

Школа Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологии сборки и сварки стального резервуара

УДК 621.757:621.781:621.642.3

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Садриддинзода Дж.С.		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2.	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3.	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4.	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)- 12	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
ПК(У)- 13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)- 14	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)- 15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 10А82

Садриддинзода Дж.С.

Руководитель ВКР

Крюков А.В.

Школа Юргинский технологический институт
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ВКР бакалавра

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

Студенту:

Группа	ФИО
10A82	Садриддинзода Джононбек Сафарали

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки стального резервуара	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	24 .01.2022, 24-21/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. ФЮРА.000000.064.00.000 СБ Резервуар 3 лист (А1)
	2. ФЮРА.000001.064.00.000 СБ Приспособление 1 лист (А1).
	3. ФЮРА.000002.064 ЛП План участка 1 лист (А1).
	4. ФЮРА.000003.064 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия.
	5. ФЮРА.000004.064 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1).
	6. ФЮРА.000005.064 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1).

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.01.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		25.01.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Садриддинзода Дж.С.		

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

Школа Юргинский технологический институт
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Специализация «Оборудование и технология сварочного производства»
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2021 – 2022 учебного года)

Форма представления работы:

ВКР бакалавра <small>(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)</small>
--

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2022	Обзор литературы	20
25.02.2022	Объекты и методы исследования	20
25.03.2022	Расчеты и аналитика	20
25.04.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25..05.2021	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Садриддинзода Дж.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А82	Садриддинзода Джононбек Сафарали

Школа	Юргинский технологический институт	Направление	15.03.01 Машиностроение
Уровень образования	бакалавр	Специализация	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. <i>Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР):</i> <i>материально-технических</i> <i>энергетических</i> <i>человеческих</i>	450904 руб. 2377 руб. 7543 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов:</i> <i>Металл</i> <i>Проволока</i>	408477 29884
3. <i>Используемая система налогообложения</i> <i>ставка налогов</i> <i>ставка отчислений</i>	<i>общая</i> 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Определение капитальных вложений*
2. *Расчет составляющих себестоимости*
3. *Расчет количества приведенных затрат*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. *Основные технико-экономические показатели участка*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2022
--	------------

Задание выдал:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

Консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		25.01.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Садриддинзода Дж.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A82	Садриддинзода Джононбек Сафарали

Школа	Юргинский технологический институт	Направление	15.03.01 Машиностроение
Уровень образования	бакалавр	Специализация	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки резервуара предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеословия, 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>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеословия, 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).
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A82	Садриддинзода Дж.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 127 с., 13 рис., 19 табл., 35 источников, 4 прил., 8 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, МЕТОД СВАРКИ, СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАН УЧАСТКА, РЕЗЕРВУАР, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является технология изготовления резервуар горизонтального стального.

Целью работы является разработка технологии изготовления стального резервуара.

В процессе выполнения работы проводилось изучение составных деталей изделия, описание марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологических карт, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

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

Экономические показатели:

капитальные вложения 3773140 руб.;

себестоимость продукции 450904 руб./изд.×год.;

количество приведенных затрат 451264,37 руб./изд.×год.

Abstract

Final qualifying work 127 p., 13 drawings, 19 tables, 35 sources, 4 applications, 8 p. graphic material.

Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, WELDING METHOD, WELDING CURRENT POWER, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, TANK, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the technology of manufacturing a horizontal steel tank.

The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a steel tank.

In the process of performing the work, the components of the product were studied, the steel grade was described, the welding method was selected, the welding modes and welding consumables were determined, operations were standardized, technological maps were drawn up, and the required amount of equipment and the number of workers were calculated.

As a result of the work, welding modes were determined, welding equipment was selected, assembly and welding operations were standardized. The cost factor has been calculated.

Economic indicators:

capital investments 3773140 rubles;

cost of production 450904 rubles / ed. × year;

the number of reduced costs 451264,37 rubles / ed. × year.

Содержание	
Введение	14
1 Обзор и анализ литературы	16
1.1 Сварочные роликовые стенды	16
1.2 Система стыковки обечаек <i>FITZ-100</i>	17
1.3 Самонастраивающиеся (самоцентрирующиеся) сварочные роликовые вращатели	18
1.4 Портальные системы для сварки эллиптических ёмкостей, <i>ROWES</i> (Турция)	21
1.5 Сварочные колонны серии <i>WKBS, WICON</i> (Турция)	22
1.6 Вывод	25
2 Объект и методы исследования	26
2.1 Описание сварной конструкции	26
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	26
2.2.1 Требования к подготовке кромок	27
2.2.2 Требования к подготовке кромок соединений под сварку	29
2.2.3 Требования к сборке и прихваткам	30
2.2.4 Требования к сварочным материалам	31
2.2.5 Требования к сварке в среде защитных газов	33
2.2.6 Требования к контролю	34
2.3 Методы и средства проектирования	36
2.4 Постановка задачи	36
3 Разработка технологического процесса	38
3.1 Анализ исходных данных	38
3.1.1 Основные материалы	38
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	41
3.1.3 Выбор сварочных материалов	42
3.2 Расчёт технологических режимов	44
3.3 Выбор основного оборудования	46
3.4 Выбор оснастки	48

3.5 Составление схем узловой и общей сборки	49
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	51
3.6.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений	52
3.6.2 Ультразвуковой контроль сварных соединений	53
3.6.3 Испытания на прочность и герметичность	54
3.6.4 Капиллярная дефектоскопия	55
3.7 Разработка технологической документации	55
3.8 Техническое нормирование операций	58
3.9 Материальное нормирование	61
3.9.1 Расход сварочной проволоки	61
3.9.2 Расход защитного газа	62
3.9.3 Расход электроэнергии	62
4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений	64
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	64
4.2 Расчёт элементов приспособления	65
4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление	66
5 Проектирование участка сборки сварки	68
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	68
5.2 Расчёт основных элементов производства	68
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	69
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	70
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	71
Заключение	99
Список использованных источников	100
Приложение А	103
Приложение Б	105
Приложение В	106
Приложение Г	125

Введение

В настоящее время для транспортирования энергоносителей используют железнодорожный, водный, автомобильный и трубопроводный транспорт. Наиболее удобным и выгодным видом перевозки опасных грузов является автомобильный транспорт. Автотранспортом можно перевозить все типы углеводородных жидкостей. В нашей стране его применяют для транспортирования нефтепродуктов и сжиженных углеводородных газов. Автомобильный транспорт используется для завоза нефтегрузов потребителям, удаленным на небольшое расстояние от источников снабжения (наливных пунктов, складов и баз). Например, автотранспортом отгружаются нефтепродукты с нефтебаз в автохозяйства, на автозаправочные станции и сельские склады горючего. Основными достоинствами автомобильных перевозок являются: - высокая маневровая подвижность, позволяющая быстро сосредотачивать транспортное средство в необходимом количестве и в нужном месте; - способность доставки грузов от склада отправителя до склада получателя без дополнительных перевалок в пути следования; более высокая скорость доставки грузов, а в некоторых случаях и более короткий путь перевозки; широкая сфера применения по видам сообщений, возможность доставки груза небольшими партиями. Одним из видов автомобильного транспорта, предназначенного для перевозки опасных грузов, являются автоцистерны, которые значительно упрощают нашу жизнь. В них сосредоточено много механизмов, которые уменьшают время слива, время налива, увеличивают безопасность [1].

Изготовление резервуара стального сваркой в среде защитных газов является наиболее актуальным способом.

Целью работы является разработка участка сборки и сварки стального резервуара.

Задачами выполнения работы являются: расчет режимов сварки, подбор

сварочного оборудования, нормировка сборочно-сварочных операций.

Объектом разработки является резервуар горизонтальный стальной.

Предметом разработки является изготовление стального резервуара.

1 Обзор и анализ литературы

Для быстрой и удобной сварки кольцевых швов необходимо применять сварочные роликовые стенды или порталные системы.

1.1 Сварочные роликовые стенды

Сварочные роликовые стенды используются для вращения свариваемых заготовок цилиндрической и конической формы при регулируемой или нерегулируемой скорости. Роликовые стенды находят широкое применение в изготовлении сосудов высокого давления, резервуаров, трубных секций, сварных труб большого диаметра и т.д. Они могут использоваться не только для сварки, но и для сборки, отделки, контроля качества, испытания и перемещения изделий. Роликовые вращатели удобны в обращении, функциональны и способны существенно сократить затраты труда на производстве. Мы предлагаем сварочные роликовые стенды двух типов - саморегулирующиеся и с ручной регулировкой.

Передача крутящего момента от ролика свариваемому изделию осуществляется за счет трения, поэтому для лучшего сцепления роликов с металлической заготовкой их контактная поверхность покрывается резиной. Скорость вращения роликов регулируется в определенном диапазоне при помощи преобразователя частоты. Саморегулирующиеся роликовые стенды автоматически адаптируются к размеру заготовки, в то время как стенды с ручной регулировкой нуждаются в предварительной установке соответствующего расстояния между роликами, а также их угла [2].

