



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

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ЧАНА ЖАРОВНИ Ж-68УДК 621.791:665.3.023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Родионов В.И.		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудование и технология сварочного производства	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Юрга-2023г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью 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. 3-10А81
Руководитель ВКР, к.т.н. доцент

В.И. Родионов
Д.П. Ильященко

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



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

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Д.П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-10A81	Родионов Владимир Инокентьевич

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки чана жаровни Ж-68	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2023г. № 31-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	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.00Ж-68.142.00.000 СБ Чан жаровни 2 листа (A0,A1) 2. ФЮРА.000001.142.00.000 СБ П Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (A1). 3. ФЮРА.000002.142 ЛП План участка 1 лист (A1). 4. ФЮРА.000003.142 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия. 5. ФЮРА.000004.142 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (A1). 6. ФЮРА.000005.142 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (A1). 7. ФЮРА.000006.142 ЛП Карта организации труда 1 лист (A1).
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
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	24.04.2023 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Родионов В.И.		



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

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	24.04.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2023	Обзор литературы	20
25.02.2023	Объекты и методы исследования	20
25.03.2023	Расчеты и аналитика	20
25.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25..05.2023	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Родионов В.И.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А81	Родионову Владимиру Инокентьевичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	154491,95 руб 479,35 руб 2007,43 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ Флюс	2305.4 кг 22,011 кг 7396 л 7,979 кг
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 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:

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)
--

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А81	Родионов В.И.		

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А81	Родионову Владимиру Инокентьевичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Производится сборка-сварка чана жаровни. Чан жаровни изготавливается из деталей материалом которых являются стали 20 и Ст3пс
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	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.
---	--

2. Производственная безопасность: 1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия		– 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) Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
3. Экологическая безопасность: – 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.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий		Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
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 к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Родионов В.И.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 165 с., 3 рис., 29 табл., 58 источник, 4 прил., 8 л. графического материала.

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

Объектом разработки является технология изготовления чана жаровни Ж-68.

Целью данной работы является разработка технологии и спроектировать проектирование участка сборки-сварки чана жаровни Ж-68.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор метода сварки, расчет режимов сварки и выбор сварочных материалов, нормирование операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

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

Экономические показатели:

- капитальные вложения 1961163 руб;
- себестоимость продукции 37674897,29 руб/изд.×год;
- количество приведенных затрат 37969071,68 руб/изд.×год.

ABSTRACT

Final qualifying work 165 p., 3 drawings, 29 tables, 58 sources, 4 applications, 8 p. graphic material.

Key words: Fusion WELDING, TECHNOLOGY, WELDING METHOD, POWER OF WELDING CURRENT, WELDING EQUIPMENT, PERFORMANCE, SITE PLAN, ASSEMBLY AND WELDING DEVICES, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The purpose of this work is to develop technology and design the design of the assembly-welding section of the Zh-68 brazier vat.

Goal of the work. The aim of the work is the technology and design of the assembly-welding section of the Zh-68 brazier vat.

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

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

Economic indicators:

- capital investments 1961163 rubles;*
- cost of production 37674897,29 rubles / ed.×year;*
- the number of reduced costs 37969071,68 rubles / ed.×year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	18
1 Обзор и анализ литературы	20
1.1 Оборудование для <i>MIG/MAG</i> сварки	20
1.1.1 <i>ROSWELD</i>	20
1.1.2. Сварочный аппарат - <i>CEBORA SYNSTAR 330 TS</i>	23
1.1.3 ДС 500.33М С ПМ 4.33М - комплект для механизированной сварки для работы в цеховых условиях	26
1.2 Оборудование для <i>SAW</i> сварки	30
1.2.1 Сварочный инвертор <i>SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1</i>	30
1.2.2. Сварочный трактор <i>HUGONG ARMADA 1000N</i>	31
1.3 Сварочные каретки	34
1.3.1 Каретка сварочная КЕДР СК-7 <i>Plus Expert</i> под гибкую рейку	34
1.3.2 Сварочная каретка <i>Huawei НК-7W-F</i>	35
1.4 Заключение	37
2 Объект и методы исследования	39
2.1 Описание сварной конструкции	39
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	39
2.2.1 Требования к подготовке кромок	40
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	40
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	41
2.2.4 Требования к сварке	42
2.2.5 Требования к контролю	44
2.3 Методы и средства проектирования	48
2.4 Постановка задачи	48
3 Разработка технологического процесса	50
3.1 Анализ исходных данных	50
3.1.1 Основные материалы	50

3.1.2	Обоснование и выбор способа сварки	53
3.1.3	Выбор сварочных материалов	53
3.2	Расчёт технологических режимов	56
3.3	Выбор сварочного оборудования	59
3.4	Выбор оснастки	60
3.5	Составление схем узловой и общей сборки	60
3.6	Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	63
3.6.1	Контроль сварных соединений стальных конструкций	64
3.7	Разработка технологической документации	69
3.8	Техническое нормирование операций	72
3.9	Материальное нормирование	75
3.9.1	Затраты на металл	75
3.9.2	Расход сварочной проволоки	75
3.9.3	Расход защитного газа	77
3.9.4	Расчет расхода и затрат на сварочный флюс	78
3.9.5	Расход электроэнергии	78
4	Разработка сборочно-сварочных приспособлений	80
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	80
4.2	Расчёт элементов приспособления	81
4.3	Разработка эксплуатационной документации на приспособление	82
5	Проектирование участка сборки сварки	84
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	84
5.2	Расчёт основных элементов производства	84
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	85
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	86
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	87
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	89
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	89
6.2	Экономический анализ техпроцесса	89
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	90

6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	91
6.2.1.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	92
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	93
6.2.2.1	Определение затрат на основные металлы	94
6.2.2.2	Определение затрат на сварочные материалы	94
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	96
6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	97
6.2.2.5	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	98
6.2.2.6	Затраты на амортизацию приспособлений	99
6.2.2.7	Определение затрат на содержание помещения	100
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	101
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	101
7	Социальная ответственность	103
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	104
7.1.1	Законодательные и нормативные документы	106
7.2	Производственная безопасность	108
7.2.1	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	108
7.2.2	Обеспечение требуемого освещения на участке	114
7.2.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	115
7.2.4	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	117
7.3	Экологическая безопасность	118
7.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	120
	Заключение	121
	Библиография	122
	Приложение А (Спецификация Чан жаровни)	128
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	130

Приложение В (Технологический процесс)	131
Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления)	159
CD-R	в конверте на обороте обложки
Графический материал листах	На отдельных
ФЮРА.00Ж-68.142.00.000 СБ Чан жаровни. Сборочный чертеж	Формат А0, А1
ФЮРА.000001.142.00.000 СБ П Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000002.142 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.142 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1
ФЮРА.000004.142 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.142 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000006.142 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

НК – нормо-контроль;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

СТК – служба технического контроля;

НТД – нормативно-техническая документация;

ПТД – производственно-техническая документация;

КПД – коэффициент полезного действия;

ИТР – инженерно-технические работники;

МОП – младший обслуживающий персонал;

ПБ 03-440-02 – Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля;

СНиП 3.03.01-87 – Несущие и ограждающие конструкции;

СНиП II-23-81 – Строительные нормы и правила. Стальные конструкции;

ГОСТ 23118-2019 – Конструкции стальные строительные. Общие технические условия;

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;

ГОСТ 8713-79 – Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 6996-66 – Сварные соединения. Методы определения механических свойств;

ГОСТ Р 59604.2-2021 – Система аттестации сварочного производства. Часть 2. Аттестация персонала. Правила;

ГОСТ 15.0051-2016 – Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения;

ГОСТ Р 15.301-2016 – Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство;

ГОСТ 3520-1-2012 – Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением»;

ГОСТ 5817-2021 – Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества;

ГОСТ 1050-88 –Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей;

ГОСТ 380-2005 – Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки;

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;

ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;

ГОСТ 14782-85 – Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые;

ГОСТ 7798-70 – Болты с шестигранной головкой класса точности В;

ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы»;

ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов».

Введение

Сырьем для производства растительных масел являются, главным образом, семена подсолнечника [1]. Растительное масло бывает нерафинированным по технологии холодного отжима или же более распространенным и привычным рафинированным [2].

Многие растительные масла обладают замечательными полезными свойствами и являются обязательным элементом сбалансированного рациона питания. Причём, у каждого из них есть свои отличительные полезные особенности, которыми не обладают другие масла [3].

Холодный отжим представляет собой технологию производства растительного масла из семян подсолнечника с максимальным сохранением вкусовых и ароматических качеств. При этом выход готового продукта из заготовленного сырья составляет всего порядка 30%, но он гораздо вкуснее и полезнее, поэтому стоимость такого масла будет ощутимо выше. Сама технология практически полностью повторяет этапы производства при горячем отжиме, за исключением отсутствия термической обработки. Если же она присутствует, то процесс производства растительного масла выглядит следующим образом [2]:

- прогрев. Перед отжимом мятка предварительно нагревается до температуры около 110 градусов;
- в процессе нагрева происходит периодическое перемешивание и увлажнение сырья для обеспечения лучшего выделения масла при прессовании;
- на последнем этапе смесь мезги выжимается в специальных прессах шнекового типа.

Для выполнения предварительного подогрева применяется жаровня. Поэтому тема дипломной работы является актуальной при производстве растительных масел.

Целью данной работы является разработка технологии и

спроектировать проектирование участка сборки-сварки чана жаровни Ж-68.

Задачами выполнения работы являются: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

Объектом разработки является технология изготовления чана жаровни Ж-68.

Предметом разработки является проектирование участка сборки-сварки чана жаровни Ж-68.

1 Обзор и анализ литературы

В данной главе произведем обзор современного сварочного оборудования. В связи с тем, что сварочная технология еще не выбрана, рассмотрим оборудование, которым возможно выполнять *MIG/MAG* сварку и *SAW*. Оборудование для *MMA* сварки рассматривать не будем, так как данный вид сварки является менее производительным, и к тому же большинство современных аппаратов *MIG/MAG* сварки поддерживают режим *MMA*. В конструкции чана жаровни присутствуют протяженные кольцевые швы, поэтому для выполнения этих швов необходимо еще рассмотреть сварочные каретки.

1.1 Оборудование для *MIG/MAG* сварки

1.1.1 *ROSWELD*

ROSWELD – это полностью российский бренд, под которым представлено инновационное сварочное оборудование, разработанное и произведенное в Санкт-Петербурге. Аппараты *ROSWELD* не имеют отечественных аналогов и успешно конкурируют с продукцией ведущих мировых производителей. Выдающиеся технические характеристики и функциональность позволяют использовать их для решения как самых распространенных, так и узкоспециализированных задач в различных областях промышленности.

Аппараты *ROSWELD* разрабатываются и выпускаются на «Заводе технологических источников» (СПб). В создании оборудования принимали участие ведущие сварщики крупнейших российских предприятий, что позволило учесть пожелания и идеи действующих специалистов в ходе разработки аппаратов. Все источники *ROSWELD* производятся в соответствии

с международными стандартами качества и требованиями, предъявляемыми к промышленному сварочному оборудованию.

Источники для электродуговой полуавтоматической сварки «*ROSWELD*» – это универсальное решение для любых сварочных задач. Для выбора доступно оборудование с номиналом сварочного тока от 350 А до 550 А. Три варианта программных пакетов, разработанных для решения различных производственных задач, в том числе сварки алюминия. Оборудование в моноблочной компоновке, а также с выносными устройствами подачи проволоки различных модификаций, которые способны работать на удалении до 80 метров от источника. Сварочный пост комплектуется с учётом специфики решаемых производственных задач, тем самым потребитель получает только то, что ему необходимо, не переплачивая за лишние опции [4].

Сварочный полуавтомат *ROSWELD*.

Особенности [5]:

- использование простых и цифровых горелок;
- программы для корней и тонких материалов;
- режим два тока;
- воздушное или водяное охлаждение горелок;
- *DAC (Direct Arc Control)* – процесс управления КЗ (коротким замыканием);
- пульт дистанционного управления;
- для серии PRO – программы с управляемым переносом электродного материала без КЗ (*Pulse*);
- синергетические программы под сталь, «нержавейку», алюминий;
- программа со сжатой струей, с глубоким проникновением (*F.J.Arc*);
- возможность ручного управления параметрами сварки вне синергетического режима;
- функции горячего старта, заварки кратера;

- режимы сварки для точек и прихваток;
- возможность работы в режимах *TIG*, *ММА* и строжка;
- 2-х тактный, 4-х тактный режимы сварки;

Технические характеристики сварочного полуавтомата *ROSWELD* представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики сварочного полуавтомата *ROSWELD* [5]

Параметр	Значение	
	Источник тока	
	<i>MIG 350 BASIC/PRO</i>	<i>MIG 500 BASIC/PRO</i>
	1	2
	3	
Диапазон регулировки сварочного тока, А	3-350	3-500
Сила тока при ПВ 100% (Т среды 40 С°), А	350	500
ПВ на макс. токе при Т среды 40 С°, %	100	100
Напряжение питающей сети, В	380 (+15% / -20%)	380 (+15% / -20%)
Частота тока в сети, Гц	50/60	50/60
Защитный автоматический выключатель, А	3х32	3х63
Потребляемый ток, А	18	32
Макс. потребляемая мощность, кВт	13.1	22.8
КПД, %	96	96
Напряжение холостого хода, В	67	67
Габариты сварочного аппарата (ДхШхВ), мм	740х300х500	740х300х730
Масса сварочного аппарата, кг	28	50

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3
Класс защиты	<i>IP 34</i>	<i>IP 34</i>
Класс изоляции	H	H
Устройство подачи сварочной проволоки		
Скорость подачи проволоки, м/мин	0,5 – 25,0	0,5 – 25,0
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8 – 2,0	0,8 – 2,0
Количество роликов в подающем механизме	40	40
Габариты (ДхШхВ), мм	700x250x420	700x250x420
Подключение горелки	EURO	EURO

1.1.2. Сварочный аппарат - *CEBORA SYNSTAR 330 TS*

Сварочный аппарат – *CEBORA SYNSTAR 330 TS* – это многоцелевой трехфазный генератор инверторного типа с отдельным механизмом подачи проволоки для сварки *MIG/MAG*, *TIG DC* и *MMA*.

