

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

Институт электронного образования _____
 Направление подготовки Оборудование и технология сварочного производства
 Кафедра_Машиностроение_____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки

УДК 621.791:621.565:66.045.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Голендухин Д. С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гордынец А. С.	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К. А.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э. Е.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселёв А. С.	к.т.н		

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

Институт дистанционного образования
 Направление подготовки (специальность) оборудования и технология сварочного производства
 Кафедра оборудования и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ОТСП

 (Подпись) (Дата) Киселев А.С.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Голендухин Д. С.

Тема работы:

Технология сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Охладитель аммиачный ОА-1080 является холодильной установкой холодильного типа, в которой в качестве хладагента используется аммиак. При изготовлении используется механизированная сварка в среде защитных газов</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Описание сварной конструкции 2 Анализ существующих способов сварки 3 Выбор сварочных материалов 4 Расчет режимов сварки 5 Выбор источника питания 6 Технология изготовления сварной конструкции

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Сборочный чертеж охладителя аммиачного ОА-1080
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова К. А.
Социальная ответственность	Сопруненко Э. Е.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.03.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Гордынец А.С.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Голендухин Д. С.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Голендухин Денис Сергеевич

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	ОТСП

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ)</i>	<i>Стоимость применяемого оборудования для проведения эксперимента, заработная плата с учетом районного коэффициента, стоимость электроэнергии</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления от заработной платы по единому социальному налогу 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Экономическая целесообразность применения научного исследования</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Планирование комплекса работ по выбранной теме</i>
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	...
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Привести затраты на приобретение оборудования и материалов</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Рассчитать трудозатраты, энергозатраты, затраты на материалы, амортизацию оборудования</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя
2. Оценка конкурентоспособности ИР
3. Матрица SWOT
4. ФСА диаграмма
5. Оценка перспективности нового продукта
6. График разработки и внедрения ИР
7. Инвестиционный план. Бюджет ИП
8. Основные показатели эффективности ИП
9. Риски ИП

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Голендухин Д. С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Голендухин Д. С.

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Оборудования и технологии сварочного производства
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01. «Машиностроение»

Тема выпускной квалификационной работы: Технология сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:
<p>1. Целью данного раздела – выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных для здоровья человека факторов, которые могут возникнуть при работе на сварочном производстве</p> <p>2. Описание рабочего места при выполнении сварочных работ на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум, , обеспечить безопасное использование электроустановок, рабочую приточную вентиляцию – опасных проявлений факторов производственной среды (в связи с присутствием электричества для питания сварочного оборудования и освещенности цеха, наличии горючих) и взрывоопасных газов необходимо предусмотреть, если есть, то перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро - и взрывоопасности); - необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия (рассмотреть минимум 2 ЧС – 1 природную, 1 техногенную).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
<p>1. Анализ сварочного производства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – а) приводится перечень всех используемых в работе газов, их агрегатное состояние, класс опасности (токсичности), механизм воздействия их на организм человека; приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды; – приводятся правила охраны труда и техники безопасности – б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; – в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ; – приводятся правила обращения с баллонами для сжатых и сжиженных газов.

<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ; – б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка; <p>пожаро-взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).</p>
<p>3. Охрана окружающей среды: организация безотходного производства (приводится перечень отходов, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия – разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНИПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);
<p>Перечень графического материала: 1) Расчет защитного заземления</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сопруненко Э.Е.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Голендухин Д. С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 79 с., 14 рис., 46 табл., 23 источников, 11 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: охладитель аммиачный, сварка, повышение производительности, автоматизация сварочных процессов.

Объектом является технологический процесс изготовления аммиачного теплообменника с использованием средств механизации и автоматизации сборочно-сварочных процессов.

Цель работы – технология сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки.

В процессе работы производился выбор методов сварки, сварочных материалов и оборудования. Разработка технологического процесса изготовления изделия с использованием средств механизации и автоматизации сборочно-сварочных процессов.

Проведен технико–экономический анализ разработки технологии сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки. По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что она выше для технологического процесса автоматической сварки под флюсом, по сравнению с другими способами сварки.

В будущем планируется внедрение на действующее машиностроительное предприятие.

Abstract

Graduation qualification work 79 pp., 14 pic., 46 tables, 23 sources, 11 sheets of demonstration material (slides).

Keywords: ammoniac cooler, welding, productivity increase, automation of welding processes.

The object of the study is a technological process for the production of an ammonia heat exchanger using mechanization and automation equipment for assembly and welding processes.

The purpose of the work is to increase the productivity of welding operations in the manufacture of the coolant shell of ammonia OA-1080.

During the work he made a choice of welding methods, welding materials and equipment. Development of the technological process of manufacture using means of mechanization and automation of assembly and welding processes.

The carried out technical and economic analysis of the development of technologies for assembling and welding the heat exchanger of an ammonia refrigeration plant. According to the project's resource efficiency, it can be concluded that it is higher for the technological process of automatic submerged arc welding, in comparison with other welding methods.

In the future, it is planned to introduce the existing machine-building enterprise.