1.2 Система стыковки обечаек *FITZ-100*

Система стыковки обечаек серии *FITZ* используется для сборки и сварки трех и более секций обечайки. Комплекс оснащен двумя роликовыми вращателями с четырьмя независимыми гидравлически регулируемыми роликами для обеспечения быстрой сборки и последующей сварки.

Особенности [3]:

- система разработана для высоких нагрузок;
- самая быстрая система для сборки секций 1+1 или 1+1+1 + ... +;
- четыре независимых гидравлически регулируемых ролика для выравнивания двух секций;
- европейская гидравлическая станция, электрические компоненты *Schneider*;
- идеально подходит для изготовления ветряных электростанций.

Внешний вид системы стыковки обечаек *FITZ-100* показан на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Внешний вид системы стыковки обечаек *FITZ-100* [3]

1.3 Самонастраивающиеся (самоцентрирующиеся) сварочные роликовые вращатели

Самонастраивающиеся (самоустанавливающиеся, балансирные) сварочные вращатели состоят из двух секций: приводной и неприводной.

Приводная секция оснащается одним или двумя электродвигателями. При одном двигателе вращающий момент передаётся на вторую роликоопору с помощью вала и редукторов.

Вращатели имеют бесступенчатую регулировку скорости вращения. Управление электродвигателями осуществляется программируемым частотным преобразователем. Для обеспечения автоматических процессов предусмотрена возможность сопряжения со сварочной аппаратурой.

В качестве дополнительной опции приводная и неприводная секции могут устанавливаться на рельсовые тележки, которые могут оснащаться электроприводом.

Для вращения длинномерных деталей возможна синхронизация вращения нескольких приводных секций.

Все вращатели комплектуются пультом дистанционного управления, на котором показывается скорость вращения.

Самоустанавливающиеся сварочные вращатели имеют минимум по четыре ролика на каждой секции, каждый ролик крепится на своей оси. Такая конструкция позволяет работать с изделиями с большим эксцентриситетом, с тонкостенными обечайками. Однако имеется один существенный недостаток – неустойчивая работа в среднем диапазоне диаметров и масс заготовок. Дело в том, что процесс «самонастройки» (т.е. движение вниз внутренних роликов) начинает происходить с определенного веса заготовки. Если планируется использование самонастраивающихся роликоопор в широком диапазоне масс и диаметров, то не исключен вариант такой загрузки, когда одна из секций перейдет в режим «самоустановки» на четыре ролика, а вторая останется в режиме двух роликов [4].

Внешний вид самонастраивающегося сварочного роликового вращателя с одним электроприводом типа *HGZ* показан на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Внешний вид самонастраивающегося сварочного роликового вращателя с одним электроприводом типа *HGZ* [4]

Внешний вид самонастраивающегося сварочного роликового вращателя с двумя электроприводами типа *HGZ* показан на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Внешний вид самонастраивающегося сварочного роликового вращателя с двумя электроприводами типа *HGZ* [4]

Роликовые вращатели *WROT WICON* используются во всем мире во всех отраслях промышленности при производстве ёмкостей, резервуаров, сосудов под давлением и цилиндрических сосудов всех типов и размеров. Роликовые вращатели улучшают эффективность автоматической или ручной сварки за счет повышения производительности, минимизации дополнительной обработки и необходимости использования кранов.

Они позволяют операторам полностью контролировать направление вращения вперед и назад и плавно регулировать скорость вращения. Стандартная линейка роликовых вращателей имеет грузоподъемность от 5 до 150 тонн, но по заказу может быть изготовлен вращатель грузоподъемностью до 250 тонн.

Преимущества роликовых вращателей *WROT WICON* [5]:

- полиуретановое покрытие роликов, поглощающие удары и вибрацию;
- автоматическая регулировка диаметра;
- регулируемая скорость вращения;
- пульт дистанционного управления с 5-метровым кабелем;
- цифровой индикатор скорости на панели управления для контроля вращения;
- двигатели переменного тока;
- упоры для предотвращения осевого перемещения деталей.

Конструктивные особенности вращателей *WROT WICON* [5]:

- ролики специальной конструкции для работы при высокой температуре;
- регулируемый привод раздвижения роликов;
- ручное раздвижение роликов;
- установка на приводную тележку;
- щётка для передачи обратного сварочного тока;
- синхронизация работа со сварочной колонной.

Внешний вид вращателя *WROT WICON* показан на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Внешний вид вращателя *WROT WICON* [5]

1.4 Портальные системы для сварки эллиптических ёмкостей, ROWES (Турция)

Портальные сварочные системы предназначены для сварки кольцевых швов круглых, эллиптических, квадратных, трапециевидных, двойных ёмкостей и танков различных размеров и диаметров.

Данная установка предназначена для сварки снаружи продольных и кольцевых швов тел вращения, таких как цистерны (включая круглые, прямоугольные, эллипсоидные, чемоданного типа), а также изделий с переменным диаметром, таких как бетономешалки. При сварке кольцевых швов некруглых цистерн, а также продольных швов бетономешалок. Сварочный портал автоматически устанавливает высоту сварочной горелки над свариваемой поверхностью. Сварка проводится как в среде защитных газов (*MIG/MAG*), так и под слоем флюса (*SAW*) [6].

Внешний вид портальной системы для сварки эллиптических ёмкостей показан на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5 – Внешний вид portalной системы для сварки эллиптических ёмкостей [6]

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

1.5 Сварочные колонны серии *WKBS, WICON* (Турция)

Сварочные колонны специально разработаны и изготовлены для суровых условий работы. Сварочные колонны предназначены для создания необходимых условий для сварки продольных или кольцевых швов на цилиндрических изделиях.

Применение сварочных колонн повышает качество сварки благодаря полностью автоматизированным производственным технологиям. Использование сварочных колонн сокращает время сварки и делает работу оператора проще; работа может продолжаться дольше, чем при ручной сварке.

Сварочные колонны *WICON* используются для сварки продольных и кольцевых швов [7]:

- сварка прямолинейных продольных наружных и внутренних швов с перемещением сварочной колонны или роликового вращателя;
- сварка прямолинейных кольцевых наружных и внутренних швов с вращением изделия.

Преимущества сварочных колонн *WICON* [7]:

- поворотное опорное кольцо для установки колонн, обеспечивающее плавное вращение на 360°;
- все вертикальные и горизонтальные направляющие обрабатываются с высокой точностью в одиночном исполнении, обеспечивая непревзойдённое плавное и устойчивое перемещение;
- инверторные приводы последнего поколения, предназначенные для горизонтального перемещения с регулируемой скоростью;
- привод вертикального перемещения с червячным редуктором и двигателем переменного тока с тормозом для дополнительной безопасности;
- высокопрочная роликовая цепь для вертикального перемещения с дополнительным противовесом обеспечивает плавное и лёгкое вертикальное перемещение;
- стандартная функция безопасности включает в себя блокировочное устройство предохранения от падения консоли и оконечные выключатели для всех функций перемещения;
- монтажная площадка для сварочного источника питания по вашему выбору.

Конструктивные особенности колонн *WICON* [7]:

- система дистанционного управления;
- лазерная система слежения за стыком;
- телевизионная система слежения за стыком;
- синхронизация работы системы с роликовыми вращателями (с центральной панелью управления);

- перемещение колонны (рельсовый путь);
- место оператора (с возможностью использования лестницы);
- привод поворота колонны на 270° ;
- механическая система слежения за стыком;
- ручка контроллера (джойстик) для системы ориентации горелки.

Внешний вид сварочной колонны серии *WKBS*, *WICON* показан на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Внешний вид сварочной колонны серии *WKBS*, *WICON* [7]

Технические характеристики колонны серии *WKBS 5×5 WICON* представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики колонн *WKBS 5×5 WICON* [7]

Характеристики	Значение
Макс. Грузоподъёмность, кг	300
Мин. высота подъёма консоли, мм	870
Макс. высота подъёма консоли, мм	6,020
Общая высота, мм	7,200
Мин. вылет консоли, мм	700
Макс. вылет консоли, мм	5,700
Колея рельсовых колёс, мм	2,100
Скорость подъёма консоли, мм/мин	1,000
Скорость выдвижения консоли, мм/мин	230-2,300
Скорость перемещения колонны, мм/мин	2,000
Угол поворота колонны, °	270
Привод подъёма консоли, кВт	2,2
Привод выдвижения консоли, кВт	0,75
Масса, кг	5,500

1.6 Вывод

Для сварки кольцевых швов стального резервуара лучше всего применить сварочную колонну серии *WKBS, WICON* и вращатель *WROT WICON*. Они в комплексе обеспечивают удобное вращение свариваемых деталей и позволяют автоматизировать сварочный процесс.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – стальной резервуар. Он работает при давлении менее $0,7 \text{ кгс/см}^2$, предназначен для перевозки жидких грузов наливным способом. Грузовые кузова-резервуары имеют различную форму, конструкцию и материал, что зависит от вида перевозимого груза и его свойств. Резервуары обычно выполняют сварными из листовой стали (малоуглеродистой, коррозионностойкой). Формы резервуаров могут быть различными. Их поперечные сечения бывают прямоугольными, круглыми, эллиптическими.