Особенности [6]:

- блок подачи проволоки с 4 валками $\varnothing 30$ мм из алюминия;
- в комплекте с тележкой для перевозки генератора, заземляющим кабелем и зажимным держателем (3 м - 50 мм²);
- подходит для подключения блока охлаждения;
- более 70 программ сварки для проволоки диаметром 0,8/0,9/1,0/1,2 мм, а также синергетические импульсные программы, оптимизированные для сварки материалов малой толщины;
- оснащен функцией двойного уровня тока (процесс *MIG Short*), импульсным и двойным импульсным режимом;
- возможность оснащения импульсной функцией *TIG*;

– генератор имеет множество настраиваемых функций, доступных с сенсорного цветного дисплея размером 5", таких как:

- 2/4 такта, время контакта, время паузы, импеданс, переход дуги с электрода на токоподводящий мундштук, стык, длина дуги, мягкий старт, *post-gas* и *pre-gas* и т. д;

- выбор процесса *SHORT* или импульсного;
- три важные специальные функции для оптимальной сварки алюминия (3 уровня, автоматический горячий старт, автоматический заполнитель кратера);

– обновление прошивки через интерфейс *USB*;

– генератор предназначен для беспроводного подключения к самозатемняющемуся фильтру для защитной маски;

– второе газовое соединение и дополнительный электромагнитный клапан для использования с генератором в процессе *TIG*.

Сфера применения [6];

– химическая промышленность;

– среднее и крупное столярно-плотничное производство;

– судостроение;

– строительная промышленность и дорожное строительство;

– ремесленные работы;

– пищевая промышленность;

– *industrial & energy plant*;

– строительство тяжелой, сельскохозяйственной и железнодорожной техники;

– плановое техобслуживание;

– строительство цистерн/резервуаров;

– нефтяные платформы;

– угольные шахты.

Технические характеристики сварочного аппарата – *CEBORA SYNSTAR 330 TS* представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические характеристики сварочного аппарата – *CEBORA SYNSTAR 330 TS* [6]

Параметр	Значение	
	<i>MIG/MAG</i>	<i>MMA</i>
1	2	3
Трёхфазное питание, Гц	400 В 50/60 Гц +15% / -20%	
Предохранитель с задержкой срабатывания, А	16	
Поглощаемая мощность, кВА		
40%	2,4	11,6
60%	10,8	10,2
100%	9,2	9,3
Мин./макс. ток при сварке, А	15-330	
Сервис-фактор (10 мин 40°C) в соответствии с требованиями стандарта <i>IEC 60974-1</i> , А		
40%	330	300
60%	300	270 А
100%	270	250
Непрерывная регулировка	<i>Electronic</i>	
Макс. размер катушки с проволокой, мм/кг	Ø 300/15	
Степень защиты	<i>IP23S</i>	
Вес, кг	82	
Размеры (ДхШхВ), мм	510x1022x1330	

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3
Синергетические кривые в стандартной комплектации	0,8/0,9/1,0/1,2 <i>Fe</i>	
	0,8/0,9/1,0/1,2 <i>Al</i>	
	0,8/0,9/1,0/1,2 <i>Inox</i>	
	0,8/0,9/1,0/1,2 <i>CuSi3%</i>	
	0,8/1,0 <i>CuAl8 (AlBz8)</i>	

1.1.3 ДС 500.33М С ПМ 4.33М - комплект для механизированной сварки для работы в цеховых условиях

ДС500.33М – современный промышленный инверторный аппарат на ток до 500А предназначенный для сварки: МЕХАНИЗИРОВАННОЙ – совместно с подающими механизмами ПМ4.33М и ПМ 4.33 «Трасса» в режиме *MIG/MAG* ручной дуговой сварки покрытым электродом в режиме *ММА*. Подающий механизм ПМ 4.33М – предназначен для подачи сплошной стальной, алюминиевой и порошковой проволоки от 0,6 до 2,4 мм. Блок охлаждения обеспечивает жидкостное охлаждение сварочной горелки.

Управление сваркой осуществляется с панели подающего механизма. Там же находятся кнопки «быстрой памяти», позволяющие вызвать одну из пяти сохраненных сварочных программ. Комплект оснащен контроллером работы блока охлаждения. При отсутствии охлаждения горелки работа блокируется.

Режим *MIG/MAG*.

Аппарат ДС 500.33М обеспечивает точное поддержание режимов сварки (не зависимо от длины силовых кабелей и перепадов напряжения в сети питания), высокое качество сварочных швов со всеми видами сварочной проволоки, минимальное разбрызгивание, мягкое зажигание дуги и плавное гашение дуги и устойчивое её горение в процессе сварки.

Особенности [7]:

- сварка зоозащитной проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой;
- дистанционное управление напряжением сварки (*MIG/MAG*) или током (*MMA*);
- регулируемое время «горячего старта», от 0 до 2 секунд. Необходимо для улучшения зажигания сварочной дуги и формирования качественного начала шва;
- цифровая индикация тока и напряжения сварки.

Режим *MMA*:

- ДС 500.33М позволяет вести сварку покрытым электродом. В этом режиме аппарат имеет ограничение напряжения холостого хода до 12В - «безопасный режим»;
- система «горячего старта» обеспечивает легкое возбуждение сварочной дуги;
- функция «антистик», защищает электрод от прилипания;
- имеется возможность регулировки «форсирования» сварочной дуги. Уменьшение «форсирования» снижает разбрызгивание металла, а увеличение «форсирования» уменьшает вероятность залипания электрода, увеличивая проплавление и давление дуги.

Изменение наклона вольтамперной характеристики от 0,4 В/А до 1,4 В/А. Разная крутизна ВАХ выбирается в зависимости от типа покрытия электрода, позволяет получать качественные сварные соединения при использовании электродов, как с основным, так и с целлюлозным видом покрытия.

В источнике предусмотрена автоматическая блокировка при перегреве или отклонении питающего напряжения от нормы. Характеристики источника не зависят от колебаний напряжений питающей сети.

Подающий механизм ПМ 4.33М – предназначен для подачи сплошной стальной, алюминиевой и порошковой проволоки от 0,6 до 2,4мм.

Функциональные возможности [7]:

- цифровое задание всех параметров сварки непосредственно с подающего механизма;
- цифровая индикация скорости подачи проволоки, сварочного тока и напряжения;
- плавная регулировка скорости подачи сварочной проволоки и напряжения на дуге;
- установка времени продува в начале сварки и обдува газа после ее окончания;
- плавное зажигание дуги, благодаря установке замедления проволоки вначале сварки;
- плавное гашение дуги, благодаря установке замедления проволоки при окончании сварки;
- «быстрая память» пяти сварочных программ;
- четырехроликовый механизм подачи проволоки (профиль ролика зависит от диаметра и вида сварочной проволоки);
- зубчатое зацепление подающих и прижимных роликов;
- регулируемое усилие прижима;
- возможна эксплуатация на удалении до 50 м от сварочного источника;
- отсекающий защитного газа;
- кнопки «тест газа» и «тест проволоки» на лицевой панели;
- дистанционное управление скоростью подачи проволоки;
- подача сварочной проволоки со стандартных 5 и 15 кг катушек;
- возможность работы в непрерывном 2-х и 4-х тактном режиме и режиме электрозаклепок.

Технические характеристики сварочного аппарата ДС 500.33М (MIG/MAG, MMA) представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технические характеристики аппарата ДС 500.33М (*MIG/MAG*, *MMA*) [7]

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	380,+10% -10%
Потребляемая мощность, кВА, не более	25
Напряжение источника <i>MIG/MAG</i> (плавнорегулируемое.	14 - 39
Дискретность 0,1), В	
Сварочный ток <i>MIG/MAG</i> , А	50 - 500
Сварочный ток <i>MMA</i> (дискретность регулировки 1А), А	50 - 400
Номинальный режим работы ПН, %	100
Диапазон рабочих температур, °С	От -40 до +40
Масса, кг	44
Габаритные размеры, мм	625x280x535

Технические характеристики сварочного подающего механизма ПМ 4.33М представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические характеристики подающего механизма ПМ 4.33М [7]

Параметр	Значение
1	2
Напряжение питания, В	-36
Потребляемая мощность, кВА, не более	0,15
Скорость подачи проволоки, м/мин	1-17
Диаметр проволоки, мм	
Сплошная	0,6 – 2,0
Алюминиевая	0,6 – 2,0
Порошковая	1,6 – 2,4

Продолжение таблицы 1.4

1	2
Диапазон рабочих температур, °С	От-40 до +40
Масса, кг	14
Габаритные размеры, мм	685x250x430

1.2 Оборудование для SAW сварки

1.2.1 Сварочный инвертор SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1

STANDART MZ 1000 (M308) – инверторный аппарат для автоматической сварки под флюсом проволокой сплошного сечения и самозащитной порошковой. Инвертор можно использовать для ручной дуговой сварки, наплавки и строжки [8]. Технические характеристики сварочного аппарата – *CEBORA SYNSTAR 330 TS* представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технические характеристики *STANDART MZ 1000 (M308)* [8]

Параметр	Значение
1	2
Источник	
Напряжение питающей сети, В	380
Частота питающей сети, Гц	50
Количество фаз	3 фазы
Потребляемый ток, А	79
Потребляемая мощность, кВт	52
Сварочный ток SAW, А	100-1000
Сварочный ток MMA, А	100-1000
Рабочее напряжение SAW, В	24-44
Напряжение холостого хода SAW, В	79

Продолжение таблицы 1.5

1	2
Напряжение холостого хода <i>ММА</i> , В	79
ПН (40°C), %	60
Сварочный ток при ПН, 100%, <i>SAW</i> , А	1000
Сварочный ток при ПН, 100%, <i>ММА</i> , А	30
Диаметр электрода <i>ММА</i> , мм	1,5-5
Сварочный трактор	
Диаметр сварочной проволоки <i>SAW</i> , мм	2,0/2,4/3,0/3,2/4,0/5,0
Емкость барабана проволоки, кг	30
Объем контейнера флюса, л	6
Скорость подачи проволоки, см/мин	30-300
Скорость сварки, см/ мин	3-102
Количество роликов, шт	4
Высота регулировки сварочной головки, мм	100
Высота регулировки вертикальной колонны, мм	70
Высота регулировки поперечной балки, мм	100
Угол наклона горелки, град	45°
Угол поворота поперечной балки вокруг вертикальной колонны, град	90°
Максимальная масса катушки, кг	30
Внутренний диаметр барабана проволоки, мм	300
Память программ сварки	Да

1.2.2. Сварочный трактор *HUGONG ARMADA 1000N*

Сварочный трактор *HUGONG ARMADA 1000N* – это промышленный многофункциональный сварочный аппарат для автоматической сварки под флюсом (*SAW*) с функцией ручной дуговой сварки покрытым электродом (*ММА*) и воздушно-дуговой строжки (*Googing*). Источник сварочного тока в

составе аппарата обеспечивает сварочные процессы с жесткой ВАХ «CV» (*Constant Voltage*) и падающей ВАХ «CC» (*Constant Current*) при 100% ПВ с током сварки до 1 000 А. Возможно выполнение сварных изделий из всех видов стали с толщинами от 3 до 350 мм.

Сварочный аппарат для автоматической сварки под флюсом *HUGONG ARMADA 1000N* состоит из источника сварочного тока инверторного типа и 4х колесной самоходной тележки, с расположенными на ней сварочной горелкой, механизмом подачи сварочной проволоки, пультом управления, катушкой для сварочной проволоки [9]. Технические характеристики сварочного трактора *HUGONG ARMADA 1000N* представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Технические характеристики сварочного трактора *HUGONG ARMADA 1000N* [9]

Параметр	Значение	
1	2	3
	Источник	
	RMADA 1000N	RMADA 1250N
Параметры сети, В, Гц	380, 50	380, 50
Потребляемая мощность, кВа	53,3	69,8
Диапазон регулирования тока, А	60-1000	60-1250
Коэффициент мощности	0,9	0,9
КПД, %	85	85
ПВ	100	100
Габариты	840 x 380 x 900	840 x 380 x 900
Масса	150	150

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3
Сварочный трактор		
	ARMADA 1000N	ARMADA 1250N
Сварочная проволока, Ø мм	2,0 – 6,0	2,0 – 6,0
Способ поджига дуги	Касанием / С хода	Касанием / С хода
Скорость сварки, м/час	6-130	6-130
Скорость подачи проволоки, м/мин	0.2-2.5	0.2-2.5
Диапазон регулировки положения сварочной горелки, мм	100x100x70	100x100x70
Диапазон вылета сварочной проволоки, мм	100	100
Диапазон угла поворота колонны в поперечном направлении, град	±90°	±90°
Диапазон наклона сварочной головки в продольном направлении, град	±45°	±45°
Диапазон поворота сварочной головки вокруг горизонтальной оси, град	±90°	±90°
Объем флюсового бункера, л	6	6
Масса сварочной проволоки в катушке, кг	25	25
Габаритные размеры, мм	1020x480x740	1020x480x740
Масса трактора (без проволоки и флюса), кг	65	65

1.3 Сварочные каретки

1.3.1 Каретка сварочная КЕДР СК-7 *Plus Expert* под гибкую рейку

Каретка сварочная КЕДР СК-7 *Plus Expert* под гибкую рейку – обеспечивает равномерное перемещение горелки с точно заданной скоростью движения и частотой колебаний. Кроме того, она позволяет снизить объемы ручного труда и требования к квалификации сварщиков, уменьшая тем самым количество брака, связанного с человеческим фактором и увеличивая производительности в 1,5-2,0 раза.

Сварочная каретка КЕДР СК-7 *Plus Expert* совместима с любым сварочным полуавтоматом [10]. Технические характеристики сварочной каретки КЕДР СК-7 *Plus Expert* представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Технические характеристики сварочной каретки КЕДР СК-7 *Plus Expert* [10]

Параметр	Значение
1	2
Напряжение сети, В	220
Двигатель блока колебаний, DC 24В	шаговый
Двигатель каретки, DC 24В	шаговый
Вертикальный ход горелки, мм	40
Горизонтальный ход горелки, мм	40
Диапазон рабочего угла, град	360
Потребляемая мощность, кВт	0,96
Артикул	8015371
Габаритные размеры	265x150x235
Вес, кг	10

Продолжение таблицы 1.7

1	2
Страна производства	Россия
Гарантийный срок, года	2
Частота сети, Гц:	50/60
Тяговое усилие, кг:	30 кг

1.3.2 Сварочная каретка *Huawei* НК-7W-F

Сварочная каретка *Huawei* НК-7W-F с осциллятором спроектированная для автоматизации сварки в любом пространственном положении, как вертикальных-горизонтальных, так кольцевых стыков крупногабаритных металлоконструкций.