Содержание

	С.
Введение	12
1 Описание сварной конструкции	13
1.1 Материал сварной конструкции	14
1.2 Технологическая свариваемость материала	15
2 Анализ существующих способов сварки	16
2.1 Механизированная сварка в среде защитных газов	16
2.2 Автоматическая сварка под слоем флюса	16
3 Выбор сварочных материалов	18
3.1 Для механизированной сварки в среде защитных газов	18
3.2 Для автоматической сварки под слоем флюса	19
3.3 Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами	19
4 Расчет режимов сварки	21
4.1 Для механизированной сварки в среде защитных газов	21
4.2 Для автоматической сварки под слоем флюса	23
4.3 Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами	28
5 Выбор источника питания	29
5.1 Выбор источников питания дуги для механизированной сварки в среде защитных газов	29
5.2 Выбор источников питания дуги для автоматической сварки под слоем флюса	30
5.3 Выбор источника питания для ручной дуговой сварки	32
6 Технология изготовления сварной конструкции	33
6.1 Предлагаемая технология изготовления обечайки	33
7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	40
7.1 Предпроектный анализ	40
7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	40
7.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	41

7.1.3 FAST – анализ	42
7.1.4 SWOT-анализ	46
7.1.5 Оценка готовности проекта к коммерциализации	50
7.2 Инициация проекта	51
7.3 Планирование управления проектом	53
7.3.1 План проекта	53
7.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	54
7.4 Бюджет научного исследования	58
7.4.1 Расчет материальных затрат НИИ	58
7.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	59
7.4.3 Расчет фонда заработной платы	60
7.4.4 Расчет дополнительной заработной платы	62
7.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды	63
7.4.6 Расчет накладных расходов	63
7.4.7 Формирование бюджета затрат НИИ	64
7.5 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования	64
8 Социальная ответственность	67
8.1 Производственная безопасность	67
8.1.1 Электробезопасность	67
8.1.2 Расчет защитного заземления	68
8.1.3 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	71
8.1.4 Противопожарная безопасность	72
8.1.5 Производственный шум	73
8.1.6 Недостаточная освещенность на рабочем месте	74
8.1.7 Повышенный уровень локальной вибрации	75
8.2 Экологическая безопасность	76
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	77
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	78
Заключение	79

Список использованной литературы

80

Диск CD-R

В конверте на
обороте обложки

ФЮРА.424765.006 Презентация.

Файл Презентация Голендухин Д.С.ppt в формате PowerPoint 2016

ФЮРА. 424765.006 Пояснительная записка.

Файл Диплом Голендухин Д.С.docx в формате Word 2016

Введение

В настоящее время аппаратурное оформление химических производств достигло значительного технического совершенства на базе последних научных исследований, общего технического прогресса и автоматизации производственных процессов, особенно широко стали использоваться в химической технологии синтеза достижения физики.

Процессы химической нефтеперерабатывающей технологии представляют соединение гидродинамических, тепловых, массообменных, биохимических и механических процессов.

Целесообразно построенный аппарат должен удовлетворять эксплуатационным, конструктивным, эстетическим требованиям и требованиям техники безопасности.

В настоящее время при конструировании аппаратов для достижения оптимальных показателей ведутся работы по снижению энергоемкости и увеличению интенсивности процессов, проходящих в аппаратах, по снижению материалоемкости при производстве аппаратов, а также уменьшению габаритных размеров.

Цель работы – технология сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки.

Достижение цели заключается в решение следующих задач:

- выбор способа сварки;
- выбор сварочных материалов;
- расчет режимов сварки;
- выбор сварочного оборудования.

На основании проведенного анализа разрабатывается технология сборки и сварки обечайки теплообменника аммиачной холодильной установки.

1 Описание сварной конструкции

Охладитель аммиачный ОА-1080 является холодильной установкой холодильного типа, в которой в качестве хладагента используется аммиак.

В охладителе ОА-1080 тепло отнимается от охлаждаемой среды кипящим при низкой температуре холодильным агентом. Охлаждаемой средой являются промежуточные хладоносители (рассол, вода и др.) либо непосредственно воздух охлаждаемых помещений.

Конструкция ОА-1080 предоставлена на сборочном чертеже.

В межтрубное пространство подводится сверху жидкий аммиак, который заполняет это пространство на 70%, пары отсасываются сверху через паросборники-отделители жидкости, приваренные к кожуху. Снизу приварен маслосборник для выпуска масла и загрязнений. Уровень жидкого аммиака в межтрубном пространстве регулируется датчиком уровня и соленоидным вентилем или другим способом.

Рассол в испаритель подается через нижний штуцер передней крышки. В крышках имеются перегородки, благодаря которым обеспечивается последовательное движение рассола по трубкам и увеличивается скорость его движения до 0,7 - 1,5 м/с.

Технические характеристики ОА-1080 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики изделия

Наименование характеристики	Значение
Поверхность охлаждения, м ³	320
Число секций, шт	8
Длина, мм.	5750
Ширина (диаметр), мм	1080
Высота, мм	2050
Масса изделия составляет, кг	16215
Мощность двигателя мешалки, кВт	2,8
Объем по рассолу, м ³	23,5

В данной работе рассматривается сборка и сварка обечайки теплообменника аммиачной холодильной установки.