Горизонтальное расположение резервуаров используют для транспортировки жидких и газообразных грузов.

Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.064.00.000 СБ. Спецификация стального резервуара приведена в приложении А.

Масса изделия равна 1980 кг. Основной конструкционный материал: сталь 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72.

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

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Общие требования регламентируются согласно ГОСТу Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные

2.2.1 Требования к подготовке кромок

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

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

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

Таблица 2.1 – Группы сосудов [8]

Группа	Расчетное давление, МПа (кгс/см ²)	Температура стенки, °С	Рабочая среда
1	2	3	4
1	Более 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная, пожароопасная или 1-го, 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007

Продолжение таблицы 2.1

2	Более 0,07 (0,7) до 2,5 (25)	Выше +400	Любая, за исключением указанной для 1-й группы сосудов
	Более 2,5 (25) до 5,0 (50)	Выше +200	
	Более 5,0 (50)	Независимо	
	Более 4,0 (40) до 5,0 (50)	Ниже -40	
3	Более 0,07 (0,7) до 1,6 (16)	Ниже -20 Выше +200 до +400	
	Более 1,6 (16) до 2,5 (25)	До +400	
	Более 2,5 (25) до 4,0 (40)	До +200	
	Более 4,0 (40) до 5,0 (50)	От -40 до +200	
4	Более 0,07 (0,7) до 1,6 (16)	От -20 до +200	
5а	До 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная, пожароопасная или 1-го, 2-го, 3-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
5б	До 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывобезопасная, пожаробезопасная или 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007

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

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

2.2.2 Требования к подготовке кромок соединений под сварку

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

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

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

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

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

Обезжиривание свариваемых кромок производят ацетоном и другими

растворителями протирочным материалом из хлопчатобумажной ткани, не оставляющей ворса.

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

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

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

Шероховатость поверхности принимается согласно специальным требованиям, приведенным в разделах по сварке настоящего стандарта, а в случае отсутствия в них необходимых указаний параметр шероховатости должен быть не более R_z40 ГОСТ 2789 [9].

2.2.3 Требования к сборке и прихваткам

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.2.4 Требования к сварочным материалам

Применяемые сварочные материалы (сварочная проволока, защитные газы) должны соответствовать требованиям технических условий или

стандартов на их поставку, что должно быть подтверждено сертификатом.

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

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

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

В случае несоответствия данных сертификата данным бирки или отсутствия сертификата завод-потребитель должен провести анализ химического состава сварочной проволоки, а при необходимости - испытание наплавленного металла или металла шва в соответствии требованиям ГОСТ 2246 или технических условий.

При приемке защитного газа проверяется:

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

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

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

процессы, утвержденные в установленном порядке.

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

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

2.2.5 Требования к сварке в среде защитных газов

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

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

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

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

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

при толщине от 2,5 мм и более.

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

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

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

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

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

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

2.2.6 Требования к контролю

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

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

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

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

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

Контроль качества сварных соединений следует проводить следующими методами:

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

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

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

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

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

- состояние и качество свариваемых сборочных единиц и деталей и сварочных материалов;

- качество подготовки кромок и сборки под сварку;
- соблюдение технологического процесса сварки и термической обработки.

2.3 Методы и средства проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки стальной цистерны.

2.4 Постановка задачи

Целью, представленной курсового проекта, является выявление приобретенного выпускником уровня технической, социально-экономической, общепрофессиональной и специальной подготовки по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

Задачей курсового проекта является расчет режимов сварки, подбор сварочного оборудования, нормировка сборочно-сварочных операций.

Технологический процесс должен обеспечить качество, экономичность, обеспечить оптимальный уровень механизации и автоматизации производства. Изготовление рамы должно быть технологичным.

При выполнении курсового проекта необходимо:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) подобрать сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;
- 4) необходимо рассчитать состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок сборки и сварки стальной цистерны.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

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

Применяется сталь при изготовлении изделий, которые можно эксплуатировать в условиях разбавленных кислот, средне агрессивных щелочных и солевых растворов – например, резервуаров и сварных агрегатов [10].

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

Таблица 3.1 – Химический состав стали 12Х18Н10Т в % (ГОСТ 5632-72) [11]

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

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 12Х18Н10Т (ГОСТ 7350-77) [11]

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

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

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

Введение в сплав алюминия, титана и кремния придает 12Х18Н10Т

качества ферритной стали.

Титан создает карбидообразующий эффект, и предотвращает риск межкристаллитной коррозии.

Марганец позволяет изготавливать сталь с мелкозернистой структурой. Кремний увеличивает плотность и улучшает степень текучести. В то же время он снижает уровень пластичности, что усложняет прокатку холодным способом. Содержание фосфора не должно превышать 0,035 %, так как он провоцирует снижение механических свойств, что усложняет использование стали в криогенной области [10].

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

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

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

Технологическая свариваемость – это характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами. В этом случае свариваемость рассматривается как степень соответствия свойств сварных соединений одноименным свойствам основного металла или их нормативным значениям.

Свариваемость сталей определяется по склонности к образованию

трещин и механическим свойствам шва, по ней стали разделяются на четыре группы:

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

Для предварительной качественной оценки свариваемости высоколегированных сталей иногда прибегают к подсчету хромоникелевого эквивалента по химическому составу стали по следующей эмпирической формуле [12]:

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

где символы элементов означают, процентное содержание их в стали.

При эквиваленте меньше 1,5 свариваемость стали может считаться стальной хорошей свариваемости, если же эквивалент больше 1,5, то сталь считается не склонной к хорошей свариваемости [12].

Рассчитаем хромоникелевый эквивалент для стали 12X18H10T:

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

Расчет хромоникелевого эквивалента показал, что сталь 12X18H10T обладает хорошей свариваемостью.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

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

Согласно рекомендациям технической литературы [13] сталь 12Х18Н10Т можно сваривать следующими способами: ручная дуговая сварка покрытыми электродами, неплавящимся электродом в защитном газе, под слоем флюса, электрошлаковая сварка. Присадочные материалы выбирают аналогично составу основного металла, с учетом прочностных требований и сопротивляемости образованию кристаллизационных трещин.

В данной работе способом сварки будет являться механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов по ГОСТ 14771-76. В качестве защитного газа принимаем аргон. Аргон поставляется по ГОСТ Р ISO 14175-2010 и обозначается как – ISO 14175-I – Ar [14]. Схема сварки проволокой в защитных газах представлена на рисунке 3.1.

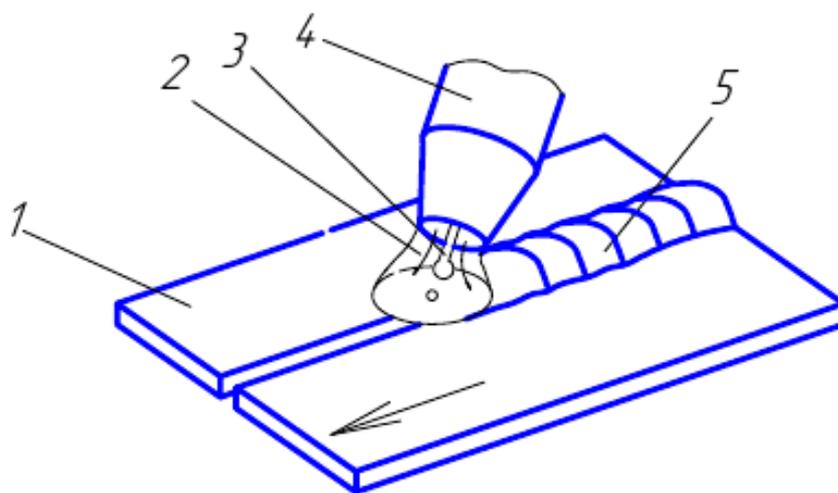


Рисунок 3.1 – Схема сварки проволокой в защитных газах:

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

К преимуществам такого вида сварки можно отнести [15]:

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

3.1.3 Выбор сварочных материалов

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

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

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

Каждый моток проволоки должен быть обернут слоем бумаги, затем слоем полимерной пленки, нетканых материалов или ткани из химических волокон.

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

[16].

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

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % Св-07Х18Н9ТЮ по ГОСТ 2246-70 [17]

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

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [18]

Марка проволоки	σ_b , МПа	δ , %	<i>KCU</i> , кДж/см ²	
			20°С	-20°С
Св-07Х18Н9ТЮ	552-1323	-	-	-

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

Таблица 3.5 – Состав ISO 14175-I – Ar в % [14].

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

В сварочном производстве газообразный ISO 14175-I – Ar применяют в качестве защитной среды при сварке активных и редких металлов (титана, циркония и ниобия) и сплавов на их основе, алюминиевых и магниевых сплавов,

а также хромоникелевых коррозионностойких жаропрочных сплавов, легированных сталей различных марок.

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

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

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

3.2 Расчёт технологических режимов

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

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

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

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

Для расчета режимов аргоно-дуговой сварки электродной проволокой в

литературе нет специальной методики и формул, поэтому принимаем справочные значения и результаты сводим в таблицу 3.6.