Сварочная каретка *Huawei* НК-7W-F с осциллятором спроектированная для автоматизации сварки в любом пространственном положении, как вертикальных-горизонтальных, так кольцевых стыков крупногабаритных металлоконструкций.

Неизменно стабильная скорость перемещения позволяет достигать точной геометрии и высокого качества сварного шва и значительно уменьшает расход присадочного материала.

Каретка *Huawei* НК-7W-F может быть запрограммирована на выполнение продолжительного либо стежкового сварочного шва. С помощью двух кнопок задается тип сварного шва и такие параметры как длина, расстояние между стежками, заполнение шва, время заполнения кратера и другие.

Очень важной опцией является блок осцилляции. Он автоматически определяет необходимые параметры сварочной операции. Блок осцилляции значительно расширяет возможности сварочного трактора, особенно при сварке швов с разделкой кромки и вертикальных швов.

Преимущество каретки *Huawei* НК-7W-F [11]:

- жесткий легкий и компактный цельный корпус из алюминиевого сплава;
- система магнитного позиционирования на постоянных магнитах с рукояткой управления;
- необслуживаемый привод на четыре колеса с червячным редуктором;
- быстрозажимной держатель для разных типов *MIG/MAG* горелок диаметрами 16-22 мм (по заказу до 35 мм);
- точная настройка горелки;
- многофункциональный жидкокристаллический дисплей и две функциональные кнопки для программирования рабочих параметров;
- система обратной связи, позволяющая стабилизировать скорость движения, снижать до минимума количество дефектов сварного шва;
- автоматическая система поджига дуги при начале движения;
- возможность записи до 40 программ;
- большой выбор дополнительных комплектующих для различных задач;
- прерывистая сварка участками;
- настрой заполнения кратера сварного шва;
- удобная установка перед работой;
- точная настройка параметров передвижения.

Технические характеристики сварочной каретки *Huawei* НК-7W-F представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Технические характеристики сварочной каретки *Huawei* НК-7W-*F* [11]

Параметр	Значение
Особенности	Магнитное основание
Вариант осцилляции	—, $_/\backslash_$, $\wedge$, $_ \square _ \square _$, $\backslash \backslash$
Скорость движения, мм/мин	50-700
Скорость осцилляции, мм/мин	0-100
Время задержки осцилляции, сек	0-2,5
Привод	Электрический
Вертикальный ход горелки, мм	50
Горизонтальный ход горелки, мм	50
Угол наклона при колебании, гр	10
Угол регулировки, гр	± 45
Размеры, мм	330x360x330
Напряжение, В	220
Наличие осциллятора	Есть
Вес, кг	10

1.4 Заключение

В проведенном обзоре были представлены три и два вида оборудования для *MIG/MAG* и *SAW* сварки соответственно, а также два вида сварочных кареток. Представленные каретки можно применять как для *MIG/MAG*, так и для *SAW* сварки. Сварочные трактора использовать будет проблематично, в связи с тем, что протяженные кольцевые швы имеют диаметр всего 2000 мм. При выборе оборудования желательно предпочтение отдавать российским

производителям, по причине большей доступности, как самого оборудования, так и запасных частей.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Жаровня Ж-68 предназначена для тепловой обработки мятки семян масличных культур (подсолнечника, хлопчатника и др.) с целью обеспечения оптимальных условий отжима на шнековых маслопрессах. Жаровня состоит из шести чанов, имеющих обогреваемые насыщенным паром рубашки, вала с перемешивающими ножами, мотора-редуктора, аспирационной трубы и опоры. В нижнем чане имеются два окна для выпуска мезги [12]. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.00Ж-68.142.00.000 СБ. Спецификация чана жаровни приведена в приложении А.

Габаритные размеры изделия: 2248 x 2474 x 520 мм.

Масса изделия 1773,23 кг.

Чан жаровни работает в тяжелых условиях, подвергается непосредственному воздействию высоких температур и давления.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Технические условия изготовления сварной конструкции предусматривают технические условия на основные материалы, сварочные материалы, а также требования, предъявляемые к заготовкам под сборку и сварку, к сварке и к контролю качества сварки.

Чан жаровни изготавливается по ГОСТ 23118-2019 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия».

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Кромки свариваемых деталей должны соответствовать ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 8713-79.

Все приторцовываемые кромки подлежат в обязательном порядке строжке или фрезерованию вне зависимости от способа резки деталей.

Кромки деталей из углеродистых сталей после воздушно-дуговой и ручной кислородной резки должны быть очищены и не иметь шероховатости более 1 мм. а для конструкций.

Отдельные места с шероховатостью более 0,3 мм, а также локальные выхваты, не выводящие детали за пределы допусков в количестве одного повреждения на 1 м длины реза. допускается исправлять плавной зачисткой [13].

Зачистку свариваемых кромок и околошовной зоны проводят любыми способами, обеспечивающими требуемое качество.

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

В процессе сборки необходимо выдерживать геометрические размеры конструкций, расположение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, центрирование стержней в узлах решетчатых конструкций, плотность примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации.

Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 8713-79.

Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц [14].

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

Закрепление деталей при сборке следует осуществлять прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования [14]:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СНиП II-23-81*;
- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками – не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали – не менее двух;
- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;
- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

2.2.4 Требования к сварке

Сварка стальных конструкций должна выполняться в соответствии с технологической документацией, оформленной в виде типовых или специальных технологических инструкций, или по проекту производства сварочных работ.

Механические свойства металла сварных соединений, установленные на основе результатов испытаний по ГОСТ 6996-66, должны соответствовать следующим требованиям [13]:

- временное сопротивление разрыву металла сварного соединения, как правило, должно быть не ниже временного сопротивления основного металла;
- твердость металла сварного соединения (металла шва, зоны термического влияния) при сварке конструкций в заводских условиях должна быть не выше 320 *HV* (твердости по Виккерсу) в конструкциях 1-й группы по классификации нормативных документов¹, действующих на территории государства – участника Соглашения, принявшего настоящий стандарт, и не выше 330 *HV* для конструкций остальных групп; при сварке конструкций в монтажных условиях твердость металла сварного соединения должна быть не выше 330 *HV*.

Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления и выводные планки следует удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки – зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.

Около шва сварного соединения должно быть проставлено личное клеймо сварщика, выполнившего этот шов. Клеймо сварщика проставляется на расстоянии не менее 40 мм от границы шва, если нет других указаний в

¹ В Российской Федерации действует классификация стальных конструкций по приложению В СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции».

рабочей или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается проводить маркировку в целом; при этом клеймо сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки. Допускается маркировку швов проводить на исполнительных схемах.

В рабочей документации должны быть указаны [13]:

- сварные соединения, для которых требуется контроль с использованием ультразвуковых или радиографических методов, а также проведение механических испытаний;
- методы и объемы контроля;
- требуемый уровень качества сварных соединений.

К механизированным способам сварки допускаются сварщики-операторы, прошедшие специальный курс теоретической и практической подготовки и сдавшие испытания на право производства этих работ.

Сварщики всех специальностей и квалификаций должны сдать испытания на 2-ю квалификационную группу по электробезопасности. Кроме того, все сварщики должны сдать испытания по противопожарным мероприятиям и технике безопасности [15].

Аттестацию сварщиков согласно ГОСТ Р 59604.2-2021 [16] «Система аттестации сварочного производства. Часть 2. Аттестация персонала. Правила» проводят путем проверки их практических навыков и теоретических знаний в соответствии с видом сварки, по которому он аттестуется, и направлением его производственной деятельности (группа или наименование технических устройств, сварку- которых выполняет сварщик на производстве. вид выполняемых работ - изготовление, монтаж, ремонт) [17].

Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва. При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать несплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя [14].

2.2.5 Требования к контролю

Операционный контроль проводят в соответствии с технологической документацией изготовителя. Контроль должен быть достаточным для оценки качества выполняемых операций в части выполнения требований стандартов или технических условий и рабочей документации на конструкции.

Состав контролируемых признаков в процессах контроля и полноту охвата их контролем, а также точность и стабильность параметров технологических режимов операций производства принимают по технологической документации изготовителя, разработанной в соответствии со стандартами единой системы технологической подготовки производства, и подтверждают при постановке на производство в соответствии с ГОСТ 15.0051-2016².

При выборочном контроле случайно отобранное изделие подлежит контролю по всем параметрам. Если фактическое значение хотя бы одного параметра изделия выходит за пределы допуска, это изделие выбраковывают и тогда контролируют удвоенное число изделий из данной партии. В случае повторного обнаружения брака по данному параметру все единицы партии возвращают исполнителю на разбраковку, а затем их предъявляют на контроль в том же порядке.

² В Российской Федерации действует также ГОСТ Р 15.301-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство».

Операционный контроль качества сварных соединений должен проводиться до нанесения антикоррозионной защиты (в том числе окрашивания конструкций).

Неразрушающий контроль качества сварных соединений необходимо проводить после исправления дефектов, выявленных визуальным и измерительным контролем [13].

Контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их взаимного пересечения и в местах с признаками дефектов. Если в результате этого контроля установлено неудовлетворительное качество шва, контроль должен быть продолжен до выявления фактических границ дефектного участка.

Контроль должен проводиться в соответствии с требованиями стандартов, рабочей и технологической документации. Неразрушающий контроль должен проводиться специалистами (дефектоскопистами), аттестованными в установленном порядке. Заключение по результатам контроля должно быть подписано специалистом не ниже уровня II^3 .

При систематическом выявлении в сварных соединениях недопустимых дефектов (уровень брака более 10 %) методами неразрушающего контроля объем контроля должен быть удвоен, а при дальнейшем выявлении недопустимых дефектов необходимо провести контроль всех соединений данного типа в объеме 100 %.

Сварные соединения, не соответствующие требованиям к их качеству, должны быть исправлены в соответствии с разработанной технологией и повторно проконтролированы.

Методы и объемы контроля применяют в соответствии с требованиями ГОСТ 23118-2019, если в рабочей документации не приведены иные требования. По согласованию с проектной организацией могут быть

³ В Российской Федерации уровни аттестации персонала в области неразрушающего контроля – по ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля».

использованы другие эффективные методы контроля взамен указанных или в дополнение к ним.

При визуальном контроле сварные швы должны соответствовать следующим требованиям [13]:

а) иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу (требование плавного перехода к основному металлу должно быть специально обосновано и обеспечено дополнительными технологическими приемами);

б) швы должны быть плотными по всей длине и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, а также недопустимых по размерам подрезов, непроваров в корне шва, несплавлений по кромкам, шлаковых включений и пор;

в) металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой длины и любой ориентации;

г) кратеры швов в местах остановки сварки должны быть переварены, а в местах окончания – заварены.

Контроль изделий проводят службы технического контроля изготовителя и надзорного органа.

Виды и методы контроля изделий принимают с учетом требований настоящего стандарта, а также стандартов и технических условий на конкретные конструкции серийного и мелкосерийного производств. а для конструкций единичного производства – рабочей документации [13].

К проведению ВИК допускаются только квалифицированные специалисты, аттестованные в соответствии с правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля – СДАНК-02-2020 (НТЦ ПРОМ. безопасность) или СНК ОПО РОНКТД-03-2021 (НАКС). Специалисты НК в зависимости от их подготовки и производственного опыта аттестуются по трем уровням профессиональной квалификации – *I, II, III*. Квалификация *I* уровня не дает права подписи заключений о результатах контроля, такую возможность имеют специалисты *II* уровня квалификации и выше.

Аттестацию специалистов неразрушающего контроля проводят независимые органы по аттестации персонала в сфере НК [17].

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится: ВИК в объеме 100 % [15].

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стенов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль [18,19].

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), которые приведены в приложении 14 [15].

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям табл. П14.1 [15].

Дефекты геометрии сварного шва проверяются согласно ГОСТ 3520-1-2012 «Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением». Уровни качества должны соответствовать ГОСТ 5817-2021 «Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества».

Сварные соединения, контролируемые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды [15].

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 дипломном проекте:

1. Расчетный метод. Рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция. Расчеты проводились в программе *MathCad 14*.

2. Проектировочный метод. Был спроектирован участок сборки-сварки чана жаровни. Участок сборки-сварки был вычерчен в программе *Компас 3D V16*.

2.4 Постановка задачи

При выполнении выпускной квалификационной работы надо обеспечить качество, технологичность и экономичность процесса изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

Для этого требуется решить следующий ряд задач:

- 1) произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов;
- 2) определить режимы сварки и выбрать необходимое сварочное оборудование;
- 3) произвести техническое нормирование операций, материальное нормирование;

- 4) определить потребный состав всех основных элементов производства;
- 5) произвести расчёт и конструирование оснастки;
- 6) разработать участок сборки и сварки чана жаровни.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Чан жаровни – это цельносварная конструкция из элементов листового проката и фасонных деталей изготовленная из сталей: сталь 20 и Ст3пс.

Химический состав и механические свойства стали 20 приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 20 в % (ГОСТ 1050-88) [20]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
0,17- 0,24	0,17- 0,37	0,35- 0,65	Не более						
			0,040	0,035	0,30	0,25	0,3	0,08	0,008

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 20 [20]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	KCU_{40} МДж/м ²
245	410	25	55	-

Сталь 20 – это конструкционная углеродистая качественная сталь, широко применяемая в промышленности. Ее популярность не уступает стали 09Г2С, хотя по техническим и эксплуатационным характеристикам между этими марками существует заметная разница. Сталь 20 применяется главным образом для производства деталей, сварных конструкций, в строительстве, машиностроении, но полный список отраслей ее применения занял бы несколько страниц текста. Практичность стали этой марки позволяет ей занимать одно из лидирующих положений на рынке среди металлов черного проката [21].

Химический состав и механические свойства стали Ст3сп приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали Ст3пс в % (ГОСТ 380-2005) [20]

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Cu</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>As</i>	<i>N</i>
			Не более						
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	0,05	0,04	0,30	0,30	0,30	0,08	0,01

Таблица 3.4 – Механические свойства стали Ст3сп (ГОСТ 380-2005) [20]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
370-480	245	26

Сталь Ст3пс – конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Дополнительные сведения о материале: По ГОСТ 380-2005 сталь Ст3пс соответствует стали для строительных конструкций. Способы сварки: ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка, электрошлаковая сварка, контактная сварка.

Фасонный и листовой прокат из стали Ст3пс толщиной до 10 мм применяется для изготовления несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках в интервале от -40 до +425 °С [22].