1.1 Материал сварной конструкции

Сталь 09Г2С используется для разнообразных строительных конструкций благодаря высокой механической прочности, что позволяет использовать более тонкие элементы чем при использовании других сталей. Устойчивость свойств в широком температурном диапазоне позволяет применять детали из этой марки в диапазоне температур от -70 до +450 С. Также легкая свариваемость позволяет изготавливать из листового проката этой марки сложные конструкции для химической, нефтяной, строительной, судостроительной и других отраслей. Высокая механическая устойчивость к низким температурам также позволяет с успехом применять трубы из 09Г2С на севере страны. Также марка широко используется для сварных конструкций. Сварка может производиться как без подогрева, так и с предварительным подогревом до 100-120 С. Так как углерода в стали мало, то сварка ее довольно проста, причем сталь не закаливается и не перегревается в процессе сварки, благодаря чему не происходит снижение пластических свойств или увеличение ее зернистости. К плюсам применения этой стали можно отнести также, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость не снижается после отпуска. Вышеприведенными свойствами объясняется удобство использования 09Г2С от других сталей с большим содержанием углерода или присадок, которые хуже варятся и меняют свойства после термообработки.

Таблица 2 – Химический состав стали, в % по ГОСТ 19282-73 [1]

С	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
до 0,12	1,3-1,7	0,5-0,8	до 0,3	до 0,3	до 0,3	до 0,04	0,0035

Таблица 3 – Механические свойства стали по ГОСТ 19282-73 [1]

Предел прочности, σ_B МПа	Предел текучести, σ_T МПа	Относительное удлинение, δ_5 %	Ударная вязкость, КСУ кДж/м ²
430-490	265-345	21	590-640

1.2 Технологическая свариваемость материала

Свариваемость - свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией или эксплуатацией изделия.

Воспользуемся методикой определения полного эквивалента углерода для нахождения необходимого подогрева [2]:

$$\Sigma C_s = C_s + C_p, \quad (1)$$

где C_s - химический эквивалент углерода, C_p - размерный эквивалент углерода.

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле:

$$C_s = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}, \quad (2)$$

$$C_s = 0,12 + \frac{1,3}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,035}{2} = 0,46,$$

где C, Mn, Cr, V, Mo, Ni, Cu, P – процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_s = 0,005 \cdot 10 \cdot 0,46 = 0,023, \quad (3)$$

где δ – толщина свариваемой стали, мм.

Находим полный эквивалент углерода:

$$\Sigma C_s = C_s + C_p = 0,46 + 0,023 = 0,48. \quad (4)$$

Полный эквивалент углерода $C_s \geq 0,45$, следовательно, необходим предварительный подогрев.

Расчет необходимой температуры предварительного подогрева:

$$T_{II} = 350 \times \sqrt{C_{\text{эвк.пол}} - 0,25} = 350 \times \sqrt{0,48 - 0,25} = 167 \text{ }^\circ\text{C}, \quad (5)$$

назначим $T_{II} = 160 - 180 \text{ }^\circ\text{C}$

2 Анализ существующих способов сварки

В данном разделе рассматриваются достоинства и недостатки двух способов сварки: механизированной сварки в среде защитных газов и автоматической сварки под слоем флюса.

2.1 Механизированная сварка в среде защитных газов

Сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ:

- высокая производительность;
- высокая проплавливающая способность;
- значительный спектр свариваемых материалов;
- сварка во всех пространственных положениях;
- отсутствие на поверхности ванны шлака;
- легкая техника сварки.

К недостаткам способа относятся:

- сложное сварочное оборудование;
- невозможность использования данного метода в условиях монтажа из-за сквозняка, ветра, дождя;
- при определенных режимах сварки возникают сложности с удалением брызг расплавленного металла.

2.2 Автоматическая сварка под слоем флюса

Особенности сварки под флюсом:

- повышение производительности процесса по машинному времени в 6-12 раз, что даже при коэффициенте использования сварочной установки 0.5 дает возможность повысить производительность автоматической сварки под флюсом по сравнению с механизированной сваркой в среде защитных газов в 1,5-2 раза.

Повышение производительности достигается за счет использования больших токов и повышения плотности тока в электроде, [1].

- повышение качества сварного соединения за счет:

а) надежной защиты металла шва от воздействия кислорода и азота окружающего воздуха;

б) однородности металла шва по химическому составу;

в) улучшения формы шва и сохранения постоянства его размеров, что предопределяет меньшую вероятность образования непроваров, подрезов и других дефектов формирования;

г) отсутствия перерывов в процессе сварки, вызванных необходимостью смены электродов.

- уменьшение расхода электродного металла и электроэнергии;

- улучшение условий труда.

К недостаткам способа относится:

- невозможность проведение сварки в различных пространственных положениях, только в нижнем.

- высокая стоимость сварочного оборудования.

3 Выбор сварочных материалов

3.1 Для механизированной сварки в среде защитных газов

Основной особенностью механизированной сварки в углекислом газе является использование электродных проволок с повышенным содержанием элементов раскислителей, компенсирующих их выгорание в зоне сварки (таких как Mn и Cr). Согласно рекомендации [3], чаще всего для сварки низкоуглеродистых сталей используют проволоки Св-08Г2, Св-08ГС и Св-08Г2С. Выбираем сварочную проволоку Св-08ГС, т.к. в ней оптимальное соотношение кремния и марганца, а также из экономических соображений.

