 = 5,1$ ч. - для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса $g_{з.г.} = 0,534$ м³/ч.

Для базового технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,534 \cdot 1,15 \cdot 57,12 \cdot 5,1 = 179,08 \text{ руб/изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,534 \cdot 1,15 \cdot 57,12 \cdot 5,1 = 179,08 \text{ руб/изд.}$$

4.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{гр} \cdot K_{рай} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (4.8)$$

где ТС- тарифная ставка на 01.01.2017, руб., ТС– 62,01 руб.;

K_d -коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,
 $K_d=1,15$;

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр}=1,5$;

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

a_1, a_2, a_3, a_4 - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (62,01 \cdot 8,59) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 1586,02 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (62,01 \cdot 8,59) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 1527,54 \text{ руб./изд.}$$

4.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [9]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (4.9)$$

где U_C и I_C - электрические параметры режима сварки;

T_o - основное время сварки;

η_u - КПД оборудования, для базового технологического процесса: $\eta=0,86$,
для предлагаемого технологического процесса: $\eta=0,85$;

P_x - мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u -коэффициент учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [9]:

$$C_{э.с} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (4.10)$$

где $Ц_э$ - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод», $Ц_э = 1,48$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:

$C_{э.с.} = 26,27$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с} = 24,84$ руб.

4.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [20]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{ТП}} \cdot C_{\text{возд}}, \text{ руб./изд.}, \quad (4.11)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ - расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

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

Для изготовления одного корпуса автоцистерны расход воздуха составляет:

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

$$C_{\text{возд}} = 0,25443 \text{ руб/м}^3, \text{ стоимость воздуха на } 01.01.2017 \text{ г.};$$

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,25443 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

4.2.8 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [20]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_{\Gamma}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.12)$$

где a_i - норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [22];

r_i - коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	а _і , %	С _з , руб/изд.	а _і , %	С _з , руб/изд.
ТИР-315 АГНИ-12М	19,4	4,99		-
УДГУ-251 АГНИ-12М		-	19,4	4,08

4.2.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [20]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \text{ руб./изд.}, \quad (4.13)$$

где а_і- норма амортизационных отчислений для оснастки j-го типоразмера, а_і=0,15 [20];

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		Π _і , шт.	С _и , руб/изд.	Π _і , шт.	С _и , руб/изд.
		Плита сборочная	110000	1	7,54
Плита сварочная	110000	3	25,85	-	-
Кантователь ФЮРА.000001.239.00.000 СБ	125000	-	-	3	31,93
ИТОГО			33,39		39,47

4.2.10 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [20]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.14)$$

где R_m $R_{\text{э}}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [20];

ω - затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ - длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000$ ч. [20].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	T, ч	C_p , руб/год.
Базовый технологический процесс				
ТИР-315	8	1849,5	8,59	0,22
АГНИ-12М				
Итого:				0,22
Предлагаемый технологический процесс				
УДГУ-251	7	1096	8,24	0,11
АГНИ-12М				
Итого:				0,11

4.2.11 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [20]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.15)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 199,32 \text{ м}^2$ - для базового варианта, $S = 190,32 \text{ м}^2$ - для предлагаемого варианта;

$C_{\text{ср.зд}}$ - среднегодовые расходы на содержание 1 м² рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250$ руб./год м.

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{п}} = \frac{199,32 \cdot 1 \cdot 250}{1450} = 34,37 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_{\text{п}} = \frac{190,32 \cdot 1 \cdot 250}{1450} = 32,81 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \dot{\epsilon}_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.16)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб./год.;

$\dot{\epsilon}_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капитальных затрат, $\dot{\epsilon}_{\text{н}} = 0,15$ руб./год. [20];

$K_{\text{у}}$ - удельные капитальные вложения, руб./год.

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = N_{\text{Г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{у}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}), \quad (4.17)$$

где $C_{\text{м}}$ - затраты на основной материал, руб.;

$C_{\text{в.м.}}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

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

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

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

$C_{\text{з}}$ - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{у}}$ - затраты на амортизацию приспособлений;

$C_{\text{р}}$ - затраты на ремонт оборудования, руб.;

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

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд.}} \quad (4.18)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K=310614+322800+224833= 858247 \text{ руб/год,}$$

$$C = 1450 \cdot (162240+1863,4+179,08+1586,2+26,27+0,35+4,99+33,39+022+34,37)= \\ = 240653718,92 \text{ руб/год,}$$

$$З_{п}^1 = 240653718,92 + 0,15 \cdot 858247 = 240782456 \text{ руб/год.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K= 353644+428053,5+258436= 1040133,9 \text{ руб/год,}$$

$$C=1450 \cdot (162240+1863,4+179,08+1527,54+24,84+0,35+4,08+39,47+0,11+32,81)= \\ = 240571937,7 \text{ руб/год,}$$

$$З_{п}^2 = 240571937,7 + 0,15 \cdot 1040133,9= 240699476,68 \text{ руб/год.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\mathcal{E} = З_{п}^1 - З_{п}^2, \quad (4.19)$$

$$\mathcal{E} = (З_{п}^1 - З_{п}^2) / N_{г}. \quad (4.20)$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\mathcal{E} = 240782456 - 240699476,68 = 82979,32 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\mathcal{E} = (240782456 - 240699476,68) / 1450 = 57,23 \text{ руб/изд.}$$

Результаты расчетов показали, что предлагаемый техпроцесс изготовления корпуса автоцистерны дает положительный экономический эффект.