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

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [23]:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвертая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [24]:

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

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 20:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,17 + (0,35/6) + (0,17/24) + (0,3/10) + 0,25/5 = 0,315 \, \%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для Ст3пс:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,14 + (0,4/6) + (0,05/24) + (0,3/10) + 0,3/5 = 0,3 \, \%.$$

Сталь 20 – относится к конструкционным углеродистым качественным (ГОСТ 1050-88) [20]. Сталь Ст3сп – углеродистая ГОСТ 380-2005 [20]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [25]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того,

наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 20, СтЗсп рекомендуются следующие способы сварки: плавящимся электродом в защитном газе; автоматическая дуговая сварка под флюсом; электрошлаковая сварка [25]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов Ar и CO_2 ($Ar - 80\%$, $CO_2 - 20\%$) ISO 14175 – M21 как наиболее экономичный и автоматическую дуговую сварку под слоем флюса для выполнения швов длиннее одного метра.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [26]

Марка проволоки	Химический состав						
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
	не более						
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 3.6 – Механические свойства металла шва [27]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	<i>KV</i> , Дж	<i>KCU</i> , Дж/см ²	
			-20 ⁰ С	-40 ⁰ С	-60 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	22	47		43

Для сварки под слоем флюса выберем сварочную проволоку Св-18ХГС ГОСТ 2246-70 диаметром 3,0 миллиметров.

Химический состав проволоки Св-18ХГС и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав проволоки Св-18ХГС в % по ГОСТ 2246-70 [26]

<i>C</i> , %	<i>Si</i> , %	<i>Mn</i> , %	<i>Cr</i> , %	<i>Al</i>	<i>Ce</i>	<i>Ni</i> , %	<i>S</i> , %	<i>P</i> , %	<i>N</i>
						Не более			
0,15÷0,22	0,90÷1,20	0,8÷1,1	0,8÷1,1	0,20÷0,50	0,30÷0,45	0,3	0,25	0,03	0,015

Таблица 3.8 – Механические свойства металла шва [28]

σ_B , МПа	δ , %	<i>KV</i> , Дж	<i>KCU</i> , Дж/см ²	
		-20 ⁰ С	-40 ⁰ С	-60 ⁰ С
640-940	-	-	-	-

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь ISO 14175-M21 двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010). Смесь газов, по сравнению со сваркой в чистом углекислом газе снижает разбрызгивание расплавленного металла электродной проволоки и достигается лучшее смачивание верхней части шва [29].

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем флюс АН-348А. Флюс сварочный АН-348А относится к оксидным высокоактивным флюсам. Основное предназначение данного материала – для автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки деталей из углеродистых нелегированных и низколегированных сталей, низколегированной и нелегированной проволоки. Возможная температура эксплуатации конструкции составляет минус 40 °С. В процессе сварки с использованием флюса АН-348А сварочная проволока и указанный флюс подаются в зону горения дуги одновременно. Под воздействием тепла происходит плавка свариваемых деталей, проволоки и флюса. Расплавленный флюс позволяет эффективно защитить зону горения дуги от атмосферного воздуха и находящихся в нем газов, способствует стабильному горению дуги и позволяет качественно улучшить получаемый сварной шов. При сварке под флюсом АН-348А в результате получаются качественные швы, которые имеют высокую плотность и не поддаются трещинам. После того, как сварной шов остынет, шлаковая корка без проблем удаляется. При сварке-наплавке под флюсом интенсивно протекают кремне- и марганцевосстановительные процессы, что компенсирует недостаток углерода в сварочной проволоке. Химический состав флюса АН-348А приведен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Химический состав флюса АН-348А в % [30]

SiO_2	MnO	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	S	P	CaF_2
40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

3.2 Расчёт технологических режимов

К параметрам сварки в смеси газов плавящимся электродом относятся [23]:

- 1) Диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$;
- 2) Скорость сварки V_c ;
- 3) Сварочный ток I_c ;
- 4) Напряжение сварки U_c ;
- 5) Вылет электродной проволоки $\ell_в$;
- 6) Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{эл}}$;
- 7) Общее количество проходов $n_{\text{по}}$;
- 4) Расход защитного газа $g_{\text{зг}}$.

Рассчитаем тавровое соединение Т1- ∇ 4 которое показано на рисунке 3.1:

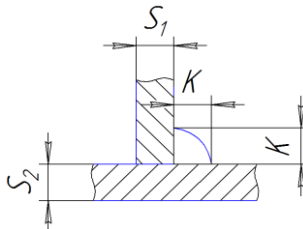


Рисунок 3.1 – Тавровое соединение Т1 - ∇ 4 ГОСТ 14771-76:

S – толщина листа, K – катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [23]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K, \quad (3.2)$$

где K – катет шва.

Принимаем $h_p = 0,7 \times K$, тогда:

$$h_p = 0,7 \times 4 = 2,8 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$ определяем по формуле [23]:

$$d_{\text{эл}} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{\text{эл}} = \sqrt[4]{1,4} \pm 0,05 \times 1,4 = 1,15 \dots 1,43 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{\text{эл}} = 1,2 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [23]:

$$V_C = 1060 \times \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где K_v – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_v=1060$;

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \times 4 = 6,26 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

$$V_C = 1060 \times \frac{2,8^{1,61}}{6,26^{3,36}} = 11,7 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 42,2 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [23]:

$$I_c = K_i \times \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_i=430$.

$$I_c = 430 \times \frac{2,8^{1,32}}{6,26^{1,07}} = 235 \text{ A.}$$

При расчете режимов для смеси газов $Ar + CO_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент k_{cm} , $k_{cm} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 235 \times (1,1 \dots 1,12) = 258 \dots 270 \text{ A.}$$

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [23]:

$$U_c = 14 + 0,05 \times I_c, \quad (3.7)$$

$$U_c = 14 + 0,05 \times (258 \dots 270) = 26,9 \dots 27,5 \text{ В.}$$

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [23]:

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_c^{0,75}, \quad (3.8)$$

$$q_{зг} = 3,3 \times 10^{-3} \times (258 \dots 270)^{0,75} = 0,212 \dots 0,22 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12,7 \dots 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Вылет электродной проволоки определяем по формуле:

$$L_b = 10^x d_{эл} \pm 2^x d_{эл} = 10^x 1,2 \pm 2^x 1,2 = 9,6 \dots 14,4 \text{ мм.} \quad (3.9)$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.10. Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	Расход газа, л/мин	N
ГОСТ 14771-76								
1	T1 - ∇ 2	1,2	60-100	200-230	24-26	14	11-12	1
2	T1 - ∇ 3	1,2	60-100	200-230	24-26	14	11-12	1
3	T1 - ∇ 4	1,2	40-42	260-270	27-28	14	12-13	1
4	T1 - ∇ 5	1,2	40-42	260-270	27-28	14	12-13	1
5	T1 - ∇ 6	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
6	H1 - ∇ 8	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
7	У4	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	4
8	У6	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	6
9	С8	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	3
ГОСТ 8713-79								
10	T1 - ∇ 8	3,0	7-8	530-540	32-33	-	-	1

3.3 Выбор сварочного оборудования

Выбор сварочного оборудования будем проводить на основе обзора, выполненного в первой главе расчетов режимов сварки из главы 3.2.

Выбираем источник сварочного тока и подающий механизм для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа *ISO 14175-M21* плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 220-280$ А, напряжение сварки $U_c = 24-28$ В. Согласно требуемым условиям, выбираем комплект для механизированной сварки который состоит из: сварочного аппарата ДС 500.33М (*MIG/MAG, MMA*) и подающего механизма ПМ 4.33М [7].

Для сварки под слоем флюса плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 530-540$ А, напряжение сварки $U = 32-33$

В. Согласно требуемым условиям, выбираем каретку сварочную КЕДР СК-7 *Plus Expert* под гибкую рейку [10] в комплекте с сварочным инвертором SAW *STANDART MZ 1000 (M308) AT-1* [8].

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении чана жаровни Ж-68 предлагается применять приспособление сборочно-сварочное. Приспособление должно обеспечивать цилиндричность обечайки наружной поз. 4, обеспечивать установочный размер 407 ± 2 мм. А также предотвращать провисание дна внутреннего поз. 18 и дна наружного поз. 19.

Внешний вид приспособления сборочно-сварочного показан на чертеже ФЮРА.000001.142.00.000 СБ. Спецификация приспособления сборочно-сварочного приведена в приложении Б.

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Технологический процесс сборки – это совокупность операций по соединению деталей в определённой технически 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.

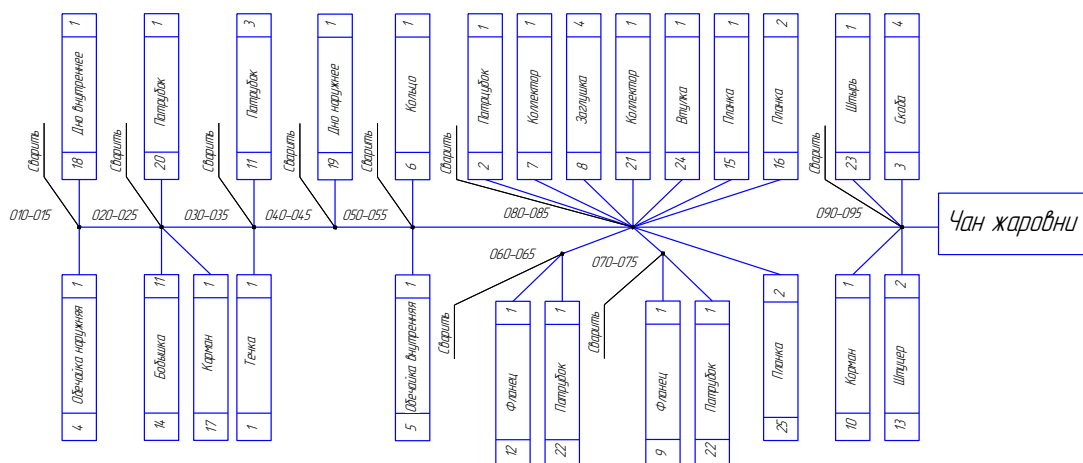
Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы.

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.

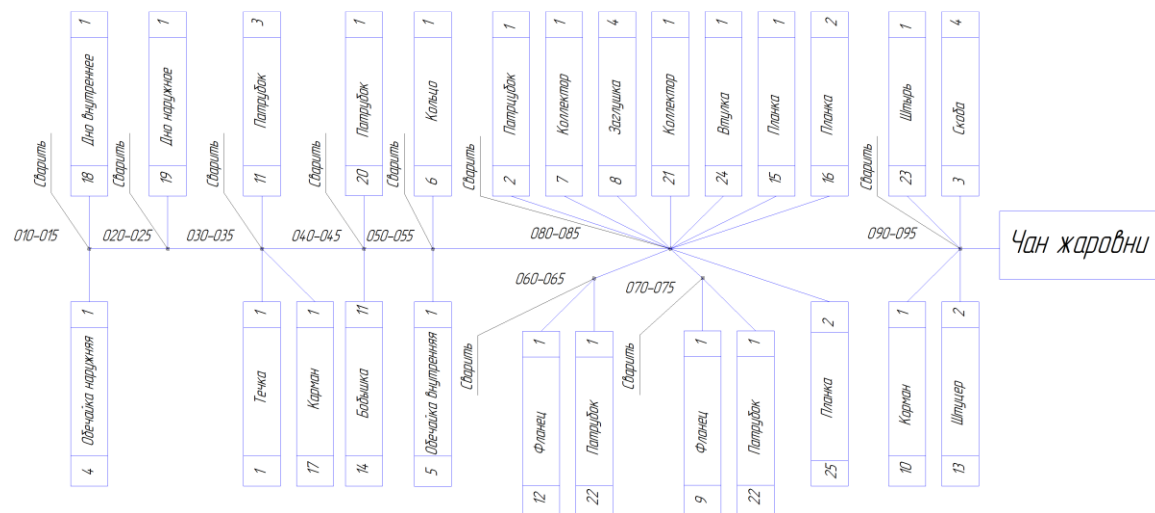
Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны от этой линии, но это не жёсткое правило. Иногда с целью получения более компактной схемы от него можно отойти.

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 [31].

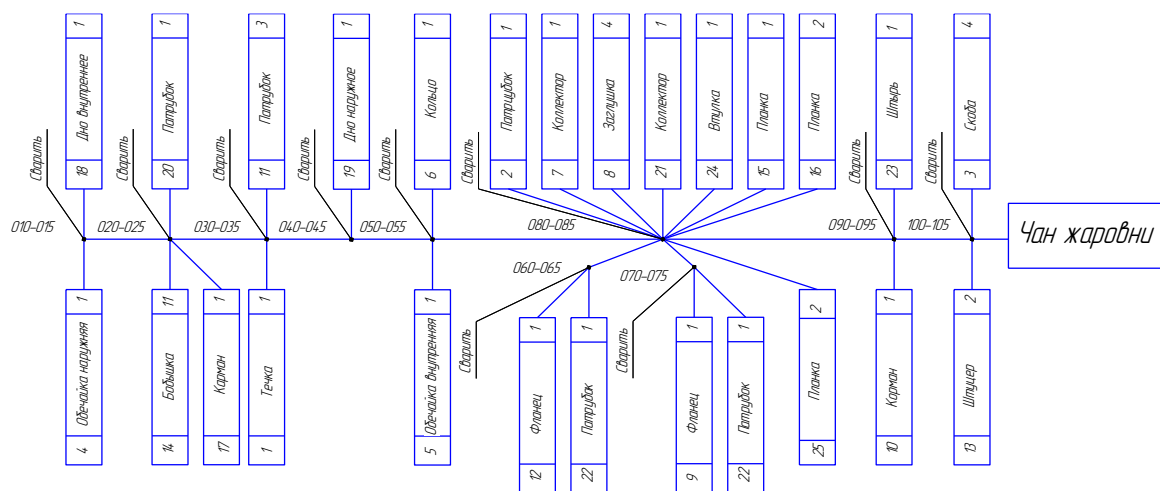
На листе плаката ФЮРА.000003.142 ЛП представлена технологическая схема сборки чана жаровни Ж-68. На рисунке 3.2 показана технологическая схема изготовления чана жаровни Ж-68.



а



б



в

Рисунок 3.2 – Технологическая схема изготовления чана жаровни Ж-68

Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.2а как наиболее технологичный. В варианте «б» дно нижнее поз. 19 устанавливается раньше, чем детали, на которые они устанавливаются, поэтому такая схема сборки вообще невозможна. В варианте «в» в двух различных операциях выполняются действия, которые можно выполнить за одну операцию и это приводит к лишним затратам времени.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

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

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [32].