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

Толщина стали, мм	Положение шва в пространстве	Режим сварки				
		Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электродной проволоки, мм
2	Нижнее	1,0	200-210	22-24	70	10
	Горизонтальное			22-24	90	
	Вертикальное			20-23	90	
	Потолочное			22-24	90	
3	Нижнее	0,8	200-230	22-24	55	12
	Горизонтальное			20-22	60	10
	Вертикальное			20-22	90	
	Потолочное			22-24	63	
4	Нижнее	1,0	260-270	25-27	47	12
	Вертикальное	1,0	210-220	25-27	55	10
	Вертикальное (сварка на подъем)	0,8	170-180	21-23	36	8
	Горизонтальное	1,0	230-250	24-26	54	10
	Потолочное	1,0	220-230	23-25	63	10

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

3.3 Выбор основного оборудования

Для правильного выбора сварочного оборудования основными параметрами должны являться:

- техническая характеристика оборудования должна отвечать всем требованиям принятой технологии;
- обеспечение относительной простоты обслуживания и эксплуатационной надежности;
- наибольший КПД при наименьшем потреблении электроэнергии при эксплуатации;
- наименьшие масса и габариты оборудования.

Исходя из перечисленных требований было выбрано сварочное оборудование.

Сварочный аппарат должен обеспечивать сварочный ток до 250 А, диаметр проволоки 0,8-1,0 мм, скорость подачи электродной проволоки до 54 м/ч. Исходя из данных требований выбираем инвертор полуавтоматической сварки *TW Vector-350 (IGBT/ 350А / 380V)* [22]. Многофункциональный инвертор *TW Vector-350 (MMA/MIG/TIG)* – профессиональный сварочный полуавтомат, с помощью которого можно выполнять механизированную сварку *FCAW* и *MIG/MAG*, аргодуговую *TIG* и ручную дуговую *MMA*-сварку. Современные *IGBT* модули, передовая инверторная технология и электронный блок управления гарантируют идеальные сварочные параметры во всем рабочем диапазоне аппарата. Подогрев редуктора, функция «Дожигание проволоки», финишная продувка газом, режим *VRD*, настройка индуктивности, функции «Прогон проволоки» и «Горячий старт» создают безопасные и комфортные условия для высококачественной и экономичной сварки. Встроенный подающий 4-х роликовый привод и информативная панель управления в комплексе с мобильной транспортировочной тележкой обеспечивают высокую производительность и удобство в эксплуатации инвертора.

Технические характеристики инвертор полуавтоматической сварки *TW Vector-350* приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Технические характеристики инвертор полуавтоматической сварки *TW Vector-350* [22]

Характеристика	Значение
Вес, кг	Источник – 21,5 кг; Подающее устройство – 13 кг
Вид сварки	<i>MIG; MAG; MMA; TIG</i>
Габариты (Д*Ш*В), мм	525x240x445
Гарантия, мес	12
Исполнение	Комплектный
Класс защиты	<i>IP23S</i>
Комплектация	Инверторный полуавтомат сварочный <i>TW Vector-350</i> – 1 шт; Устройство подачи проволоки <i>TW Vector-350</i> – 1 шт; Горелка <i>TW 36 (300A / Air / Euro / 5m)</i> – 1 шт; Клемма заземления – 1 шт; Руководство пользователя – 1 шт
Напряжение холостого хода, В	67
ПВ, %	60
Потребляемая мощность, кВт	14
Применение	Промышленный
Род тока	<i>DC</i>
Сварочный ток, А	40-350
Сеть, В	380

Инвертор полуавтоматической сварки *TW Vector-350* показан на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Инвертор полуавтоматической сварки *TW Vector-350*

Для автоматической сварки прямых и кольцевых швов обечаек применим сварочную колонну серии *WKBS, WICON*. Подробно сварочная колонна описана в первой главе.

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий [23].

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

В разработанном технологическом процессе для кантовки применяется вращатель *WROT WICON* и для придания обечайкам округлой формы во время

сварки кольцевых швов предлагаются приспособление фиксирующее ФЮРА.000001.064.00.000 СБ. Спецификация приспособления, фиксирующего приведено в приложении Б. Приспособление состоит из сегментов поз. 1 (2 шт.) и винтовых упоров поз. 2 (4 шт.), габариты 2714x1100 мм. Приспособление с помощью винтовых упоров раздвигает друг от друга сегменты, при этом придается необходимая форма обечайке.

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Технологический процесс сборки – это совокупность операций по соединению деталей в определённой технической и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц, и изделий, соответствующих предъявляемым к ним требованиям.

Различают процессы узловой и общей сборки. Объектом узловой сборки является сборочная единица – самостоятельная часть машины или устройства, которая выполняет определённую функцию и может транспортироваться либо для установки, либо для реализации.

Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы.

Технологическая схема сборки содержит информацию о комплектующих изделиях или узлах (базовом элементе, сборочных единицах и деталях), последовательности их сборки, а также о методе сборки. Базовый элемент и готовое изделие связывает линия комплектования.

Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны от этой линии, но это не жёсткое правило. Иногда с целью получения более компактной схемы от него можно отойти.

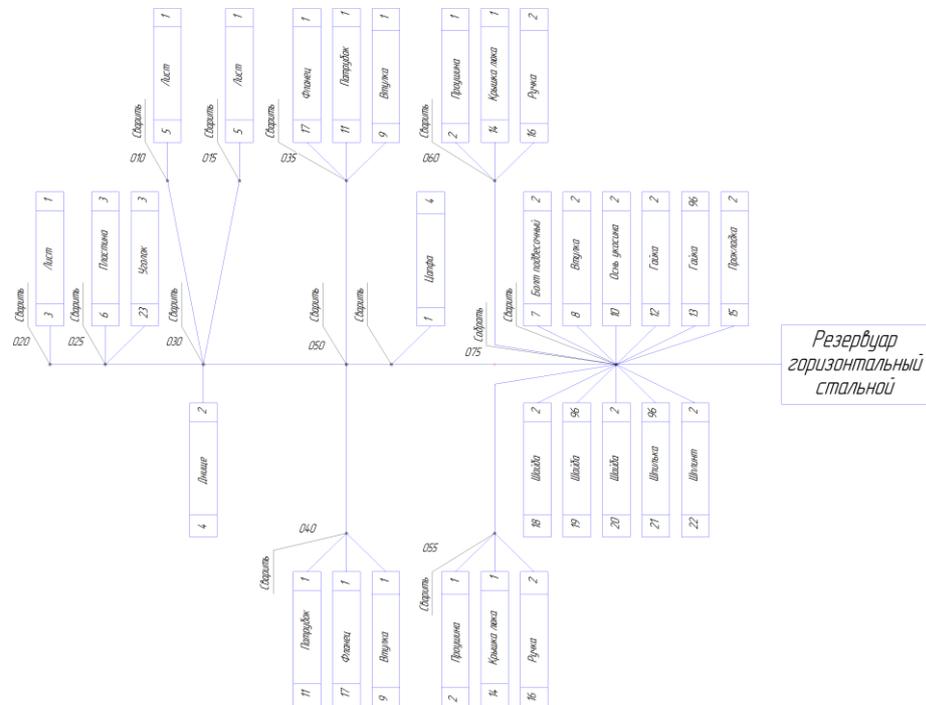
Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные

варианты последовательности сборки [24].

На рисунке 3.3 показаны варианты технологической схемы изготовления стального резервуара.



а.



б.



В.

Рисунок 3.3 – Технологические схемы изготовления стального резервуара
 Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.1а как наиболее технологичный.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Выбор метода контроля определяется конструктивными особенностями изделия, физическими свойствами контролируемого материала, техническими требованиями к изготовлению сосуда [25]. По ГОСТ Р 50599-93 элементы сосуда следует подвергать визуальному и измерительному контролю, ультразвуковому методу контроля, а также испытаниям на герметичность. Согласно техническим требованиям сборочного чертежа, перекрываемые участки сварных швов

должны быть проверены на герметичность смачиванием керосином до приварки перекрывающих деталей. Продольные сварные соединения в обечайках должны быть подвергнуты ультразвуковому, визуальному и измерительному контролю в объеме 100% длины контролируемых швов.

3.6.1 Визуальный и измерительный контроль сварных соединений

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

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

Визуальный и измерительный контроль следует проводить в доступных местах с двух сторон по всей протяженности шва [25].

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (сокращенно ВИК) – это метод контроля качества, выполняемый с помощью визуального осмотра либо с применением простейших измерительных инструментов. С помощью визуального осмотра выявляются крупные дефекты, а с помощью инструментов выявляются мелкие дефекты, сразу незаметные глазу.

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

Для проведения ВИК используем комплект ВИК "Энергетик" [26].