Химический состав проволоки Св-08ГС и механические свойства металла шва, представлены в таблице 4 и таблице 5 соответственно.

Таблица 4 - Химический состав сварочной проволоки Св-08ГС, в % по ГОСТ 2246-70 [4]

C	Cr	Si	Mn	Ni	S	P
Не более 0,1	0,2	0,6-0,85	1,4-1,7	0,25	0,025	0,03

Таблица 5 – Механические свойства наплавленного металла проволокой Св-08ГС

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %
Св-08ГС	300	500	22	50

Принимаем в качестве защитного газа углекислый газ (CO_2), так как это самый распространенный и дешевый газ.

Углекислый газ (двуокись углерода) — не ядовит, бесцветен, имеет едва ощутимый запах. При давлении 760 мм рт. ст. и температуре 0°C плотность углекислого газа по отношению к воздуху составляет 1,5, а удельный вес 1,97686 г/л. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость. При нормальных условиях (0°C и 760 мм рт. ст.) при испарении 1 кг жидкой углекислоты образуется 509 л газа. Растворимость воды в углекислоте невелика, не более 0,05%. Производится углекислый газ и в твердом виде, так называемый сухой лед. Принимаем для сварки в защитных газах углекислый газ высшего сорта.

3.2 Для автоматической сварки под слоем флюса

Равнопрочность сварного соединения при использовании механизированной сварки под слоем флюса достигается подбором сварочных проволок и флюса, и выбором режимов и техники сварки. При сварки низколегированных сталей используются флюсы, например, АН-348-А, АН-22, ОСЦ-45, также электродные проволоки Св-08ГА, Св-10НМА, Св-10ГА и др. Легирование металла шва марганцем из проволок и кремнием при проворе основного металла, при подборе соответствующего термического цикла (погонной энергии) позволяет получить металл шва с требуемыми механическими свойствами. Использование указанных материалов достигается высокая стойкость металла против образования пор и кристаллизационных трещин.

Согласно рекомендации [5], принимаем для сварки стали 09Г2С под слоем флюса электродную проволоку Св-10ГА (ГОСТ 2246-70) и флюс АН-348-А (ГОСТ 9087-69).

Таблица 6 – Химический состав сварочной проволоки Св-10ГА, в % по ГОСТ 2246-70 [6]

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,12	0,06	1,1 -1,4	До 0,2	До 0,3	0,025	0,03

Таблица 7 – Флюс сварочный плавный, в % по ГОСТ 9087-69 [7]

SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S не более	P не более
41-44	34-38	4,5	6,5	5-7,5	4-5,5	2	0,15	0,12

3.3 Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Для сварки стали 09Г2С для обеспечения равнопрочности сварного соединения принимаем электроды ОК 46.00. Механические свойства и химический состав наплавленного металла, приведены в таблицах 8 и 9, соответственно.

Таблица 8 – Механические свойства наплавленного металла

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCV, Дж/см ²
400	520	28	137

Таблица 9 – Химический состав наплавленного металла, в %

C	Mn	Si	P	S
0,08	0,40	0,30	0,030	0,030

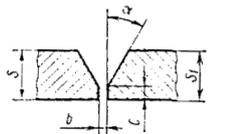
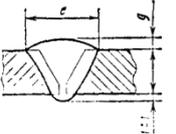
4 Расчет режимов сварки

В данном разделе рассчитываются режимы для сварки обечайки теплообменника.

4.1 Для механизированной сварки в среде защитных газов

По существующей на предприятии технологии сварки применяется разделка С17 по ГОСТ 14771-76 [8], рассчитаем режимы сварки для данной разделки кромок.

Таблица 10 – Конструктивные размеры сварного соединения по ГОСТ 14771-76 [8]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s=s ₁	b		e	c		g	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин	Пред. откл.	Номин	Номин	Пред. откл.	Номин	Пред. откл.
C17			10	1	±1	14	1	±1	1	±1

Найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла.

Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур, по формуле:

$$F_n = \frac{h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2} + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e + 0,75 \cdot g_1 \cdot e_1 = \quad (6)$$

$$= \frac{9^2 \cdot \operatorname{tg} 20}{2} + 1 \cdot 10 + 0,75 \cdot 1 \cdot 14 + 0,75 \cdot 1 \cdot 5 = 39 \text{ мм}^2,$$

где S, b, e, g, h, α – размеры конструктивных элементов сварного соединения.

Общую площадь поперечного сечения, наплавленного и расплавленного металлов, найдем по формуле:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g + g_1) = 0,73 \cdot 14 \cdot (10 + 1 + 1) = 122 \text{ мм}^2. \quad (7)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле (7):

$$F_{np} = 122 - 39 = 83 \text{ мм}^2.$$

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами

производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока, по формуле (9), согласно рекомендациям [9], принимаем $j=150$, $d_э=1,6$ мм, тогда:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 150 = 301 \text{ A}, \quad (8)$$

принимаем $I_{св} = 300 \text{ A}$.

При сварке проволокой диаметром 1,6...2,0 мм площадь первого прохода 20...40 мм², площадь второго прохода 40...60 мм², площадь последующих проходов составляет 40...100 мм². Принимаем площадь первого прохода 15 мм², площадь второго 24 мм² [9].