При изготовлении чана жаровни Ж-68 применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам и наружные (поверхностные) дефекты [32].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетометров.

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется [32]:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется [32]:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

3.6.1 Контроль сварных соединений стальных конструкций

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится [32]:

- визуальным и измерительным контролем с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%;
- неразрушающими методами (ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими

методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм [32].

При изготовлении чана жаровни Ж-68 применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального и измерительного контроля [32]:

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

Для ВИК применяются: Угольник, Штангенциркуль ШЦ-2-1600, Лупа измерительная 10х, Люксометр, ИЧТ-100, Образцы шероховатости Rz 80; УШС-4, Образцы шероховатости Rz 40, Линейка металлическая.

Ультразвуковой контроль.

Ультразвуковой контроль сварных соединений должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-85 и настоящей инструкции [33].

Контроль сварных соединений проводят на поисковой чувствительности, измерение характеристик, выявленных несплошностей (условной протяженности) выполняет на контрольной чувствительности, а оценку допустимости выявленных несплошностей по амплитуде проводят на уровне предельной чувствительности (п.4.19 настоящей инструкции [33]).

Контроль сварных швов, как правило, проводят по совмещенной схеме включения преобразователя, то есть используя один преобразователь в режиме излучения и приема.

При контроле преобразователь устанавливают на поверхность изделия в зоне зачистки перпендикулярно оси шва и перемещают его вдоль шва, совершая возвратно-поступательные движения и поворачивая преобразователь относительно его оси на 10-15° влево и вправо. Шаг

перемещения (сканирования) при этом не должен превышать половины размера пьезопластины преобразователя.

Для повышения достоверности контроль сварных швов проводят, как правило, с двух сторон шва. При отсутствии доступа с одной из сторон, контроль выполняют только с одной стороны, а в заключении по результатам контроля обязательно отмечают недоступные для контроля участки.

Признаком обнаружения дефекта является появление в зоне контроля на экране дефектоскопа эхо-сигнала, превышающего по амплитуде установленный при настройке контрольный уровень чувствительности.

Перед проведением оценки следует разделить ложные эхо-сигналы от полезных. Ложные эхо-сигналы могут быть обусловлены неровностями поверхности, конструктивными особенностями и другими причинами.

Для этого следует измерить координата и определить местоположение отражающей поверхности. Если отражатель находится в зоне контроля (в зоне наплавленного, металла), необходимо перейти к определению измеряемых характеристик [33]:

- амплитуда эхо-сигнала (или эквивалентной площади дефекта);
- условной протяженности;
- количества дефектов на определенном участке сварного шва.

Выявленные при контроле дефекты разделяют на точечные и протяженные.

Точечным считают дефект, условная протяженность которого не превышает, условной протяженности искусственного отражателя, размеры которого определяются эквивалентной площадью (или диаметром плоскодонного отверстия) и выполненного на глубине залегания дефекта.

Протяженным считается дефект, условная протяженность которого превышает значения, установленные для точечного дефекта.

Условная протяженность при этом определяется как расстояние по поверхности изделия между крайними положениями преобразователя. За крайние положения преобразователя принимаются такие, при которых

амплитуда эхо-сигнала от выявленного дефекта уменьшается до контрольного уровня чувствительности (на 6 дБ выше предельного) [33].

Методика контроля стыковых сварных соединений.

При контроле стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, следует учитывать следующие особенности: помимо эхо-сигналов от дефектов типа непроваров и трещин, располагающихся преимущественно в корневой зоне, а также пор и шлаковых включений, которые могут находиться в любой зоне наплавленного металла шва, на экране дефектоскопа в зоне контроля, могут появиться эхо-сигналы от [33]:

- провисаний в корне шва;
- смещения кромок из-за различной толщины или из-за несоосности свариваемых элементов.

Контроль-проводится прямым и однократно отраженным лучом с двух сторон шва с наружной стороны изделия. По внутренней поверхности допускается контролировать стыковые сварные соединения с внутренним диаметром изделия не менее 1200 мм.

При невозможности проведения контроля прямым ила однократно отраженным лучом допускается проводить контроль многократно отраженным лучом. Схемы контроля стыковых сварных соединений, выполненных без подкладных колец, приведены на рисунке 5 [33].

Контроль выполняется наклонными преобразователям, параметры которых выбираются по таблице 3 [33] в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельнодопустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической, документация, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 настоящей инструкции [33].

Швы стыковых сварных соединений из элементов разной толщины контролируют со стороны листа большей толщины только прямым лучом, а со

стороны листа меньшей толщины – прямым и однократно отраженным лучами (рисунок 5 [33]).

Признаком обнаружения дефектов является появление на экране дефектоскопа эхо-сигналов в зоне контроля.

Чтобы отличить ложные эхо-сигналы от эхо-сигналов от дефектов, следует определить координаты обнаруженных отражателей.

Методика контроля угловых и тавровых сварных соединений.

Угловые и тавровые сварные соединения могут выполняться как из плоских элементов, так и из цилиндрических. По конструкции угловые и тавровые сварные соединения могут быть двух категорий; с полным проплавлением или с конструктивным зазором (непроваром).

При контроле угловых и тавровых сварных соединений с любым типом разделки кромок (*K*-образная, *V*-образная) особое внимание следует обращать на корневую зону шва, где наиболее вероятно наличие дефектов типа непроваров.

Контроль проводится прямым и однократно отраженным лучами с двух сторон шва наклонными преобразователями. При контроле тавровых и угловых сварных соединений. Элементов с плоскими стенками для контроля - применяют также прямые или раздельно-совмещенные преобразователи.

Контроль всех типов угловых и тавровых сварных соединений выполняется преобразователями, параметры которых выбираются по таблице 3 [33] настоящей инструкции в зависимости от толщины контролируемого сварного соединения.

Чувствительность дефектоскопа настраивается в зависимости от конкретной толщины контролируемого изделия и предельно-допустимого размера дефекта для данного типа оборудования, указанного в нормативно-технической, документация, паспорте оборудования или в таблицах 4-7 [33] настоящей инструкции.

Настройка скорости развертки и чувствительности дефектоскопа выполняется на испытательных образцах, толщина которых соответствует

толщине контролируемого изделия, с искусственными отражателями, размеры которых соответствуют предельно допустимым размерам дефектов для конкретного контролируемого изделия.

Если дефектоскоп снабжен АРД-даагрзшами и АРД-шалами, то настройка проводится по ним без применения испытательных образцов в соответствии с методикой контроля, но соответствующий дефектоскоп [33].

Для УЗК используется дефектоскоп А1212 МАСТЕР.

Так же для проверки герметичности проводятся гидравлические испытания по отдельному технологическому процессу.

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 [34].

Разработка технологических процессов включает [34]:

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 [34]:

- 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 [34]:

- 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.

Изготовление чана жаровни Ж-68 начинается с установки на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.142.00.000 СБ обечайки наружной поз. 4 по штырям приспособления, затем на подпорку приспособления внутрь обечайки наружной поз. 4 укладывается дно внутреннее поз. 18. Выполняется прихватка и сварка (операции 010-015).

Далее устанавливаются бобышки поз. 14 (7 шт.) по диаметру 1871 ± 3 мм с выдерживанием углов 45^0 , (4 шт.) в р-ры 220 ± 1 мм; 440 ± 1 мм; 220 ± 1 мм; 440 ± 1 мм, патрубок поз. 20 согласно чертежу и выдерживанием соосности, карман поз. 17 согласно чертежу. Выполняется прихватка и сварка (операции 020-025). После устанавливается дно наружное поз. 19 по месту с совмещением пазов. В отверстия дна наружного поз. 19 вставляются патрубок поз. 11 (3 шт.) и течка поз. 1 согласно чертежу, выдержать размер 2 мм. Выполняется прихватка деталей. После завершения прихватки дно наружное поз. 19 убирается. Выполняется сварка деталей (операции 030-035). Далее устанавливается дно наружное поз. 19 с совмещением пазов. Выполняется прихватка и сварка (операции 040-045). Сб. ед. 1 снимается с приспособления, с приспособления удаляется подпорка. Сб. ед. 1 кантуется на 180^0 и заново устанавливается на приспособление. Устанавливаются кольцо поз. 6 и обечайка внутренняя поз. 5 согласно чертежу. Выполняется прихватка и сварка (операции 050-055). Затем сваривается подузел 1: патрубок поз. 22 соединяется с фланцем поз. 12, выдержать р-р 5^{+1} мм. Выполняется прихватка и сварка (операции 060-065). Сваривается подузел 2: патрубок поз. 22 соединяется с фланцем поз. 9, выдержать р-р 5^{+1} мм. Выполняется прихватка и сварка (операции 070-075). После этого подузлы 1 и 2 устанавливаются по месту совместно с коллекторами поз. 7 и поз. 21, заглушками поз. 8 (4 шт.), выдерживаются р-ры 130 ± 1 мм, 120 ± 2 мм, 120 ± 2 мм, 38 ± 1 мм. Устанавливается патрубок поз. 2 в р-ры 16 ± 1 мм, 95 мм, втулка поз. 24 в р-р 10 ± 1 мм, планки поз. 15, поз. 16 (2 шт.) и поз. 25 (2 шт.) согласно чертежу. Выполняется прихватка и сварка (операции 080-085). Далее устанавливаются штырь поз. 23 в р-р 162 ± 1 мм, скоба поз. 3 (4 шт.) в р-ры 100 ± 3 мм, 100 ± 3 мм, 100 ± 3 мм, 100 ± 3 мм, углов 35^0 и 55^0 , кармана поз. 10 в р-р 24 ± 2 мм и штуцеров поз. 13 (2 шт.) согласно чертежу. Выполняется прихватка и сварка (операции 090-095).

Далее выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соединения от брызг сварки, срубаются наплывы) и контроль (операции 100-105).

Технологический процесс производства чана жаровни Ж-68 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 [35]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \times L + t_{в.и}, \quad (3.10)$$

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:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \times \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100} \right), \quad (3.11)$$

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 плавящимся электродом под слоем флюса сумма коэффициентов составляет 15% [35].

$$T_o = \frac{60}{V_{CB}} \times n, \quad (3.12)$$

где V_{CB} – скорость сварки, м/ч,

n – число проходов.

Рассчитаем норму времени автоматической варки под слоем флюса при изготовлении чана жаровни Ж-68, прихватка выполняется механизированной сварки в смеси газов. Исходные данные:

- марка стали: сталь 20;
- марки электродных проволок Св-18ХГС и Св-08Г2С-О

ГОСТ 2246-70;

- сварные швы тавровый без разделки;
- положение шва нижнее.

Время сварки для шва №10 Т1- 8 ГОСТ 8713-79:

$$T_{o1} = \frac{60}{8} = 7,5 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса дет. поз. 4 $m_1=418,9$ кг; установка дет. кран-балкой на приспособление $t_1=2,2$ мин., масса дет. поз. 18 $m_2=474,2$ кг; установка дет. кран-балкой на приспособление $t_2=2,2$ мин.

$$1. t_{в.и} = 2,2+2,2=4,4 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Установка дет. Гибкой рейки $t_1=2,0$ мин., установка каретки $t_2=1,6$ мин., клеймение $t_3=2,1$ мин.,

Найдем время на прихватку:

$$1. 0,15 \times 35 = 5,25 \text{ мин.,}$$

$$2. t_{в.и} = 2,0+1,6+2,1+5,25 = 10,95 \text{ мин.}$$

$$3. T_{н.ш-к} = (7,5+0,75) \times \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 9,49 \text{ мин,}$$

$$4. T_{\text{ш}} = 9,49 \times 6,962 + 10,95 = 77 \text{ мин.}$$

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления чана жаровни Ж-68 приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления чана жаровни Ж-68

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборка	4,4
015	Сварка	79,6
020	Сборка	8,71
025	Сварка	18,22
030	Сборка	3,48
035	Сварка	21,53
040	Сборка	2,2
045	Сварка	63,11
050	Сборка	17,4
055	Сварка	270,07
060	Сборка	0,36
065	Сварка	2,59
070	Сборка	0,36
075	Сварка	2,59
080	Сборка	5,08
085	Сварка	90,34
090	Сборка	2,78

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3
095	Сварка	13,55
100	Слесарная	40,3
105	Контроль	30,0
110	Гидравлические испытания	-
Итого		793,47

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Затраты на металл

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [36]:

$$m_m = m \times k_o, \quad (3.13)$$

где m – вес одного изделия, (масса взята из подзаголовка 2.1), $m = 1773,23$ кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [36];

$$m_m = 1773,23 \times 1,3 = 2305,4 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [23]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р. п.}} \times (1 + \psi_P) \times M_{\text{НО}}, \quad (3.14)$$

где $K_{\text{р. п.}}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{\text{р. п.}} = 1,02 \dots 1,03$ [23], принимаем $K_{\text{р. п.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,
 $\psi_p = 0,01...0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$ [23];

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

Масса наплавленного металла $M_{н.о.}$ для шва №1 (смотри чертеж ФЮРА.00Ж-68.142.00.000 СБ) определяем по формуле:

$$M_{но} = F_{но} \times L_{ш} \times \rho, \quad (3.15)$$

где $F_{но}$ – площадь сечения наплавленного металла, $F_{но} = 3 \text{ мм}^2$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.00Ж-68.142.00.000 СБ);

$L_{ш}$ – длинна шва, $L_{ш} = 1,164 \text{ м}$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.00Ж-68.142.00.000 СБ);

ρ – масса наплавленного металла, $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$ [23];

$$M_{но} = 3 \times 1,164 \times 7,85 \times 10^{-3} = 0,027 \text{ кг.}$$

Аналогично проведем расчет массы наплавленного металла для других швов и полученные данные занесем в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Значения площади швов, длинны швов и результаты расчета наплавленного металла

№ шва	Площадь шва, мм ²	Длинна шва, м.	Наплавленный металл, кг.
1	2	3	4
		Св-08Г2С-О	
1	3	1,164	0,027
2	7	0,618	0,034
3	11,6	0,841	0,077
4	15,7	1,353	0,167
5	24,2	4,73	0,899

Продолжение таблицы 3.12

1	2	3	4
6	42,6	8,222	2,746
7	78	0,516	0,356
8	140	2,734	3,005
9	115	6,962	6,285
	ИТОГО		13,558
Св-18ХГС			
10	42,6	19,305	6,456
	ИТОГО		6,456