3.6.2 Ультразвуковой контроль сварных соединений

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

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

Технические характеристики дефектоскопа А1212 МАСТЕР представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики дефектоскопа А1212 МАСТЕР [27]

Параметр	Значение
1	2
Диапазон устанавливаемых номинальных частот ультразвука	от 0,5 до 15,0 МГц
Отклонение рабочих частот от номинальных	± 10%
Диапазон настройки на скорость ультразвука в материале	от 500 до 14 999 м/с
Диапазон перестройки усиления приемника	от 0 до 100 дБ
Отклонение установки усиления	± 1,0 дБ
S3568 2.5A0D10CL	от 7 до 6 000 мм
D1771 4.0A0D12CL	от 2 до 3 000 мм
1	2

Диапазон измерений глубины залегания дефекта (по стали) с наклонными преобразователями:	
S5182 2.5A65D12CS	от 2 до 1 300 мм
S5096 5.0A70D6CS	от 2 до 500 мм
Диапазон измерений глубины залегания дефекта (по стали) с прямыми преобразователями:	
глубины Н	$\pm(0,03Н+1,00)$ мм
дальности по поверхности L	$\pm(0,03L+1,00)$ мм
Диапазон измерений временных интервалов на частоте 2,5 МГц	от 0 до 1 900 мкс
Источник питания	аккумулятор
Номинальное значение напряжения питания	11,1 В
Время непрерывной работы от аккумулятора при нормальных климатических условиях, не менее:	9 ч
Диапазон рабочих температур	от -30 до +55°C
Тип дисплея	цветной TFT
Разрешение дисплея	640 x 480
Габаритные размеры электронного блока:	260 x 157 x 43 мм
Масса с аккумулятором:	800 г

3.6.3 Испытания на прочность и герметичность

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

Гидравлические испытания сосудов, транспортируемых частями и собираемых на месте монтажа, допускается проводить после их изготовления на

месте установки. Так же испытание сосудов следует проводить с крепежом и прокладками, предусмотренными в технической документации. [25].

Испытание сосудов, работающих без давления (под налив), проводят смачиванием сварных швов керосином или наливом воды до верхней кромки сосуда. Время выдержки сосуда при испытании наливом воды должно быть не менее 4 ч. [25].

3.6.4 Капиллярная дефектоскопия

Капиллярная дефектоскопия выполняется согласно ГОСТ 3242-79 смачиванием керосином до $7 \cdot 10^{-3}$ мм³ МПа/с.

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

Обнаружение мест течей в сварных соединениях открытых и закрытых конструкций: смачиванием керосином сварные соединения конструкций, рабочим веществом которых является жидкость. Контролируемая толщина не ограничивается [28].

3.7 Разработка технологической 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 [29].

Разработка технологических процессов включает [29]:

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

В результате должны быть достигнуты [29]:

- 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 [29]:

- 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.

При заполнении технологических карт необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ 3.1705-81 «Правила записи операций и переходов. Сварка» и ГОСТ 3.1703-79 «Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы».

Изготовление стального резервуара начинается с прихватки краев двух обечаек (св. узел 1 и 2) из двух листов поз. 5 на сварочной плите (операции 010-015). Так же выполняется прихватка двух краев обечайка (св. узел 3) из листа поз. 3 на сварочной плите (операция 020). Далее к третьей обечайке привариваются пластины поз. 6 (3 шт.) и уголки поз. 23 (3 шт.) с выдерживанием угла 60° , 120° и размеров 660 ± 1 , 132^{+3}_{-1} (операция 025). Затем все сваренные обечайки устанавливаются на вращатель, расстояние между горизонтальными швами обечаек должны быть 270 ± 10 мм. В крайние обечайки вставляются приспособления фиксирующие (2 шт.). Выполняется прихватка и сварка кольцевых швов. Далее извлекаются приспособления фиксирующие (2 шт.) и вставляются днища поз. 4 (2 шт.), выполняется прихватка и сварка деталей (операция 030). Отдельно собираются и свариваются на сварочной плите св. узлы 4 и 5, которые состоят из фланца поз. 17, патрубка поз. 11 и втулки поз. 19 (операции 035-040). Затем вырезаются отверстия под люки диаметром 524 мм и на расстоянии 600 ± 1 мм от края обечайки (операция 045). Потом устанавливаются сварочные узлы 4 и 5 в размер 240 ± 1 мм, цапфы поз. 1 (2 шт.) в размер 500 ± 1 мм. Выполняется прихватка и сварка деталей (операция 050). Отдельно собираются и свариваются св. узлы 6 и 7, которые состоят из проушин поз. 2 (2 шт.), ручек поз. 16 (2 шт.) и фланца поз. 14. Детали прихватываются и

свариваются (операции 055-060). После выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соед. от брызг сварки) и контроль (операции 065-070).

Далее на слесарной операции выполняется дальнейшая сборка изделия (операция 075).

Технологический процесс производства стального резервуара приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

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

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

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [30]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \times L + t_{в.и}. \quad (3.9)$$

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

L – длина сварного шва по чертежу;

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

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \times \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100} \right), \quad (3.10)$$

где, T_o – основное время сварки;

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

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени. Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [30].

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n. \quad (3.11)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n = коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов при изготовлении рукояти экскаватора.

Исходные данные:

- марки сталей: 12Х18Н10Т;
- марка электродной проволоки 07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246-70;
- положение шва нижнее;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки 07Х18Н9ТЮ при

механизированной сварке составляет $\alpha_n=15$ г/(А·ч).

Время сварки для шва №4 Н1- \triangle 4 ГОСТ 14771-76:

$$T_{oi} = \frac{11,6 \times 7,85 \times 60}{200 \times 15} = 1,66 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №5 Т3- \triangle 5 ГОСТ 14771-76:

$$T_{oi} = \frac{15,7 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} = 1,9 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №6 Т1- \triangle 5 ГОСТ 14771-76:

$$T_{oi} = \frac{10 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} = 1,81 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 025.

Масса дет. поз. 6 (3 шт.) $m_1=4,2$ кг; установка вручную на плиту сборочно-сварочную $t_1=1,41$ мин.; масса дет. поз. 23 (3 шт.) $m_2=10$ кг; установка вручную на плиту сборочно-сварочную $t_2= 1,8$ мин.; масса св. узла 2 $m_3=272,6$ кг; перемещение кран-балкой на второе рабочее место $t_3= 0,2,1$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$1. 0,15 \times 18 = 2,7 \text{ мин.,}$$

$$2. t_{в.и} = 1,41 + 1,7 + 2,1 + 2,7 = 8,01 \text{ мин.}$$

$$3. \quad T_{\text{н.ш-к}} = (1,66+0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,06 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к}} = (1,9+0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,36 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{н.ш-к}} = (1,81+0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,25 \text{ мин.}$$

$$4. \quad T_{\text{ш}} = 3,06 \times 0,561 + 3,36 \times 0,9 + 3,25 \times 0,42 + 8,1 = 17,14 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем остальные операции. Нормы штучного времени технологического процесса изготовления стального резервуара приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления стального резервуара

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборочно-сварочная	14,85
015	Сборочно-сварочная	14,85
020	Сборочно-сварочная	11,85
025	Сборочно-сварочная	17,14
030	Сборочно-сварочная	251,41
035	Сборочно-сварочная	17,8
040	Сборочно-сварочная	17,8
045	Газорезка	26,5
050	Сборочно-сварочная	35,47
055	Сборочно-сварочная	6,47
060	Сборочно-сварочная	6,47
065	Слесарная	63

1	2	3
070	Контроль	269,33
075	Сборочно-сварочная	68,36
Итого		829,39

3.9 Материальное нормирование

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [31]:

$$m_m = m \times k_o, \quad (3.6)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [28];

$$m_m = 1980 \times 1,3 = 25,74 \text{ кг},$$

3.9.1 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [32]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \times (1 + \psi_p) \times M_{НО}, \quad (3.7)$$

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

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

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

Для проволоки 07Х18Н9ТЮ:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 7,355 = 8,334 \text{ кг}.$$

Номер сварного шва	Тип сварного шва	Расход сварочной проволоки, кг
1	С4	3,3
2	Т7	0,6
3	Т6	0,07
4	Н1- \triangle 4	0,04
5	Т3- \triangle 5	0,2
6	Т1- \triangle 5	0,08
7	У4	0,7
8	Нест.	3,4
9	Нест.	0,4

3.9.2 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [32]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.8)$$

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

$$Q_{з.г.} = 15 \times 6,95 = 1321 \text{ л.}$$

3.9.3 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [32]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

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

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [32]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{мэ} = W_{мэ} \times C_{э.э.}, \quad (3.10)$$

где $W_{т.э.}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

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

$$W_{тэ} = \frac{25 \times 260 \times 0,147}{0,86} + \frac{27 \times 270 \times 1,321}{0,86} + 0,4 \times \left(\frac{1,467}{0,7} - 1,467 \right) = 12304 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$Z_{тэ} = 12,304 \times 5,63 = 69,27 \text{ руб.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является 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% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [33].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении стального резервуара используются приспособление фиксирующее ФЮРА.000001.064.00.000 СБ, которое состоит из двух пар подвижных рам, соединенных между собой телескопическим соединением. Рамы перемещаются по шпилькам и расстояние между ними изменяется регулировочными болтами. Приспособление фиксирующее вставляется внутрь обечайки и подвижные рамы раздвигаются регулируемыми болтами до придания обечайки округлой формы диаметром 2726 мм.