Определяем оптимальное напряжение дуги

$$U_д = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{св} \pm 1 = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,6}} \cdot 300 \pm 1 = 28 \pm 1 \text{ B}, \quad (9)$$

принимаем напряжение $U_д = 28 \text{ B}$.

Определим коэффициент формы провара:

$$\psi_{пр} = K \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_э \cdot U_д}{I_{св}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 300) \cdot \frac{1,6 \cdot 28}{300} = 1,61. \quad (10)$$

Для механизированной сварки значения $\Psi_{пр}$ должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Для определения коэффициента наплавки α_n при механизированных способах сварки в среде CO₂ воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi_n), \quad (11)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2. \quad (12)$$

Подставим известные значения плотности тока j в формулу (12), получим:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 150 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 150^2 = 11,6\%.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l_e}{d_s^2} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{300} \cdot \frac{1,5}{0,16^2} = 12,2 \text{ э/А}\cdot\text{ч}, \quad (13)$$

величину вылета электрода l_e принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [9].

Тогда коэффициент наплавки α_n согласно формуле (11):

$$\alpha_n = 12,2 \cdot (1 - 0,116) = 10,8 \text{ э/А}\cdot\text{ч}.$$

Скорость сварки по формуле, получаем:

для первого прохода

$$V_{св} = \frac{10,8 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,15} = 0,76 \text{ см/с} = 28 \text{ м/ч},$$

для второго прохода

$$V_{св} = \frac{10,8 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,24} = 0,48 \text{ см/с} = 17 \text{ м/ч}.$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

для первого прохода

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}} = \frac{12,2 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 2,01 \cdot 10^{-2}} \approx 6,5 \text{ см/с} = 233 \text{ м/ч}, \quad (14)$$

где $F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода, см²;

γ – плотность электродного металла, г/см³.

4.2 Для автоматической сварки под слоем флюса

Автоматическая сварки при использовании флюсовой подушки позволяет произвести сварку толщины 10 мм за один проход. Поэтому согласно ГОСТ 8713-79 [10], для сварки данного соединения будем применять разделку типа С4 (рисунок 1).

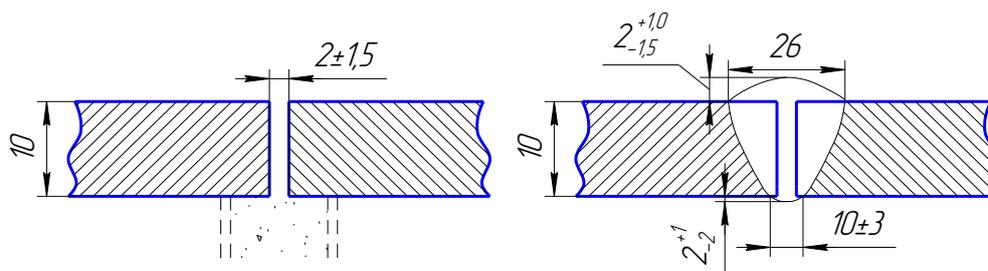


Рисунок 1 - Разделка кромок и параметры шва (условное обозначение – С4)

Найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла. Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур:

$$F_n = b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e + 0,75 \cdot g_1 \cdot e_1 \quad (15)$$

где S, b, e, g, e_1, g_1, h – размеры конструктивных элементов сварного соединения (рисунок 2).

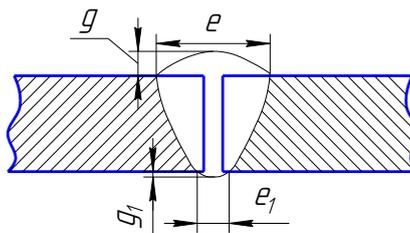


Рисунок 2 – Геометрические размеры шва

Тогда задавшись всеми имеющимися значениями, и подставив их в формулу (9) получим:

$$F_n = 2 \cdot 10 + 0,75 \cdot 2 \cdot 26 + 0,75 \cdot 10 \cdot 2 = 74 \text{ мм}^2.$$

Общую площадь поперечного сечения, наплавленного и расплавленного металлов, найдем по формуле:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g + g_1) = 0,73 \cdot 20 \cdot (10 + 2 + 2) = 266 \text{ мм}^2. \quad (16)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле (7):

$$F_{пп} = 266 - 74 = 192 \text{ мм}^2$$

Выбирают силу сварочного тока, обеспечивающую заданную глубину проплавления:

$$I_{св} = \frac{H_{np} \cdot 100}{k_h}, \quad (17)$$

где H_{np} - необходимая глубина провара при сварке с одной стороны, мм;

K_h - коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки.

Таким образом, подставив значения в формулу (13) получим:

$$I_{ce} = \frac{10 \cdot 100}{1,3} = 769 \text{ A},$$

принимаем $I_{ce} = 770 \text{ A}$.

Диаметр электродной проволоки может быть определен по формуле:

$$d_3 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{ce}}{j}}, \quad (18)$$

где j -допускаемая плотность тока.

Согласно методике, изложенной в [9], принимаем плотность тока j равной 40 A/мм^2 . Подставляем значения в (18) и находим диаметр электрода:

$$d_3 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{770}{40}} = 4,9 \text{ мм},$$

принимаем $d_3 = 5 \text{ мм}$.