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 13,558 = 15,362 \text{ кг.}$$

Для проволоки Св-18ХГС:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,0) \times 6,456 = 6,649 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [23]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.16)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа, $q_{з.г.} = 17$ л/мин [20];

t_c – время сварки в защитном газе, $t_c = 347,68$ мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 17 \times 347,68 = 5910,56 \text{ л.}$$

3.9.4 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле:

$$M_{\phi} = K_{p\phi} \times M_{\text{эп}}, \quad (3.17)$$

где $K_{p\phi}$ – коэффициент расхода флюса, $K_{p\phi} = 1,1 \dots 1,3$; принимаем $K_{p\phi} = 1,2$.

$$M_{\phi} = 1,2 \times 6,649 = 7,979 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \times Ц_{\phi}, \quad (3.18)$$

где $Ц_{\phi}$ – цена флюса АН-348А, руб/кг; $Ц_{\phi} = 125,84 \text{ руб/кг}$ [30]

$$З_{\phi} = 7,979 \times 125,84 = 1004,12 \text{ руб.}$$

3.9.5 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [23]:

$$W_{\text{тэ}} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.19)$$

где U_c, I_c – параметры режима сварки, $U_c = 26-28 \text{ В}$, $I_c = 260-280 \text{ А}$ (для сварки в смеси газов), $U_c = 32-33 \text{ В}$, $I_c = 530-540 \text{ А}$ (для сварки под слоем флюса) [20];

t_c – основное время сварки шва, $t_c = 7,251 \text{ ч}$ (для сварки в смеси газов), $t_c = 1,243 \text{ ч}$ (для сварки под слоем флюса) (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$\eta_{\text{и}}$ – КПД источника сварочного тока, для аппарата ДС 500.33М $\eta_{\text{и}} = 0,93$ [7], для сварочного инвертора SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1 $\eta_{\text{и}} = 0,89$ [8];

$P_{\text{х}}$ – мощность холостого хода источника, $P_{\text{х}} = 0,4$ Вт [23];

$\frac{t_{\text{с}}}{K_{\text{в}}}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа производства ($K_{\text{в}}$ можно выбрать по таблице 3.2.2 [23]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{\text{тэ}} = W_{\text{тэ}} \times Ц_{\text{э.э.}}, \quad (3.20)$$

где $W_{\text{тэ.}}$ – расход технологической электроэнергии, Вт;

$Ц_{\text{э.э.}}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{\text{э.э.}} = 5,63$ руб/кВт×ч [37];

Сварка в защитном газе:

$$W_{\text{тэ1}} = \frac{26 \times 260 \times 0,725}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 6,526}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{7,251}{0,7} - 7,251 \right) = 60290 \text{ Вт},$$

Сварка под слоем флюса:

$$W_{\text{тэ}} = \frac{32 \times 530 \times 0,124}{0,89} + \frac{33 \times 540 \times 1,119}{0,89} + 0,4 \times \left(\frac{1,243}{0,7} - 1,243 \right) = 24853 \text{ Вт},$$

$$З_{\text{тэ}} = (60,29 + 24,853) \times 5,63 = 479,35 \text{ руб.}$$

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 [38].

Приспособление сборочно-сварочное.

Принципиальная схема приспособления сборочно-сварочного показана на рисунке 4.1.

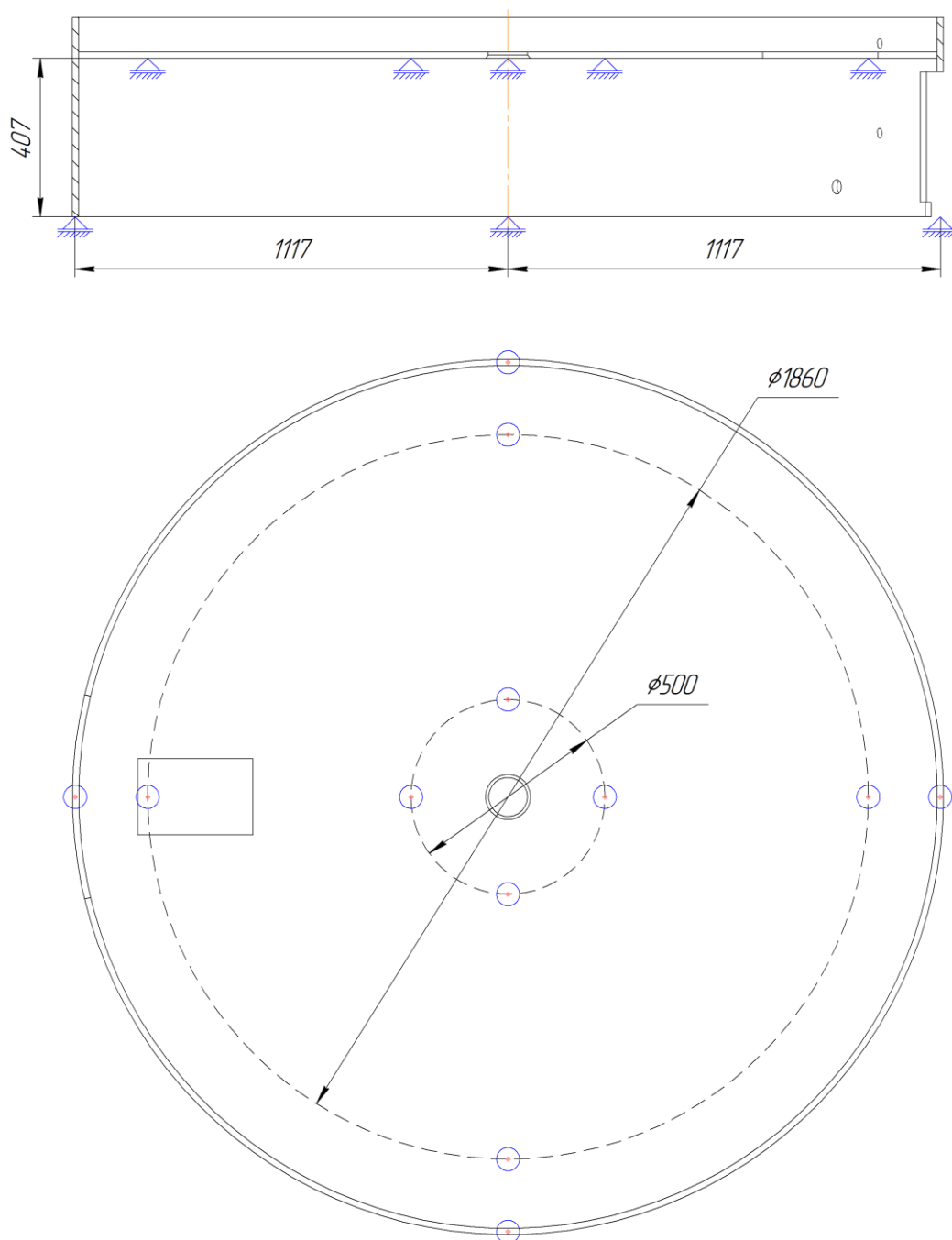


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема приспособления сборочно-сварочного

4.2 Расчёт элементов приспособления

Точное регулирование высоты подпорки приспособления осуществляется с помощью регулировочных гаек поз. 7. Рассчитаем диаметр резьбы регулировочной гайки. Диаметры резьбы определим по формуле [39]:

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

где P – усилие на болт, кгс/см²;

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

$[\sigma]_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение на сжатие для винта, Н/мм² [39];

n – количество креплений;

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times 474 \times 2}{950 \times 5}} = 0,65 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений для большей жесткости, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем $d_p = 10$ мм [39].

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» [40]. 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 [41]:

- 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).

Инструкция по эксплуатации приспособления сборочно-сварочного 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 [41].

Для проектируемого участка сборки и сварки чана жаровни Ж-68 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 [34].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [34]:

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

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, $N = 240$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010-105 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 240 \times \frac{793,2}{60} = 3174 \text{ ч.},$$

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

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

$$n_p = \frac{3174}{3762} = 0,84,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,84}{1} = 0,84.$$

В процентном соотношении загрузка составит 84,37 %.

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 3174 \text{ ч},$$

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 [34]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{3174}{1976} = 1,61. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 2$. В первую смену работает 1 человек и во вторую 1 человек.

Определим количество рабочих списочных [34]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_R}{\Phi_d} = \frac{3174}{1739} = 1,83. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 2$.

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 [41].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [41]:

- 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: сварочный стол, одно приспособление сборочно-сварочное, аппарат ДС 500.33М (*MIG/MAG, MMA*), подающий механизм ПМ 4.33М, сварочный инвертор *SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1*, каретка сварочная КЕДР *СК-7 Plus Expert*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q = 2,0$ т и краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия и тара с заготовками.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления чана жаровни Ж-68. Жаровня Ж-68 предназначена для тепловой обработки мятки семян масличных культур (подсолнечника, хлопчатника и др.) с целью обеспечения оптимальных условий отжима на шнековых маслопрессах. Жаровня состоит из шести чанов, имеющих обогреваемые насыщенным паром рубашки, вала с перемешивающими ножами, мотора-редуктора, аспирационной трубы и опоры. В нижнем чане имеются два окна для выпуска мезги [12]. В качестве материала деталей изделия применяется стали следующих марок: 20 в ГОСТ 1050-88 и Ст3пс ГОСТ 380-2005.

Сборка-сварка чана жаровни Ж-68 выполняется на приспособлении сборочно-сварочном ФЮРА.000001.142.00.000 СБ которое состоит из: круга; шайбы; штырей; диска; стоек; стойки; болтов М10; гаек М10; швеллеров.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный аппарат ДС 500.33М (*MIG/MAG, MMA*) совместно с подающим механизмом ПМ 4.33М

[7], каретку сварочную КЕДР СК-7 *Plus Expert* под гибкую рейку [10] в комплекте с сварочным инвертором *SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1* [8].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления чана жаровни Ж-68 приведены в таблице 3.11.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [34]:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{год}} + E_n \times K, \quad (6.1)$$

где $C_{\text{год}}$ – себестоимость годового объема продукции, руб/изд x год;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, руб/год;

K – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [34]:

$$K = K_o + K_n + K_{зд}, \quad (6.2)$$

где K_o – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

K_n – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

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

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [34]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \times O_i \times \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб. (см. таблицу 6.1) [42,23,35,36];

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. (см. таблицу 6.1);

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера (см. пункт 5.2).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [22,10,9]

Наименование оборудования		μ_{oi}	Π_{oi}
ДС 500.33М (MIG/MAG, MMA) + ПИМ 4.33М	1 шт.	0,844	536436
КЕДР СК-7 <i>Plus Expert</i>	1 шт.	0,844	530204
SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1	1 шт.	0,844	732440

$$K_{co1} = 536436 \times 1 \times 0,844 = 452576 \text{ руб.},$$

$$K_{co2} = 530204 \times 1 \times 0,844 = 447318 \text{ руб.},$$

$$K_{co3} = 732440 \times 1 \times 0,844 = 617939 \text{ руб.},$$

$$K_{co} = 452576 + 447318 + 617939 = 1517832 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _{со} , руб.
ДС 500.33M (MIG/MAG, MMA) + ПМ 4.33M	1 шт.	452576
КЕДР СК-7 <i>Plus Expert</i>	1 шт.	447318
SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1	1 шт.	617939
Итого		1517832

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [34]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \times \Pi_j \times \mu_{nj}, \quad (6.4)$$

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

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (см. таблицу 6.3);

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления (см. таблицу 6.1);

$$K_{\text{пр}1} = 415000 \times 1 \times 0,844 = 350124 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	К _{прj} , руб.	Π _j , шт	К _{пр} , руб.
Приспособление сборочно-сварочное	415000	1	350124
ФЮРА.000001.142.00.000 СБ			
ИТОГО			350124

6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [34]:

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{Oi}} \times h \times k_{\text{в}} \times \Pi_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{Oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед.}$, для предлагаемого технологического процесса: $S = 82,63 \text{ м}^2$ (см чертеж ФЮРА.000002.142 ЛП);

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

k_b – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 [34] (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $k_b = 1$);

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1 м^3 здания на 01.01.2023 составляет, $\Pi_{зд} = 94 \text{ руб}/\text{м}^3$;

$$K_{зд} = 82,63 \times 1 \times 12 \times 94 = 93207 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

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

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [34]:

$$C_{\text{год}} = N_{\text{г}} \times (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{ руб./год.} \quad (6.7)$$

где $C_{\text{М}}$ – затраты на основные материалы, руб.;

$C_{\text{В}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{\text{З}}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$C_{\text{Э}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

$C_{\text{а}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{и}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

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

6.2.2.1 Определение затрат на основные металлы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия, определяем по формуле [43]:

$$C_{м} = H_{м} \times k_{т.з.} \times \Pi_{м} - H_{о} \times \Pi_{о} \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где $H_{м}$ – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.9);

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [43].

$\Pi_{м}$ – средняя оптовая цена сталей сталь 20 и Ст3пс, на 01.01.2023, руб./кг:

– для стали 20 = 63,9 руб./кг [44], при $H_{м} = 1748,642 \times 1,3 = 2273,235$ кг,

– для стали Ст3пс = 35,65 руб./кг [45], при $H_{м} = 24,258 \times 1,3 = 31,535$ кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [36].