Принципиальная схема фиксирующего приспособления показана на рисунке 4.1.

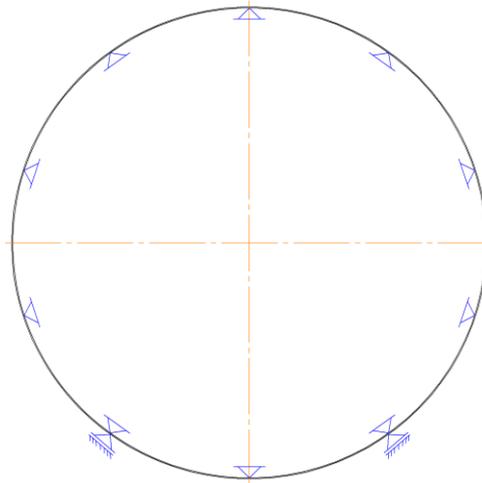


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема фиксирующего приспособления

4.2 Расчёт элементов приспособления

Для регулировки диаметра приспособления фиксирующего ФЮРА.000001.064.00.000 СБ применяются регулировочные болты. Рассчитаем диаметр болтов.

Диаметры болтов определим по формуле [34]:

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times P \times z}{[\sigma]_{\text{доп}}}}, \quad (4.1)$$

где P – усилие на болт, кгс/см²;

z – поправочный коэффициент, принимаемый для винта с пятой 1,4. для винта без пяты 2;

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times 1100 \times 2}{950}} = 1,57 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем $d_p = 16 \text{ мм}$ [34].

4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [31].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [31]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;
- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;
- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных).
- ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей

среде либо оно становится непригодным для использования по назначению.

Перечень таких изделий составляют в установленном порядке);

- сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);

- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);

- сведения о сертификации (при наличии);

- сведения о приемке;

- юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;

- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления фиксирующего представлена в приложении Г.

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

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

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 [35].

Для проектируемого участка сборки и сварки стального резервуара 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.

5.2 Расчёт основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [30].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [29]:

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

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

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

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

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010, 015, 020, 025, 035, 040, 055 и 060 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{14,85 + 14,85 + 11,85 + 17,14 + 17,8 + 17,8 + 6,47 + 6,47}{60} = 894 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{894}{3762} = 0,24,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,24}{1} = 0,24.$$

Так как операции 030, 045, 050, 065, 070 и 075 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{251,41 + 26,5 + 35,47 + 63 + 269,33 + 68,36}{60} = 5951 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{5951}{3762} = 1,58,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 2$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{1,58}{1} = 0,79.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 893 + 5951 = 6844 \text{ ч.}$$

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

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

Определим количество рабочих явочных [29]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{6844}{1976} = 3,95. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 4$. В первую смену работает 3 человека, а во вторую смену работает 1 человек.

Определим количество рабочих списочных [29]:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{6844}{1739} = 3,96. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{СП}} = 4$.

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

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

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

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

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

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

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 [30].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [30]:

- 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 изъянов, 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.

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.

На сварочном участке расположены: одна плита слесаро-сборочная, два сварочных вращателя *WROT WICON*, две сварочных колонны *WKBS, WICON*, три сварочных полуавтомата *TW Vector-350 (IGBT/350A/380V)*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q= 2$ т, краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение

6.1 Расчет объемов капитальных вложений

6.1.1 Капитальные вложения в сварочное оборудование

Стоимость сварочного оборудования представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Стоимость сварочного оборудования.

Сварочное оборудование	Шт.	Цена, руб.
<i>TW Vector-350</i>	1	110 000

Капитальные вложения в сварочное оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{co} = C_o \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \text{ руб.} \quad (6.1)$$

где C_o – оптовая цена единицы оборудования [1].

O_i – количество оборудования i -его типоразмера, ед;

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

$$K_{co} = 110000 \cdot 1 \cdot 0,6 = 66000 \text{ руб.}$$

6.1.2 Капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и оснастку

Стоимость сборочно-варочных приспособлений и оснастки представлена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Стоимость сборочно-сварочных приспособлений и оснастки.

Сборочно-сварочные приспособления и оснастку	Шт.	Цена, руб.
Плита слесарно-сборочная	1	280000
Сварочная колонна серии (<i>WKBS, WICON</i>) в комплекте с роликовыми вращателями	2	5000000

Капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку следует рассчитывать по формуле

$$K_{np} = K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj}, \quad (6.2)$$

где K_{npj} – стоимость приспособления i -его типоразмера [2].

Π_j – количество приспособления j -его типоразмера;

μ_{nj} – коэффициент загрузки оборудования j -его приспособления.

$$K_{np} = 1 \cdot 280000 \cdot 0,79 = 221200 \text{руб.}$$

$$K_{np} = 2 \cdot 5000000 \cdot 0,24 = 2400000 \text{руб.}$$

$$K_{np} = 221200 + 2400000 = 2621200 \text{руб.}$$

6.1.3 Капитальные вложения в здания

Капитальные вложения в здания рассчитываются по формуле

$$K_{30} = S_{oi} \cdot O \cdot k_e \cdot \mu_{oi} \cdot C_{30}, \quad (6.3)$$

где S_{oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, ($301,65 \text{ м}^2$) $\text{м}^2/\text{ед.}$;

$h - 12$ – высота здания по подкрановым путям, м.;

$K_e - 1,75 \dots 3$ – коэффициент учитывающий вспомогательную площадь для

проходов, проездов и хранения деталей;

$C_{зд}$ – 250 стоимость 1 м³ производственного здания, руб./м.

$$K_{зд} = 301,65 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot 250 = 1085940 \text{ руб.}$$

6.1.4 Расчет объемов капитальных вложений

$$K = (K_{co} + K_{np} + K_{зд}) \text{ руб} \quad (6.4)$$

где K_{co} – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб., п. 6.1.1,

K_{np} – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб., п. 6.1.2,

$K_{зд}$ – капитальные вложения в здания, руб., п. 6.1.3

$$K = (66000 + 2621200 + 1085940) = 3773140 \text{ руб.}$$

6.2 Расчет себестоимости годового объема производства

6.2.1 Затраты на основные материалы

Расчет стоимости основных материалов Стоимость основных материалов, комплектующих, полуфабрикатов определяется:

$$M_i = K \cdot \sum_{i=1}^G C_{,m1} \cdot M_{,m1}, \quad (6.5)$$

где G – число позиций в номенклатуре основных материалов, комплектующих, полуфабрикатов, шт.;

M_m – норма расхода основного материала на единицу продукции, кг;

$C_{,m}$ – оптовая цена единицы основного материала, руб. таблица .6.3

Таблица 6.3 Стоимость основных материалов [3].

Наименование	Цена, руб. за тонну
<i>12X18H10T</i>	196478

G – число позиций в номенклатуре отходов, шт.;

K – коэффициент, учитывающий транспортно–заготовительные расходы ($K = 1,05 – 1,07$ от стоимости материалов).

$$M = 1,05 \cdot 1 \cdot 196478 \cdot 1,980 = 408477,8 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2 Затраты на сварочные материалы

Затраты на сварочные материалы технологического назначения могут быть рассчитаны по следующей формуле:

(6.6)

$$M_{св} = M_{эн} + M_{г}$$

где $M_{св}$ – затраты на сварочные материалы, руб.;

$M_{эн}$ – затраты на электродную проволоку, руб.; Св-07X18H9ТЮ ГОСТ 2246-70 составляет 25,74 кг цена за кг 520 руб. [4].

$M_{г}$ – затраты на защитные и горючие газы, руб.; ISO 14175-I – Ar составляет 132 литр, цена за литр 125 руб.; [5].

$$M_{св} = (25,74 \cdot 520) + (132 \cdot 125) = 13384,8 + 16500 = 29884,8 \text{ руб.}$$

6.2.3 Затраты на электроэнергию

Расчет затрат на энергию для технологических целей, связанных со сварочными работами Удельный расход технологической электроэнергии (кВт

ч/кг), затрачиваемой при различных видах дуговой сварки плавлением на 1 кг наплавленного металла, приближенно определяется:

$$A_{эл} = \frac{(V \cdot G_{нм})}{a_n \cdot \eta \cdot a_o} \quad (6.7)$$

где $G_{нм}$ – масса наплавленного металла;

V – напряжение на дуге, В; принимается согласно таблицы 3.11

a_n – коэффициент наплавки, г/ (А.ч) (указывается в паспортах на электродный материал) Сварочная проволока Св-08Г2С-О – 8,5 г/ (А ч),

η – коэффициент полезного действия сварочного оборудования. *TW Vector-350– 0,82* [8])

a_o – коэффициент, учитывающий время горения дуги в общей продолжительности сварки (05...07) [6].