Определяем напряжение дуги по формуле:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_3}} \cdot I_{ce} \pm 1 = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{5}} \cdot 770 = 37 \pm 1 \text{ В}, \quad (19)$$

принимаем $U_d = 37 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара согласно методике, описанной [9]:

$$\psi_{np} = k' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{ce}) \cdot \frac{d_3 \cdot U_d}{I_{ce}}, \quad (20)$$

где k' - коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

Согласно [9], величина коэффициента k' при плотности тока $j < 120 \text{ A/мм}^2$ при сварке постоянным током обратной полярности:

$$k' = 0,367 \cdot j^{0,1925} = 0,367 \cdot 40^{0,1925} = 0,75. \quad (21)$$

Подставим значение k' в формулу (16) и получим:

$$\psi_{np} = 0,75 \cdot (19 - 0,01 \cdot 770) \cdot \frac{5 \cdot 37}{770} = 2.$$

ψ_{np} принадлежит промежутку допускаемых значений $0,8 \dots 4$, следовательно, подобраны оптимальные режимы.

Определим скорость сварки по методике, описанной в [9]:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (22)$$

где α_n – коэффициент наплавки, который можно определить по формуле, [9]:

$$\alpha_n = \alpha_p = \alpha_p^{\partial} + \alpha_p^m, \quad (23)$$

где α_p^m – составляющая коэффициента расплавления, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током, г/А·ч;

α_p^{∂} – составляющая коэффициента расплавления электрода, обуславливаемая тепловложением сварочной дуги, г/А·ч.

Коэффициент α_p^m можно определить по формуле:

$$\alpha_p^m = 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l}{d_s^2}, \quad (24)$$

где l – вылет электродной проволоки. Согласно рекомендациям, предложенным в [9], принимаем $l = 40 \pm 5$ мм. Тогда подставив значения в формулу (24) получаем:

$$\alpha_p^m = 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{770} \cdot \frac{4}{0,5^2} = 1,4 \text{ г/А} \cdot \text{ч}.$$

При сварке под слоем флюса на постоянном токе обратной полярности удельное количество теплоты, выделяющееся в приэлектродной области, изменяется в небольших пределах, и составляющая коэффициента расплавления равна:

$$\alpha_p^{\partial} = 11,6 \pm 0,4 \text{ г/А} \cdot \text{ч}.$$

Полученные результаты подставляем в формулу (23) и находим α_n :

$$\alpha_n = \alpha_p = 11,6 + 1,4 = 13 \text{ г/А} \cdot \text{ч}.$$

Определяем скорость сварки по формуле (22):

$$V_{св} = \frac{13 \cdot 770}{3600 \cdot 7,8 \cdot 74 \cdot 10^{-2}} = 0,48 \text{ см/с};$$

Погонная энергия рассчитывается по формуле:

$$q_n = \frac{\eta_u \cdot I_{св} \cdot U_{\partial}}{V_{св}}, \quad (25)$$

где η_u — эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при сварке под флюсом составляет 0,85...0,95;

$$q_n = \frac{0,9 \cdot 770 \cdot 37}{0,48} = 53419 \text{ Дж / см};$$

Для проверки правильности расчётов при сварке под слоем флюса определяем глубину проплавления, подставив полученные значения параметров режима в формулу:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}}. \quad (26)$$

Глубина проплавления:

$$H = 0,0076 \cdot \sqrt{\frac{53419}{2}} = 1,1 \text{ см};$$

От заданной глубины проплавления отличается менее чем на 10...15 %, следовательно, режимы оптимальны и подобраны верно.

Зная глубину провара и коэффициент формы провара, определяем ширину провара:

$$e = \psi_{np} \cdot H = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ см}. \quad (27)$$

Задавшись оптимальным значением формы выпуклости, т.е. коэффициентом формы усиления ψ_g , находим высоту валика. Значения ψ_g выбирают в пределах 7-10. Меньшие значения имеют место при узких и высоких швах. Большие значения соответствуют широким и низким усилениям. Принимаем $\psi_g = 10$, тогда:

$$q = e / \psi_g = 2,2 / 10 = 0,22 \text{ см}. \quad (28)$$

Проверяем площадь наплавки

$$F_n = b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e = 4 \cdot 10 + 0,75 \cdot 2 \cdot 2,2 = 76,3 \text{ мм}^2.$$

Полученная площадь наплавки, полученная на подобранных режимах, практически не отличается по значению от той, которую рассчитали по рекомендациям, следовательно, используемые режимы наиболее оптимальны для данного соединения.

4.3 Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Ручная дуговая сварка используется для приварки выводных пластин к обечайке. Назначаем режимы сварки, согласно рекомендациям [4], режимы приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Ориентировочные режимы сварки

Тип соединения	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч
С8	4	180	27	5

5 Выбор источника питания

5.1 Выбор источников питания дуги для механизированной сварки в среде защитных газов

При дуговой сварке в среде углекислого газа сварочная дуга имеет возрастающую вольт - амперную характеристику. Для обеспечения стабильности процесса и устойчивости работы энергетической системы источник питания – дуга – ванна требуется источник питания дуги с жесткой или пологопадающей внешней вольт - амперной характеристикой.