4.3 Основные технико-экономические показатели участка

1. Годовая производственная программа, шт.	1450
2. Средний коэффициент загрузки оборудования	79,95
3. Производственная площадь участка, м ²	190,32
4. Количество оборудования, шт	4

5. Списочное количество рабочих, чел.	7
6. Явочное количество рабочих, чел	7
7. Количество рабочих в первую смену, чел	4
8. Количество вспомогательных рабочих	2
9. Количество ИТР	1
10. Количество МОП	1
11. Количество контролеров	1
12. Разряд основных производственных рабочих	4
13. Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./год.	82979,32

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка корпуса автоцистерны АЦ5-405. При изготовлении корпуса автоцистерны осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде аргона, слесарные операции.

При изготовлении корпуса автоцистерны на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат УДГУ-251 4 шт.
- кантователь ФЮРА.000001.239.00.000 СБ 4 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, корпус автоцистерны АЦ-405. Масса корпуса автоцистерны составляет 625 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки 12Х18Н10Т. Выполняется аргоно-дуговая сварка неплавящимся электродом Св-07Х18Н9ТЮ диаметром 1,0 мм.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны располагается проход шириной 2 м для перемещения рабочих и электрокаров. Количество оконных проемов – 6. Окраска стен – бежевая.

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 $S = 190,32 \text{ м}^2$.

5.2. 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:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Нормы освещения строительных площадок. М.: Изд. стандартов, 2001.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. 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.

9. 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.

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

11. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

5.3 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, локальная вибрация.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также СО₂ до 0,5÷0,6 процентов; СО до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [23, 24].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц меньше 0,1 м/с.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ

поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.

Автотранспорт, который используется для перевозки заготовок и 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, 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 [25].

На участке сборки и сварки изготовления корпуса автоцистерны применяем обще обменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную. Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [22]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (5.1)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, °С.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

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

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 5,7} = 5,1 \text{ м.} \quad (5.2)$$

Расход воздуха (м³/ч), подтекающего к зонту с конвективным потоком, определяем по формуле:

$$L_{\text{к}} = 0,68 \cdot \sqrt{Q \cdot F^2 \cdot H}, \quad (5.3)$$

где Q – количество конвективного тепла, выделенного с поверхности источника, Вт,

F – площадь горизонтальной проекции источника тепловыделений, м².

$$L_{\text{к}} = 0,68 \cdot \sqrt{10,4 \cdot 11,4^2 \cdot 5,1} = 56,3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 2 + 0,8 \cdot 5,1 = 6 \text{ м,} \quad (5.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 5,7 + 0,8 \cdot 5,1 = 9,7 \text{ м,} \quad (5.5)$$

Определим количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$L_{\text{в}} = \frac{L_{\text{к}} \cdot F_3}{F} = \frac{56,3 \cdot 6 \cdot 9,7}{11,4} = 291,2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}. \quad (5.6)$$

Определим количество воздуха для всех зонтов.

$$L_0 = 291,2 \cdot 1 = 291,2 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 291,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ4-75-10К1Ж с двигателем АИР132М6 7,5/685.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть $0,2 \div 0,5$ метров в секунду.

Для вытяжной вентиляции выбираем вентилятор радиальный FUK-1800/СП с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0,55 кВт.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтоматы УДГУ-251;
- двигатель кантователя;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80.

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 5.1 [26].

Таблица 5.1 - 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	-	-	-

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 [19].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие корпуса автоцистерны. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

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

На данном участке используем виброизолирующие основания для

защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения.

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 $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [27].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг), при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п.

5.3.1 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 устанавливаются 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 9 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 3 светильников.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной 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 [28].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски по ГОСТ 12.4.023. 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.

Маска из фибра 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, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – 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
Циток 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 навывпуск.

3. Электрический ток.

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

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 длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади

размещают оценочные заземлители.

Применяем для заземления вертикально забитые трубы длиной 2 м и диаметром 50 мм.

Сопротивление одиночного заземления вертикально устанавливаемого в землю определяется по формуле [29]:

$$R_{\text{ТР}} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{T}}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\text{T}}}{d}, \quad (5.1)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом см; $\rho = 1 \cdot 10^5$ Ом см;

l_{T} - длина трубы, мм; $l_{\text{T}} = 2000$ мм;

d - наружный диаметр трубы, см; $d = 5$ см.

$$R_{\text{ТР}} = \frac{1 \cdot 10^5}{2 \cdot 3,14 \cdot 200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 200}{5} = 13 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{\text{ТР}}}{R_3 \cdot \eta_3}, \quad (5.2)$$

где R_3 - требуемое сопротивление осуществляемого заземления, Ом, $R_3 = 50$ Ом;

η_3 - коэффициент экранирования, $\eta_3 = 0,8$.

$$n = \frac{13}{5 \cdot 0,8} = 3,7 \text{ шт.}$$

Принимаем $n = 4$ шт.