$H_{о}$ – норма возвратных отходов;

$$H_{о} = H_{м} \times 0,3 = (1748,642 + 24,258) \times 0,3 = 531,87 \text{ кг/ изд.},$$

$\Pi_{о}$ – цена возвратных отходов, $\Pi_{о} = 20$ руб/кг;

$$C_{м} = 1,04 \times (2273,235 \times 63,9 + 31,535 \times 35,65) - 531,87 \times 20 = 141601,88 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [34]:

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

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг: $G_d = 13,558$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О, $G_d = 6,456$ кг – для проволоки Св-18ХГС, (смотри пункт 3.9);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [23], $k_{nd} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [23], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем для сварки в защитном газе $\psi_p = 0,1$, для сварки под слоем флюса $\psi_p = 0,0$;

$\Pi_{\text{п.с.}}$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг: $\Pi_{\text{п.с.}} = 22,88$ руб/кг – для проволоки Св-08Г2С-О [46], $\Pi_{\text{п.с.}} = 416,2$ руб/кг – для проволоки Св-18ХГС [47] на 01.01.2023;

$$C_{\text{п.с.}} = (13,558 \times 22,88 \times 1,1 + 6,456 \times 416,2 \times 1,0) \times 1,03 = 3118,98 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [34]:

$$C_{\text{газ}} = g_{\text{шкi}} \times \Pi_{\text{газ}} \times t_c, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где $g_{\text{шкi}}$ – расход смеси, $g_{\text{шкi}} = 17$ л/мин. (смотри пункт 3.2);

$\Pi_{\text{газ}}$ – стоимость смеси, л., $\Pi_{\text{газ}} = 0,17$ руб./л. [48];

t_c – время сварки в смеси газов, мин., $t_c = 435,09$ мин. (смотри пункт 3.8);

$$C_{\text{газ}} = 17 \times 0,17 \times 435,09 = 1257,4 \text{ руб/изд.}$$

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле [23]:

$$M_{\text{ф}} = K_{\text{рф}} \times M_{\text{эп}}, \quad (3.17)$$

где $K_{\text{рф}}$ – коэффициент расхода флюса, $K_{\text{рф}} = 1,1 \dots 1,3$; принимаем $K_{\text{рф}} = 1,2$.

$$M_{\phi} = 1,2 \times 6,649 = 7,979 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \times Ц_{\phi}, \quad (3.18)$$

где $Ц_{\phi}$ – цена флюса АН-348А, руб/кг; $Ц_{\phi} = 125,84$ руб/кг [30]

$$З_{\phi} = 7,979 \times 125,84 = 1004,12 \text{ руб.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [34]:

$$C_z = (C_{\text{чi}} \times T_o \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай.}}) / 60, \quad (6.11)$$

где $C_{\text{чi}}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч., $C_{\text{чi}} = 74,85$ руб.;

T_o – время на изготовление одного изделия, мин. (смотри пункт 3.8);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{\text{доп}} = 1,2$ [34];

$K_{\text{сс}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая $K_{\text{сс}} = 1,3$ [34].

$K_{\text{рай.}}$ – районный коэффициент, $K_{\text{рай.}} = 1,3$ [34];

$$C_z = (74,85 \times 793,47 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 2007,43 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [23]:

$$W_{\text{тэ}} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.19)$$

где U_c, I_c – параметры режима сварки, $U_c = 26-28$ В, $I_c = 260-280$ А (для сварки в смеси газов), $U_c = 32-33$ В, $I_c = 530-540$ А (для сварки под слоем флюса) [20];

t_c – основное время сварки шва, $t_c = 7,251$ ч (для сварки в смеси газов), $t_c = 1,243$ ч (для сварки под слоем флюса) (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$\eta_{\text{и}}$ – КПД источника сварочного тока, для аппарата ДС 500.33М $\eta_{\text{и}} = 0,93$ [7], для сварочного инвертора *SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1* $\eta_{\text{и}} = 0,89$ [8];

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт [23];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [23]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{\text{тэ}} = W_{\text{тэ}} \times Ц_{\text{э.э.}}, \quad (3.20)$$

где $W_{\text{тэ}}$ – расход технологической электроэнергии, Вт;

$Ц_{\text{э.э.}}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{\text{э.э.}} = 5,63$ руб/кВт×ч [37];

Сварка в защитном газе:

$$W_{\text{тэ1}} = \frac{26 \times 260 \times 0,725}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 6,526}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{7,251}{0,7} - 7,251 \right) = 60290 \text{ Вт},$$

Сварка под слоем флюса:

$$W_{ТЭ} = \frac{32 \times 530 \times 0,124}{0,89} + \frac{33 \times 540 \times 1,119}{0,89} + 0,4 \times \left(\frac{1,243}{0,7} - 1,243 \right) = 24853 \text{ Вт},$$

$$З_{ТЭ} = (60,29 + 24,853) \times 5,63 = 479,35 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [34]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15\%$ [34],

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [34],

$$C_{31} = \frac{536436 \times 1 \times 0,844 \times 0,15\% \times 1,15}{240} = 2171,84 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{32} = \frac{530204 \times 1 \times 0,844 \times 0,15\% \times 1,15}{240} = 2146,61 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{33} = \frac{732440 \times 1 \times 0,844 \times 0,15\% \times 1,15}{240} = 2965,4 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_3 = 2171,84 + 2146,61 + 2965,4 = 7283,86 \text{ руб./изд.}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		С _з , руб/изд.
ДС 500.33М (MIG/MAG, MMA) + ПМ 4.33М	1 шт.	2171,84
КЕДР СК-7 <i>Plus Expert</i>	1 шт.	2146,61
SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1	1 шт.	2965,4
ИТОГО		7283,86

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [34]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [34];

$$C_u = \frac{415000 \times 1 \times 0,844 \times 0,15}{240} = 218,83 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	П _ж , шт.	С _и , руб/изд.
Приспособление сборочно-сварочное	415000	1	218,83
ФЮРА.000001.142.00.000 СБ			
ИТОГО			218,83

6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения

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

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [43]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 82,63 \text{ м}^2$ (смотри чертеж ФЮРА.000002.142 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$ [43],

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

$$C_{\text{п}} = \frac{82,63 \times 0,08 \times 250}{500} = 6,89 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	141601,88
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	3118,98
2.2	Затраты на защитный газ	1257,4

Продолжение таблицы 6.6

1	2	3
2.3	Затраты на флюс	1004,12
3	Заработная плата	2007,43
4	Затраты на электроэнергию	479,35
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	7283,86
6	Расходы на амортизацию приспособлений	218,83
7	Затраты на содержание помещения	6,89
ИТОГО технологическая себестоимость:		156978,74

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 240 \times (141601,88 + 3118,98 + 1257,4 + 1004,12 + 2007,43 + 479,35 + 7283,86 + 218,83 + 6,89) = 37674897,29 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 1517832 + 350124 + 93207 = 1961163 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 37674897,29 + 0,15 \times 1961163 = 37969071,68 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	2,09
3	Количество оборудования, шт.	1
4	Количество производственных рабочих, чел	1
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	136,5
8	Количество приведенных затрат, руб/изд.×год.	37969071,68
9	Себестоимость одного изделия, руб.	156978,74

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

- капитальные вложения 1961163 руб.;
- себестоимость продукции 37674897,29 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 37969071,68 руб/изд.×год.

7 Социальная ответственность

На участке производится сборка и сварка чана жаровни Ж-68. При изготовлении чана жаровни Ж-68 осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, сварка под слоем флюса и слесарные операции.

При изготовлении чана жаровни Ж-68 на участке используется следующее оборудование:

– сварочный аппарат ДС 500.33М (<i>MIG/MAG, MMA</i>)	1 шт.;
– подающий механизм ПМ 4.33М	1 шт.;
– каретка сварочная КЕДР СК-7 <i>Plus Expert</i>	1 шт.;
– сварочный инвертор <i>SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1</i>	1 шт.;
– приспособление сборочно-сварочное	
ФЮРА.000001.142.00.000 СБ	1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5,0 т и кран-балкой 2,0 т.

Жаровня Ж-68 предназначена для тепловой обработки мятки семян масличных культур (подсолнечника, хлопчатника и др.) с целью обеспечения оптимальных условий отжима на шнековых маслопрессах. Жаровня состоит из шести чанов, имеющих обогреваемые насыщенным паром рубашки, вала с перемешивающими ножами, мотора-редуктора, аспирационной трубы и опоры. В нижнем чане имеются два окна для выпуска мезги [12]. Масса чана жаровни Ж-68 составляет 1773,23 кг.

В качестве материала деталей чана жаровни Ж-68 используют стали следующих марок: сталь 20 и Ст3пс. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO₂ (20 %) ISO 14175 – M21 сварочной проволокой Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм. Протяженные швы выполняются автоматической дуговой сваркой под слоем флюса сварочной проволокой Св-18ХГС ГОСТ 2246-70 диаметром 3, мм. Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны применяется флюс АН-348А.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестью 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 $S = 82,63 \text{ м}^2$.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо физиологическое обоснование требований к устройству оборудования, рабочего места, длительности периодов труда и отдыха и ряда других факторов, влияющих на работоспособность.

При организации труда необходимо учитывать психологические особенности отдельных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психологические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и т.д.

Основным средством повышения производительности труда и снижения утомления является ритм труда и рациональный режим труда и отдыха. Ритмичный труд позволяет рационально расходовать, нервную и мышечную энергию, поддерживать работоспособность. При правильном чередовании труда и отдыха работоспособность также повышается.

Важнейшим психофизиологическим средством повышения производительности является создание благоприятных отношений в коллективе, в чем велика роль руководителя. Устранение отрицательных эмоций предупреждает не только развитие утомления, но и появление нервных и сердечно-сосудистых заболеваний.

С целью ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной опасности можно рекомендовать проведение следующих мероприятий:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- соблюдение предельно допустимых норм деятельности;
- установление переменной нагрузки в соответствии с динамикой работоспособности;
- чередование различных рабочих операций или форм деятельности в течение рабочего дня;
- рациональное распределение функций между человеком и техническими устройствами;
- соответствие психофизиологических качеств человека характеру и сложности выполняемых работ; это соответствие достигается путем профессионального отбора, обучения и тренировок технологов-сварщиков.

7.1.1 Законодательные и нормативные документы

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

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

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

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

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

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

К нормативным документам относятся:

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

застройки.

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

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

7.2 Производственная безопасность

7.2.1 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 180 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7% (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также CO₂ до 0,5÷0,6%; CO 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 0,02 г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [49, 50].

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 (известь, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [60].

На участке сборки и сварки изготовления чана жаровни Ж-68 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 *IIб* – 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.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [51].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [52]:

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

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

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

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \times B \times n, \quad (7.2)$$

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

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [53]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_{\text{с}}}, \quad (7.3)$$

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

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

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

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.4)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \times H = 1,62 + 0,8 \times 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (7.5)$$

$$B = b + 0,8 \times H = 1,68 + 0,8 \times 2,47 = 3,66 \text{ м,} \quad (7.6)$$

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 1 = 13,17 \text{ м}^2.$$

$$L_{\text{м}} = 13,17 \times 0,2 = 2,63 \text{ м}^3 \times \text{с.}$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет $L_{\text{м}} = 9485 \text{ м}^3 \times \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВРМ-6,3ДУ с двигателем АИС90L2-6 1,5 кВт 930 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

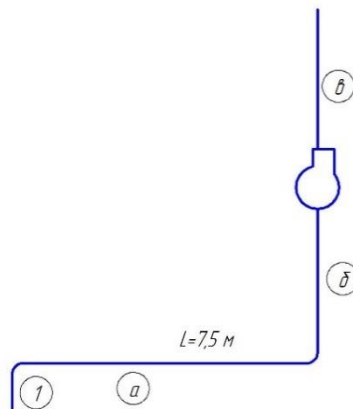


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{m1} = 9485 \times 1/1 = 9485 \text{ м}^3 \times \text{ч}.$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [53]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{9485}{0,2} \right)^{1/2} = 246 \text{ мм}, \quad (7.7)$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

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

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный аппарат ДС 500.33М (*MIG/MAG, MMA*);
- подающий механизм ПМ 4.33М;
- каретка сварочная КЕДР СК-7 *Plus Expert*;
- сварочный инвертор *SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) 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 [54].

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	-	-	-

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 [54].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [50].

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 [55].

7.2.2 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 6 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 3 светильника.

7.2.3 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 $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \times \text{мин}$ [56].

2. Защита от сварочных излучений.

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

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

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

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

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-114259-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

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

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

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

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

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

7.2.4 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 частей чана жаровни Ж-68 на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

7.3 Экологическая безопасность

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 [57].

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 чана жаровни Ж-68 ФЮРА.00Ж-68.142.00.000 СБ используют масляные фильтры *CF-PS12* (325(2)/170) 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 [57].

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 чана жаровни Ж-68 предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора (в том числе остатки флюса). Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [57].

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

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 ОВЭ-8 (з) АВСЕ 01 морозостойкие Пожнотех [58] (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).

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан участок сборки сварки чана жаровни Ж-68.

Для сборки-сварки чана жаровни Ж-68 применено приспособление сборочно-сварочное, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

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

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

Годовая производственная программа составляет 240 изделий.

Площадь спроектированного участка – 82,63 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 84,37 %;

Количество приведенных затрат – 37969071,68 руб./изд.×год.

Библиография

1. Технология производства растительного масла URL: https://itexn.com/7354_tehnika-dlja-proizvodstva-rastitelnogo-masla.html?ysclid=lf7xnuklb737176944 (дата обращения: 14.03.2023)
2. Особенности изготовления растительного масла URL: https://itexn.com/7354_tehnika-dlja-proizvodstva-rastitelnogo-masla.html?ysclid=lf7xnuklb737176944 (дата обращения: 14.03.2023)
3. Растительное масло: разнообразие видов URL: <https://www.oum.ru/yoga/pravilnoe-pitanie/rastitelnoe-maslo-raznoobrazie-vidov/?ysclid=lf7xxot01l299730330> (дата обращения: 14.03.2023)
4. ROSWELD разработано в России. Каталог/2022. Промышленное сварочное оборудование, комплектующие и ЗИП.
5. Электродуговая полуавтоматическая сварка URL: http://rosweld.ru/mig_mag/ (дата обращения: 14.03.2023)
6. SYNSTAR 330 TS URL: <https://welding.cebora.it/ru/products/mig-mag/synstar-330> (дата обращения: 14.03.2023)
7. ДС 500.33М МЕХАНИЗИРОВАННАЯ СВАРКА – MIG/MAG Сварка покрытым электродом – ММА URL: <http://xn--e1aqadalkdy.xn--p1ai/ftpgetfile.php?id=92> (дата обращения: 07.04.2023)
8. Сварочный инвертор SAW STANDART MZ 1000 (M308) AT-1 URL: <https://svarog-rf.ru/products/mz-1000-m308-at-1> (дата обращения: 15.03.2023)
9. Сварочный трактор HUGONG ARMADA 1000N URL: https://hugongweld.ru/catalog/svarochnye_traktory/svarochnyy_traktor_hugong_armada_1000n_029646/ (дата обращения: 15.03.2023)
10. Каретка сварочная КЕДР СК-7 Plus Expert под гибкую рейку URL: https://kedrweld.ru/products/svarochnye_apparaty/seriya_kedr_pro/saw/karetka_svarochnaya_kedr_sk_7_plus_expert_pod_gibkuyu_reyku/ (дата обращения: 15.03.2023)