Назначаем для механизированной сварки в среде защитных газов сварочный инверторный цифровой комплекс Telwin INVERPULSE 420. [10]

Комплекс Telwin INVERPULSE 420 для дуговой механизированной сварки в среде защитных газов, на постоянном токе. Микропроцессорное управление. Комплектуется станцией водяного охлаждения. В режиме полуавтоматической сварки возможно использование режимов «пульс», «двойной пульс». В данном аппарате предусмотрено дистанционное управление. Предназначен для сварки широкого круга металлов: стали, нержавеющей стали, алюминия и их сплавов.



Рисунок 3 - Сварочный инверторный цифровой комплекс Telwin
INVERPULSE 420

Основные характеристики рассматриваемого оборудования приведены в таблице 12.

Таблица 12– Основные параметры сварочного комплекса Telwin INVERPULSE 420

Максимальная мощность, кВт	26,5
Пределы регулирования тока, А	10 – 400
Напряжение холостого хода, В	86
Тип выходного тока	постоянный
Расположение катушки	внешнее
Диаметр проволоки, мм	0,6 – 1,6
Габариты, мм	1110x600x1550
Вес, кг	97

5.2 Выбор источников питания дуги для автоматической сварки под слоем флюса

Для сварки под слоем флюса назначаем автомат Сварог MZ-1000 [11], которой может производить сварку соединений встык с разделкой и без разделки кромок, угловых швов наклонным электродом, а также нахлесточных швов. Швы могут быть прямолинейными или кольцевыми.

Автомат состоит из мощного инверторного источника питания и передвижной каретки (трактора) на которую установлен механизм подачи проволоки, тридцатикилограммовая кассета с проволокой, бункер со сварочным флюсом и блок управления всем автоматом. Трактор оснащен электродвигателем и редуктором.

При автоматической сварке под флюсом автоматизированы все операции: возбуждение и поддержание горения дуги, подача сварочной проволоки, перемещение проволоки вдоль свариваемых кромок с заданной скоростью, защита дуги и сварочной ванны от действия воздуха (дуга горит под слоем флюса) прекращение сварки и заварка кратера в конце шва и пр.

Данный способ сварки обеспечивает высочайшее качество сварного шва при правильно настроенном режиме. Шов получается идеально гладкий и ровный, это обеспечивает автоматическая равномерная подача проволоки и непрерывная скорость сварки. Использование больших сварочных токов до 630 А обеспечивает сплошной и глубокий провар. Зона сварки надежно

защищена от воздействия воздуха слоем расплавленного флюса, что гарантирует отсутствие пор включений и других внутренних дефектов.

Комплект поставки: сварочный трактор WF-33, источник MZ-1000, ЗИП, кабель управления 15 м, клемма заземления с кабелем КГ 70×1, 5 м (2 шт.), сварочный кабель 70×1, 15 м (2 шт.), наконечник сварочный Ø: 3,2–2 шт.; 4,0–1 шт.; 5,0–2 шт.



Рисунок 4 – Сварочный автомат Сварог MZ-1000

Таблица 13 - Технические характеристики сварочного автомата Сварог MZ-1000

Напряжение питающей сети, В	380±15%
Частота питающей сети, Гц	50/60
Потребляемая мощность, кВА	31,2
Сила тока, А	60–1000
Напряжение холостого хода, В	83
Скорости подачи проволоки, м/мин	15–72
Диаметр сварочной проволоки, мм	3–6
Допустимый вес катушки, кг	30
Количество роликов, шт	4
ПВ, %	100
КПД, %	85
Коэффициент мощности	0,9
Класс изоляции	F
Степень защиты	IP21S
Габаритные размеры, мм	692×338×700
Вес, кг.	70

5.3 Выбор источника питания для ручной дуговой сварки

Для приварки выводных планок применяется ручная дуговая сварка. В качестве источника питания назначаем сварочный инвертор FUBAG IR 200



Рисунок 5 – Сварочный инвертор FUBAG IR 200

Таблица 14 - Технические характеристики сварочный инвертор FUBAG IR 200

Мах мощность, кВт	8
ПВ на максимальном токе, %	40
Min входное напряжение, В	150
Min ток, А	30
Диаметр электр, мм	1.6-5.0
Напряжение, В	220
Мах ток, А	200
Степень защиты	IP21S
Напряжение холостого хода, В	79
Габариты, мм	340x120x195
Вес, кг	4.64

6 Технология изготовления сварной конструкции

После проведенного анализа способов сварки, сварочных материалов и оборудования для сварки можно заключить, что для сварки обечайки теплообменника аммиачной холодильной установки целесообразнее применять автоматическую сварку под слоем флюса, по следующим причинам:

- уменьшение количества наплавленного металла на 48 мм^2 ;
- более высокая производительность сварки;
- так как отсутствует разделка кромок, следовательно, уменьшатся затраты времени на подготовку свариваемых кромок;
- сварка выполняется за один проход;
- облегчение труда сварщика за счет применения автоматизации.

6.1 Предлагаемая технология изготовления обечайки

Рассмотрим последовательность сборки и сварки обечайки теплообменника аммиачной холодильной установки.

1. Листы толщиной 10 мм нарезаются размером 1640×3140 мм как показано на рисунке 6.