Сопротивление металлической полосы, применяемой для соединения трубчатых заземлителей определяется по формуле:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \cdot h \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\text{П}}^2}{b/n}, \quad (5.3)$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом см;

$l_{\text{П}}$ - длина полосы, см;

b - ширина полосы, см;

h - глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [29]:

$$l_{\text{П}} = 1,05 \cdot a \cdot (n-1), \quad (5.4)$$

где a - расстояние между заземлениями, см;

$$a = 2 \cdot l_{\text{тр}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ см.} \quad (5.5)$$

$$l_{\text{п}} = 1,05 \cdot 4 \cdot (4-1) = 13 \text{ м.}$$

$$R_{\text{п}} = \frac{1 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1300}{80/4} = 18,4 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление всей системы, с учетом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_{\text{с}} = \frac{R_{\text{тр}} \cdot R_{\text{п}}}{R_{\text{тр}} \cdot h_{\text{п}} + R_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{э}} \cdot n}, \quad (5.6)$$

где $R_{\text{тр}}$ - сопротивление заземления одной трубы, Ом;

n - число труб заземлений, шт;

$\eta_{\text{э}}$ - коэффициент использования труб контура, $\eta_{\text{э}} = 0,8$;

$h_{\text{п}}$ - коэффициент использования соединительной полосы, $h_{\text{п}} = 0,7$.

$$R_{\text{с}} = \frac{13 \cdot 18,4}{13 \cdot 0,7 + 18,4 \cdot 0,8 \cdot 4} = 3,5 \text{ Ом.}$$

В результате проведённых расчётов получаем, что система заземления состоит из четырёх труб, вертикально вбитых в землю диаметром 50 мм и длиной 2 метра. Сопротивление одиночного заземлителя равно 13 Ом. Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 миллиметров.

5.4.1 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 м²;

- 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.

5.4 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 [30].

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.208,134.239.000 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.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [19].

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 [19].

5.6 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 ОП-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).

5.7 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 переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура 17 минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3м/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 данной 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 разработан кантователь, который облегчил доступ к месту сварки, заменено сварочное оборудование на более современное и эффективное.

В результате перечисленных нововведений время изготовления корпуса автоцистерны сократилось на 0,32 ч.

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. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоды предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 1450 изделий.

Площадь спроектированного участка – 190,32 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 79,95 %.

Экономический эффект на годовую программу – 82979,32 рублей.

Список использованных источников

1. А. А. Сливинский, Л. А. Жданов, В. В. Коротенко / Теплофизические особенности импульсно-дуговой сварки неплавящимся электродом в защитных газах // Автоматическая сварка – 2015 - №117 - С 32-38
2. В. В. Атрощенко, д-р техн. наук, В. М. Бычков, канд. техн. наук, А. С. Селиванов, инж., А. Ю. Медведев, канд. техн. наук, Н. И. Маркелова, канд. техн. наук / Исследование стабильности геометрических характеристик сварного соединения при длительной работе вольфрамового электрода // Сварка и диагностика – 2011 - №6 – С. 40-41
3. Савинов А. В., Лапин И. Е., Полесский О. А., Лысак В. И., Красиков П. П. / Термосиловое воздействие дуги с неплавящимся электродом в смесях инертных газов на сварочную ванну // Сварочное Производство – 2015 - №12 – С.
4. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288 с.
5. Марочник сталей и сплавов / М. М. Колосков, Е. Т. Долбенко, Ю. В. Коширский и др.; под общей М 28 ред. А. С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.:ИЛЛ.
6. Как выбрать вольфрамовые электроды / [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.tiberis.ru/pages/kak-vybrat-volframovye-elektrody>
7. Электроды вольфрамовые – качественная аргоно-дуговая сварка обеспечена! / [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://tutmet.ru/jelektrody-volframovye-argonodugovoj-svarki-aljuminija-primenenie.html>
8. Костин А. М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225 с.
9. Васильев В. И., Ильященко Д. П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.

10. Томас К. Н., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.
11. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232с.
12. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с.
13. Крампит Н.Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н.Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002. - 26с.
14. Сварочный аппарат постоянно-переменного тока Сэлма УДГУ-251 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.techelement.ru/catalog.html?itemid=25391>
15. Горелка для аргоно-дуговой сварки АГНИ-12М (4м) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.ursteel.ru/gazoplammenoe_oborudovanie/gorelki/gorelki_tig_wig_gta_ads/agni_12m_agni_12mu
16. Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
17. 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.-24с.
18. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48 с.
19. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ. : Академия, 2006 – 176 с.
20. О. Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32с.
21. Сварочный аппарат аргоно-дуговой сварки тир315А в Москве [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:

http://msk.pulscen.ru/products/svarochny_apparat_argono_dugovoy_svarki_tir315a_54831967

22. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557с.

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

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

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

26. 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.

27. П. П. Кукин, В. Л. Лапин. Е. А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. - 298с. 2.

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

29. Гришагин В. М., Фарберов В. Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. – 96с.

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