11. Сварочная каретка *Huawei* HK-7W-F URL: <https://huaweiru.ru/products/svarochnaya-karetka-huawei-hk-7w-f> (дата обращения: 15.03.2023)
12. ЖАРОВНЯ Ж-68 URL: https://promselmash.ru/our_products/zharovnya-zh-68/ (дата обращения: 07.04.2023)
13. ГОСТ 23118-2019 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия».
14. СП 53-101-98. «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций».
15. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
16. ГОСТ Р 59604.2-2021. Система аттестации сварочного производства. Часть 2. Аттестация персонала. Правила. URL: <https://protect.gost.ru/default.aspx/docimientl%20.aspx?control=31%20&baseC=6&page=0&month=%2011%20&%D1%83%D0%B5%D0%B0%D0%B3=-1%20&search=&id=241512> (дата обращения: 07.04.2023)
17. Ильяшенко Д.П. Сварочное производство. Неразрушающий контроль: учебнометодическое пособие / Д.П. Ильященко. М.А. Кузнецов. А.А. Ермаков; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2022. – 109 с. ISBN 978-5-4387-1066-0
18. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю
19. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»
20. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: илл. ISBN 978-5-94275-582-9

21. Сталь 20: Качества, характеристики, сортамент, сферы применения и условия эксплуатации URL: <https://areal-metal.ru/spravka/stal-marki-20> (дата обращения: 07.04.2023)
22. Сталь СтЗсп: состав, характеристики, применение URL: <https://pressadv.ru/stali/st3ps-rasshifrovka.html> (дата обращения: 07.04.2023)
23. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
24. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с., ил.
25. Китаев А.М. Китаев Я.А. Справочная книга сварщика. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с., ил. (Серия справочников для рабочих).
26. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
27. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения: 07.04.2023)
28. Электронный марочник российских сталей. Самый полный источник информации об отечественных сталях URL: <https://rss.metalinfo.ru/ru/russteel/46461> (дата обращения: 07.04.2023)
29. Сварка и сварщик URL: <https://weldering.com/svarochnye-smesi-byvayut-argona-uglekislogo-gaza> (дата обращения: 07.04.2023)
30. Флюс сварочный АН-348А URL: <https://www.ventsvar.ru/catalog/flux-an-348a.html?pid=15695> (дата обращения: 31.03.2023)
31. 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, 2023. – 16 с.
32. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

33. РДИ 38.18.016-94 Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.

34. 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.

35. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов.

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

37. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oao-kuzbassenergo/> дата обращения: 10.04.2023)

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

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

40. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

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

42. Аппарат сварочный ДС500.33М 380В 50КГ 50 - 500А 610x270x535ММ Технотрон, НПП ООО Россия URL: <https://etpgpb.ru/portal/catalog/products/1632101-apparat-svarochnyy-ds500-33m-380v-50kg-50-500a-610x270x535mm-tehnot/> (дата обращения: 05.05.2023)

43. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.

44. Лист 25x1070x1500 ст 20 URL:
https://nsk.pulscen.ru/products/list_25kh1070kh1500_st_20_101480779 (дата
обращения: 05.05.2023)

45. Лист стальной Ст3ПС 5x1370 мм URL:
https://nsk.pulscen.ru/products/list_stalnoy_st3ps_5kh1370_mm_110741707 (дата
обращения: 05.05.2023)

46. Проволока сварочная от 0,3 до 12 мм по ГОСТ 2246-70 08Г2С,
06Х19Н9Т URL:
https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka_svarochnaya_ot_0_3_do_12_mm_po_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677 (дата обращения:
05.05.2023)

47. Сварочная проволока D= 4 Марка: Св-18ХГС ГОСТ 2246-70
Вид_упак.: моток Вес: 80 URL:
https://kemerovo.pulscen.ru/products/svarochnaya_provoloka_d_4_marka_sv_18khgs_gost_2246_70_vid_upak_motok_ves_80_234476052 (дата обращения:
05.05.2023)

48. Газовая смесь аргон-углекислота (75-80% Ar, 25-20% CO₂) 40 л URL:
https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya_smes_argon_uglekislota_75_80_ar_25_20_so2_40_l (дата обращения:
18.05.2023)

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

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

51. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL:
<http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 18.05.2023)

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

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

54. 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.

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

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

57. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория *URL*: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 18.05.2023)

58. Огнетушитель ОВЭ-8 (з) АВСЕ 01 морозостойкие Пожнанотех *URL*: <https://novosibirsk.di01.ru/product/ove-8-z-avsye-01-morozostoykie-pozhnanotekh/> (дата обращения: 31.05.2023)

Спецификация. Чан жаровни

Копировал

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Обязательное)
Спецификация. Приспособление сборочно-сварочное

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
																Документация		
															ФЮРА.0000001.14.2.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
																Детали		
														1	ФЮРА.0000001.14.2.00.001	Круг	1	
														2	ФЮРА.0000001.14.2.00.002	Шайба	1	
														3	ФЮРА.0000001.14.2.00.003	Штырь	16	
														4	ФЮРА.0000001.14.2.00.004	Диск	1	
														5	ФЮРА.0000001.14.2.00.005	Стойка	4	
														6	ФЮРА.0000001.14.2.00.006	Стойка	1	
																Стандартные изделия		
														7		Болт М10 х 35 ГОСТ 7798-70	5	
														8		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	5	
																Материалы		
														9		Швеллер 8П ГОСТ 8240-97 Ст3 ГОСТ 535-88	4	l = 0,98 м
																ФЮРА.0000001.14.2.00.000		
																Приспособление сборочно-сварочное		
																Лит.	Лист	Листов
																и		1
																ЮТИ ТПУ гр. 3-10А81		
																Копировал	Формат	А4

Дүбөл			
Вэем			
Пөдөл			

[illegible]

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование 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

13

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			

ФЮРА.000Ж-68.142.000.0000										Чан жаровни									
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение, код					Обозначения документа								
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																		
А01																			
002	050 Сварка																		
03	Приспособление сварочно-сварочное ФЮРА.0000001142.00.000 СБ; Кран-балка Q=2,0 т; Захват Q=2,0 т.;																		
А04	Строп цепной универсальный Q= 2,0 т.; Строп электромагнитный Q=2,0 т.																		
Б05	1. Снять сб. ед. 1 с приспособления сварочно-сварочного ФЮРА.0000001142.00.000 СБ T=4,0 мин.																		
06	2. Снять с приспособления сварочно-сварочного ФЮРА.0000001142.00.000 СБ подпарку. T=16 мин.																		
07	3. Кантовать сб. ед. 1 на 180° и установить на приспособление сварочно-сварочное T=8,0 мин.																		
08	ФЮРА.0000001142.00.000 СБ.																		
09	4. Установить кольцо поз. 6 согласно чертеж. T=16 мин.																		
010	5. Установить одечайку внутреннюю поз. 5 согласно чертеж. T=2,2 мин.																		
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП	Карта технологического процесса																		15

[illegible]

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. Б.Т.К.																			
Н. контр.																			

А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение, код					ОП	ЕН	КИ	Н.расх.		
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала															

А01	Чан жаровни																
002	2. Заварить св. шов. T=0,19 мин.																
03	Тип соединения	Длина, мм.	Расход, кг.	Примечание													
А04	№2 Т1 ▽3	89	0,005	см. Е-Е лист 2													
Б05	Исб. А 200-230	Исб. В 24-26	расход газа 11-12 л/мин.														
06	3. Kleймить клеём сварщика на дет поз. 22. T = 2,1 мин.																
07	Подузел №1.																
08	070 Сборка T _D =0,36 мин.																
09	Сварочный стол.																
010	Подузел №2.																
011	1. Установить на сварочный стол патрубок поз. 22. T=0,18 мин.																
012	2. Одеть на патрубок поз. 22 фланец поз. 9, выдержать p-p 5+1. T=0,18 мин.																
Т13	Штагенциркуль ШЦ - 1																
Т14																	
Т15																	
16																	

КТП	Карта технологического процесса																
	19																

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. Б.ТК																			
Н. контр.																			

ФОРМОВ-68 142.000.000																			
Чан жаровни																			

К/М	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Наименование детали, сб. единицы или материала						Обозначение, код													
А01																			
002																			
03																			
А04																			
Б05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
010																			
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
3. Клеимить клеем сварщика на дет поз. 4.																			
Исб, А 260-280										расход газа 15-17 л/мин.									
										I = 2,1 мин.									
КТП										Карта техно.логического процесса									
										24									

[illegible]

[illegible]

Приложение Г

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЕ

ФЮРА.000001.142.00.000 СБ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

00.0000.042 РЭ

Содержание

1 Назначение изделия	3
2 Технические данные и характеристики	3
3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного	4
3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного	4
3.2 Работа изделия	4
4 Меры безопасности	4
5. Монтаж и техническое обслуживание	5
5.1 Эксплуатационные ограничения	5
5.2 Общие указания	5
5.3 Монтаж изделия	5
5.4 Техническое обслуживание	5
6 Правила хранения и транспортировки	6
6.1 Хранение	6
6.2 Транспортирование	6
7 Сведения об утилизации	6
Приложение А Внешний вид приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.142.00.000 СБ	7

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.142.00.000 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.

1 Назначение изделия

1.1 Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.142.00.000 СБ предназначено для сборки чана жаровни. Приспособление сборочно-сварочное обеспечивает необходимые установочные размеры и придания округлости обечайки роз. 4.

2 Технические данные и характеристики

2.1 Основные технические данные и характеристики:

грузоподъемность – 2000 кг.;

габариты – 2440 х 467 мм.;

вес – 253 кг.

2.2 Материал основных деталей Ст3.

2.3 Средний срок службы – 12 лет.

3 Устройство и работа приспособления сборочно-сварочного

3.1 Состав приспособления сборочно-сварочного

3.1.1 Внешний вид приспособления сборочно-сварочного показан в приложении А. Приспособление сборочно-сварочное состоит из: 1. Круга; 2. Шайбы; 3. Штырей (16 шт.); 4. Диска; 5. Стоек (4 шт.); 6. Стойки; 7. Болтов М10 (5 шт.); 8. Гаяк М10 (5 шт.); 9. Швеллеров (4 шт.).

3.2 Работа изделия

3.2.1 Устанавливается на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.142.00.000 СБ обечайка наружная поз. 4 по штырям приспособления, затем на подпорку приспособления внутрь обечайки наружной поз. 4 укладывается дно внутреннее поз. 18.

4 Меры безопасности

4.1 Рабочий персонал может быть допущен к работе приспособления сборочно-сварочного только после проведения соответствующих инструктажей по охране труда при работе с объектами, находящимися под действием электрического тока.

5. Монтаж и техническое обслуживание

5.1 Эксплуатационные ограничения

5.1.1 Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.142.00.000 СБ следует использовать только в условиях эксплуатации, соответствующих указанным в эксплуатационной документации на него и на параметры не превышающих значений, указанных в настоящем руководстве.

5.2 Общие указания

5.2.1 К монтажу, эксплуатации и обслуживанию допускается персонал, изучивших устройство приспособления сборочно-сварочного.

5.3 Монтаж изделия

5.3.1 Установка и снятие подпорки приспособления осуществляется с помощью грузоподъемного устройства грузоподъемностью не менее 200 кг.

5.4 Техническое обслуживание

5.4.1 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.

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

6 Правила хранения и транспортировки

6.1 Хранение

6.1.1 Хранение приспособления сборочно-сварочного следует осуществлять в закрытых складских помещениях.

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

6.2 Транспортирование

6.2.1 Условия транспортирования 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

6.2.2 Приспособления сборочно-сварочные разрешается транспортировать любым видом закрытого транспорта в полном соответствии с правилами перевозки грузов, действующих на данном виде транспорта.

7 Сведения об утилизации

7.1 Приспособление сборочно-сварочные 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.

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

Приложение А

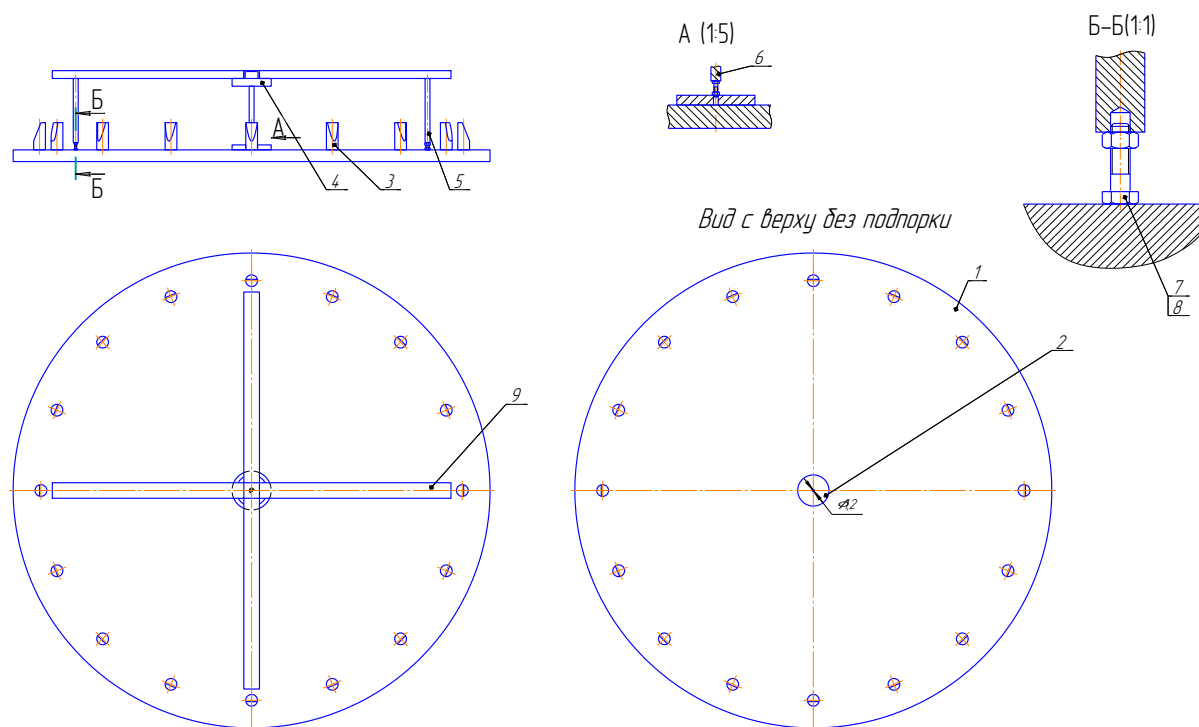


Рисунок А.1 – Устройство приспособления сборочно-сварочного
ФЮРА.000001.142.00.000 СБ