$$A_{эл} = \frac{(67 \cdot 25,74)}{8,3 \cdot 0,82 \cdot 0,6} = 422,3 \text{ кВт.}, \text{ для сварки защитном газе}$$

$$A_{эл} = 422,3 \text{ кВт}$$

$$M_{элэ} = 422,3 \cdot 5,63 = 2377,5 \text{ руб. на 1 изд.}$$

6.2.4 Затраты на заработную плату

При сдельно–премиальной системе оплаты труда заработная плата определяется:

$$З_{сд.пр} = K_1 \cdot P, \quad (6.8)$$

где K_1 – премиальное вознаграждение за высокое качество и выполнение плана производства ($K_1 = 1,5$) от заработной платы по тарифу;

P – сдельная расценка на единицу изделия, руб.

$$P = T_{CT} \cdot t_{um}, \quad (6.9)$$

где T_{CT} – часовая тарифная ставка, соответствующая разряду работ, руб. [7].

t_{um} – норма времени на единицу продукции, ч.

$$P = 337,5 \cdot 14,9 = 5028,8 \text{ руб./изд.}$$

$$Z_{сд.пр} = 1,5 \cdot 5028,8 = 7543,2 \text{ руб./изд.}$$

6.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяется по формуле

$$C_a = k_q \sum_{i=1}^n \frac{(C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i)}{N}, \quad (6.10)$$

где C_o – оптовая цена единицы оборудования;

O_i – количество оборудования i -его типоразмера, ед;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -его типоразмера;

a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -его типоразмера, %

r_i – 1,15...1,20-коэффициент затрат на ремонт оборудования;

В тех случаях, когда отсутствуют нормы амортизационных отчислений, принимают $a_d = 0,15$.

66000 руб. – общая стоимость сварочного оборудования п. 6.1.1, таблица 6.1.

$$C_a = \frac{66000 \cdot 0,15 \cdot 1,15}{500} = 22,77 \text{ руб./изд.} \quad (6.11)$$

6.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений и другой оснастки определяются по формуле

$$C_n = k_q \sum_{j=1}^n \frac{(K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{oj} \cdot a_j)}{N}, \quad (6.12)$$

где - K_{npj} стоимость приспособления j -его типоразмера;

Π_j - количество приспособления j -его типоразмера;

μ_{nj} – коэффициент загрузки оборудования j -его приспособления;

a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -его типоразмера, %

1421200 руб. – общая стоимость сборочно-сварочных приспособлений и оснастки п. 6.2.1, таблица 6.2.

$$C_a = \frac{2621200 \cdot 0,15}{500} = 786,4 \text{ руб./изд.} \quad (6.13)$$

6.2.7 Затраты на содержание помещения

При заданном годовом объеме работ затраты на содержание помещения для одного изделия определяются по формуле

$$C_{\Pi} = k_q \sum_{j=1}^n \frac{(S_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oj} \cdot Ц_n)}{N}, \quad (6.14)$$

где – S_{oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $m^2/ед.$;

O_i - количество оборудования i -его типоразмера, ед;

μ_{nj} – коэффициент загрузки оборудования j -его приспособления;

$Ц_n$ – оптовая цена единицы оборудования.

$$C_{II} = \frac{1085940}{500} = 2171,9 \text{ руб./изд.}$$

Таблица 6.4 – Себестоимость изготовления одного изделия

Наименование	Цена, руб.
Основной материал	408477
Сварочные материалы	29884
Зарплата	7543
Электроэнергия	2377
Затраты на оборудования	22,77
Затраты на амортизацию приспособления	786,4
Затраты на содержание помещения	2171,9
Итого 450904 руб.	

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка стального резервуара. При изготовлении стального резервуара осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении стального резервуара на участке используется следующее оборудование:

<i>TW Vector-350</i>	1 шт.
Сварочные колонны серии <i>WKBS, WICON</i>	2 шт.
приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.064.000.00 СБ	1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие – стальной резервуар. Он работает при давлении менее 0,7 кгс/см², предназначен для перевозки жидких грузов наливным способом. Грузовые кузова-резервуары имеют различную форму, конструкцию и материал, что зависит от вида перевозимого груза и его свойств. Резервуары обычно выполняют сварными из листовой стали (малоуглеродистой, коррозионностойкой). Формы резервуаров могут быть различными. Их поперечные сечения бывают прямоугольными, круглыми, эллиптическими.

Горизонтальное расположение резервуаров используют для транспортировки жидких и газообразных грузов.

Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.0001.064.00.000 СБ. Спецификация стального резервуара приведена в приложении А.

Масса изделия равна 1980 кг. Основной конструкционный материал: сталь 12X18H10T по ГОСТ 5632-72.

Сварка производится в смеси *ISO 14175-I – Ar* сварочной проволокой Св-07X18H9ТЮ диаметром 1,2 мм.

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

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

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 301,65 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

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

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении

должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

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

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

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

контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

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.

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.

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

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и

загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 031 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%; 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) [1, 2].

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

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

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

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

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к

профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [2].

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

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

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [4]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

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

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [50];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [5]:

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

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

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

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

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

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 3 = 39,52 \text{ м}^2,$$

$$L_{\text{м}} = 39,52 \cdot 0,2 = 7,9 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_{\text{м}} = 28455 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 9-55-12,5 с двигателем АИР200Л6 30 кВт 485 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

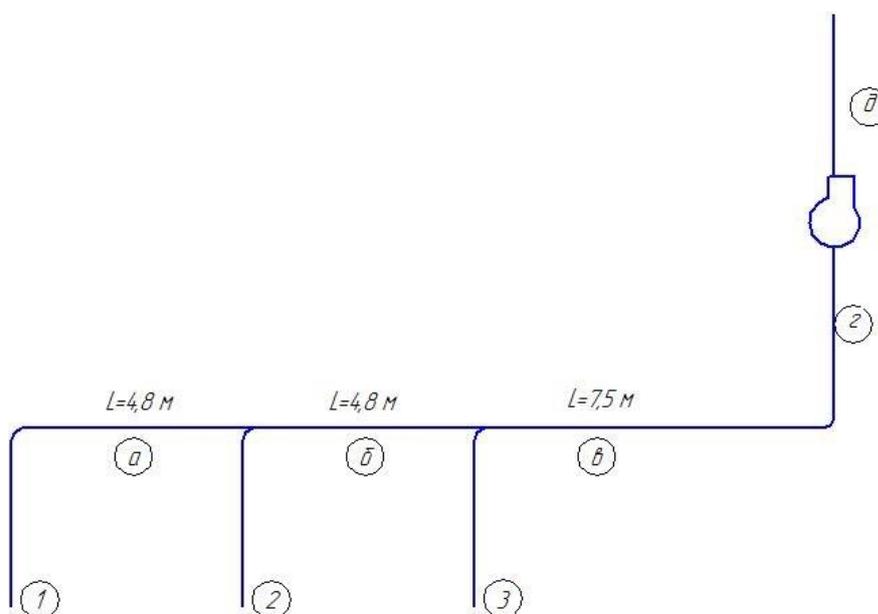


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 28455 \cdot 1/3 = 9485 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 28455 \cdot 1/3 = 9485 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для третьей ветви:

$$L_{M3} = 28455 \cdot 1/3 = 9485 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [4]:

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

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

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

Определим диаметр воздуховода для третьей ветви:

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

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{28455}{0,2} \right)^{1/2} = 426 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

TW Vector-350;

вентиляция;

сварочная дуга;

слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

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

по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [6].

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 [6].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

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

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [2].

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. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [7].

4. 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. 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.

5. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;

ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие

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

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

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6

кал/см²·мин [8].

2. Защита от сварочных излучений.

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

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

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

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

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.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ГОСТ 12.4.250-2013
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ГОСТ 12.4.307-2016
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;

свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;

при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

правильная фиксация перекрытия на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;

контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать

инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [9].

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 перекрытия ФЮРА.025.00.000 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 [9].

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 перекрытия 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 [9].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;

огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб –

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящем дипломном проекте в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки стального резервуара.

Для сборки-сварки стального резервуара применены: сварочная колонна, сварочный вращатель и приспособление фиксирующее, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

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

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 301,65 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 81%.

Список использованных источников

1. Проектирование автоцистерны для перевозки светлых нефтепродуктов, на шасси автомобиля КАМАЗ [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=871188>
2. Сварочные роликовые станды [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.etwinternational.ru/3-2-welding-turning-roller-52548.html>
3. Система стыковки обечаек FITZ-100 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vekpro.ru/catalog/avtomatizatsiya-svarki/rolikovye-stendy-dlya-stykovki/FITZ-100/>
4. Самонастраивающиеся (самоцентрирующиеся) сварочные роликовые вращатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.uniprofit.ru/catalog/avtomatizatsiy-svarki/srv/ssrv/>
5. Раздвижные роликовые вращатели серии *WROT*, *WICON* (Турция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.intertechpribor.ru/catalog/mekhanizatsiya_svarki/svarochnye_vrashchateli/1494/
6. Портальные системы для сварки эллиптических ёмкостей, *ROWES* (Турция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.intertechpribor.ru/catalog/avtomatizatsiya_svarki/ustanovki_dlya_svarki_kolts_evvykh_shvov/2530/
7. Сварочные колонны серии *WKBS*, *WICON* (Турция) Сварочные колонны серии *WKBS*, *WICON* (Турция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.intertechpribor.ru/catalog/avtomatizatsiya_svarki/svarochnye_kolonny/1492/
8. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2007.
9. ОСТ 26.260.3-2001 «Сварка в химическом машиностроении. Основные положения». ОАО «НИИХИММАШ».
10. Сталь 12X18H10T [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://emk24.ru/wiki/stali-gost/stal-12kh18n10t_8164871/

11. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.

12. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова.-М.: Машиностроение,1984. - 216 с.

13. Николаев Г. А. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т. М.: Машиностроение, 1978. – 504 с.

14. ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов. М.: Стандартиформ, 2011

15. Преимущества дуговой сварки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vt-metall.ru/articles/411-preimushhestva-dugovoj-svarki>

16. Проволока сварочная СВ-07Х18Н9ТЮ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arsenal-metiz.ru/content/sv-07h18n9tyu>

17. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 1973.

18. Проволока 07Х18Н9ТЮ ЭИ793 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://2246-70.ru/files/provoloka_07h18n9tyu_ei793.html

19. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.

20. Расчет режимов дуговой сварки: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию / Сост. Е.П. Покатаев. – Волгоград: ВолгПИ, 1987. – 47 с.

21. Справочник сварщика. Под ред. В.В. Степанова. Изд. 3-е. М., «Машиностроение», 1975, 520 стр.

22 Инвертор полуавтоматической сварки *TW Vector-350 (IGBT/ 350А / 380V)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.top-weld.com/index.php?route=product/product&path=1_223&product_id=2475

23. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.

24. Крюков А.В. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных

конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 16 с.

25. ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2007.

26. . [Комплект ВИК "Энергетик"](https://ntcexpert.ru/vic/1329-komplekt-vik-energetik) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ntcexpert.ru/vic/1329-komplekt-vik-energetik>

27. Ультразвуковой дефектоскоп А1212 МАСТЕР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geo-ndt.ru/pribor-2563-novii-yltrazvykovoi-defektoskop-a1212-master.htm>

28. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.

29. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.

30. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.

31. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

32. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.

33. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

34. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.

35. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Взам				Код, наименование оборудования												
Подл.				Наименование детали, сб. единицы или материала												
Разработ.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. констр.																
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования											
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала											
А01																
002																
03																
А04																
Б05																
06																
07																
08																
09																
010																
011																
012																
Т13																
Т14																
Т15																
Т6																
КТП																

ФЮРА.064.00.0000

Резервуар горизонтальный сварной

025 Сборочно-сварочная

То= 17,14 мин.

Плита слесарно-сборочная; Кран-балка Q=2 тс.; Строп цепной универсальный Q= 2 тс.

Полуватомат ТW Vestor-350 (IGBT/350A/380V); Защитный газ ISO 14175-I - Ar;

Сварочная проволока СВ-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246-70 φ1,2 мм.

1. Установить уголки поз. 6 (3 шт.) в р-р 660±1 мм, выдержать угол 120°.

2. Установить уголки поз. 23 (3 шт.) в р-р 132⁺³-1 мм, выдержать угол 60°.

3. Прихватить кромки листа поз. 5 между собой и подкладной лист, кол-во прихваток - 18. Т=2,7 мин.

Uсв= 25-27 В; Iсв=260-270 А; Vсв = 47 м/ч.

4. Приварить детали:

Тип шва длина шва, м расход проволоки, кг T= 9,13 мин.

№4-Н1-△ 4 0,561 0,058

Uсв= 25-27 В; Iсв=210-220 А; Vсв = 55 м/ч.

Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Взвм				Код, наименование оборудования												
Подл				Наименование детали, сб. единицы или материала												
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования											
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала											
А01																
002																
03																
А04																
Б05																
06																
07																
08																
09																
010																
011																
012																
Т13																
Т14																
Т15																
Т6																
КТП	Карта технологического процесса															
	14															

Дудл.	Взам.	Пздл.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
							Обозначение документа												
							Обозначение: код												
							Обозначение: код												
Разрбд.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А																			
Б																			
К/М																			
А01																			
002																			
03																			
А04																			
Б05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
113																			
114																			
115																			
16																			
КТП																			

Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
				Код, наименование оборудования	Обозначение документа											
				Наименование детали, сб. единицы или материала	Обозначение, код											
Дцдл																
Взам																
Подл																
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А																
Б																
К/М																
А01																
002	4. Приварить детали: $T = 1,19$ мин.															
03	Тип шва	длина шва, м			расход проволоки, кг											
А04	№5-Т3-△5	0,08			0,223											
Б05	№6-Т1-△5	0,2			0,028											
06	Uсв= 25-27 В; Iсв=260-270 А; Vсв = 4,7 м/ч.															
07	5. Переместить св. узел 6 на вращатель WROT WILCON $T = 1,8$ мин.															
08																
09	060 Сварочно-сварочная $T_{00} = 6,47$ мин.															
010	Плита слесарно-сварочная; Кран-балка Q=2 тс.; Строп цепной универсальный Q= 2 тс.															
011	Полуавтомат TW Vector-350 (IGBT/350A/380V); Защитный газ ISO 14.175-I - Ar;															
012	Сварочная проволока СВ-07Х18Н9ТЮ ГОСТ 2246-70 φ1,2 мм.															
Т13	Св. узел 7.															
Т14	Повторить переходы 1-5 операции 010.															
Т15	5. Переместить св. узел 7 на вращатель WROT WILCON $T = 1,8$ мин.															
16																
КТП	Карта технологического процесса														16	

Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
Взам				Код, наименование оборудования												
Подл.				Наименование детали, сб. единицы или материала												
Разраб.																
Проб.																
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования											
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала											
А01																
002																
03																
А04																
Б05																
06																
07																
08																
09																
010																
011																
012																
Т13																
Т14																
Т15																
16																
КТП	Карта технологического процесса															20

Приложения Г

Инструкция по эксплуатации приспособления

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.064.00.000 СБ предназначено для ознакомления персонала с устройством и принципом работы приспособления, его основными техническими данными и характеристиками, а также служит руководством по монтажу, эксплуатации и хранению.

Назначение изделия

Приспособление, фиксирующее ФЮРА.000001.064.00.000 СБ предназначено для придания обечайкам округлой формы во время сварки кольцевых швов. Приспособление, фиксирующее обеспечивает округлую форму обечаек. Регулировка диаметра осуществляется при помощи болтов.

Технические данные и характеристики

Основные технические данные и характеристики:

габариты – 2714 x 1360 мм.;

вес – 152 кг.

Материал основных деталей Ст3.

Средний срок службы – 12 лет.

Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного

Состав приспособления сборочно-сварочного

Внешний вид приспособления, фиксирующего показан в приложении А. Приспособление, фиксирующее состоит из: 1. Трубки; 2. Стержня; 3. Листа; 4. Листа; 5. Листа, 6. Листа, 7. Болтов, 8. Гаек и 9. Шпилек.

Работа изделия

Приспособление, фиксирующее состоит из двух пар подвижных рам, соединенных между собой телескопическим соединением. Рамы перемещаются по шпилькам и расстояние между ними изменяется регулировочными болтами. Приспособление, фиксирующее вставляется внутрь обечайки и подвижные рамы

раздвигаются регулируемыми болтами до придания обечайки округлой формы диаметром 2726 мм.

Меры безопасности

Рабочий персонал может быть допущен к работе приспособления сборочно-сварочного только после проведения соответствующих инструктажей по охране труда при работе с механическим оборудованием.

Монтаж и техническое обслуживание

Эксплуатационные ограничения

Приспособление, фиксирующее ФЮРА.000001.064.00.000 СБ следует использовать только в условиях эксплуатации, соответствующих указанным в эксплуатационной документации на него и на параметры не превышающих значений, указанных в настоящем руководстве.

Общие указания

К монтажу, эксплуатации и обслуживанию допускается персонал, изучивших устройство приспособления фиксирующего.

Монтаж изделия

Установка приспособления фиксирующего в обечайку осуществляется с помощью грузоподъемного устройства грузоподъемностью не менее 200 кг.

Техническое обслуживание

Во время эксплуатации следует производить периодические осмотры (регламентные работы) в сроки, установленные графиком, и зависимости от режима работы системы. но не реже одного раза и 6 месяцев.

При осмотре необходимо проверять общее состояние приспособления, целостность сварных швов.

Правила хранения и транспортировки

Хранение

Хранение приспособления, фиксирующего следует осуществлять в закрытых складских помещениях.

Консервационную смазку наносить на обезжиренную чистую сухую поверхность. Обезжиривание производить чистой ветошью, смоченной в бензине по ГОСТ 31077-2002.

Транспортирование

Условия транспортирования 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

Приспособление, фиксирующее разрешается транспортировать любым видом закрытого транспорта в полном соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта.

Сведения об утилизации

Приспособление, фиксирующее не содержит в своем составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде, и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

Утилизацию отходов следует проводить в соответствии с требованиями законодательства об охране окружающей среды и обращении отходов.