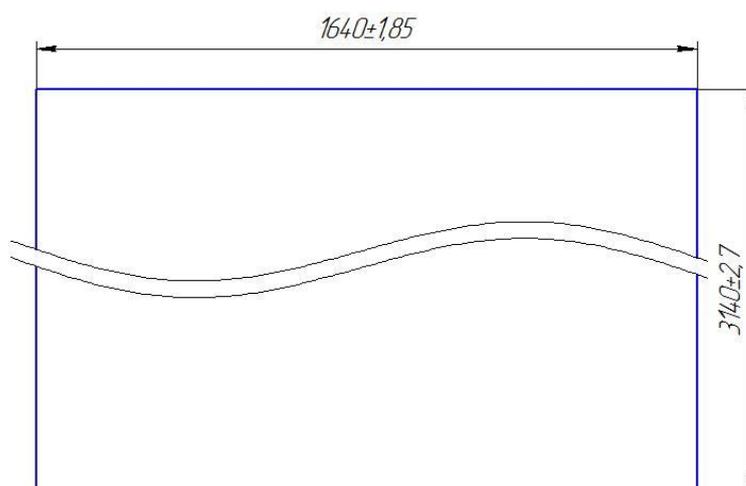


Рисунок 6 – Заготовка под обечайку

Для резки листов используется плазморез ПУРМ-320. Техническая характеристика плазмореза ПУРМ-320 в таблице 15.

Таблица 15 - Техническая характеристика плазмореза ПУРМ-320

Характеристика	Значение	
	I режим	II режим
Напряжение питающей сети, 3-х фазная, В	380	
Напряжение питающей сети, Гц	50	
Максимальная потребляемая мощность, кВт	48	
Напряжение холостого хода, В	280	
Номинальный рабочий ток, А	140	280
Максимальный рабочий ток, А	160	320
Расход воздуха, л/мин	500	
Давление воздуха, не менее Атм.	4,0	5,5
Охлаждение плазмотрона	воздушное	
Режим работы, ПВ %	100	60
Максимальная толщина разрезаемого металла, мм	45	80
Габаритные размеры ИП мм	620x560x980	
Масса ИП, кг	255	
Масса резака в сборе с плазмотроном, кг	0,75	
Габаритные размеры комплекта в упаковке (ДxШxВ), мм	640x680x1300	
Масса в упаковке, кг	300	

Для получения ровного реза используем направляющую планку ФЮРА.000002.006 (рисунок 7).

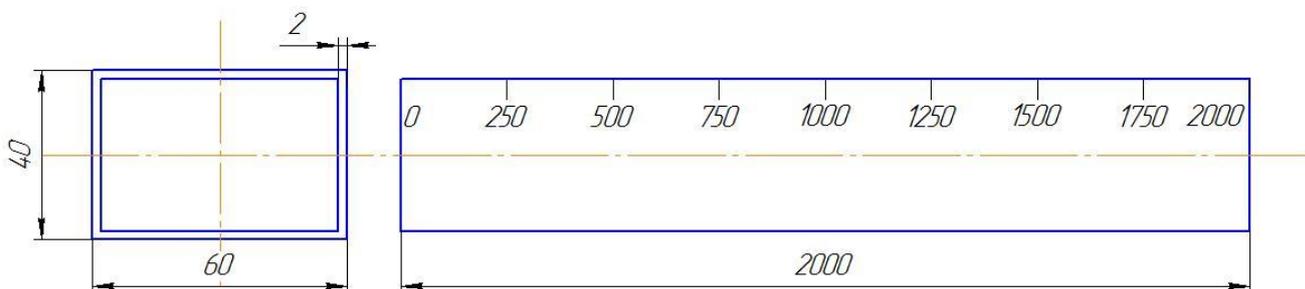


Рисунок 7 – Направляющая планка для резки

2. Шлифовать кромки листа УШМ Makita GA 4530 для удаления неровностей реза, наплывов металла и брызг.

3. Нарезанные листы устанавливаются в 4-х валковую листогибочную гидравлическую машину HR4W 2060, производства Rossia srl (Италия). И вальцуются до приобретения заготовкой нужной формы (рисунок 7).

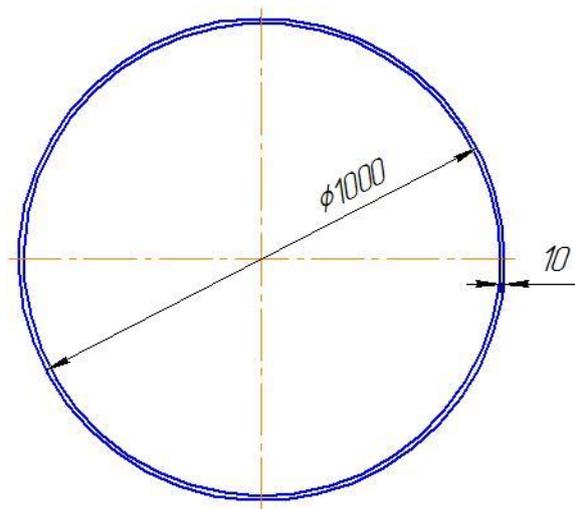


Рисунок 8 – Вальцовка листа

4. Вальцованные заготовки устанавливаются в приспособление ФЮРА.000001.006 (рисунок 8).

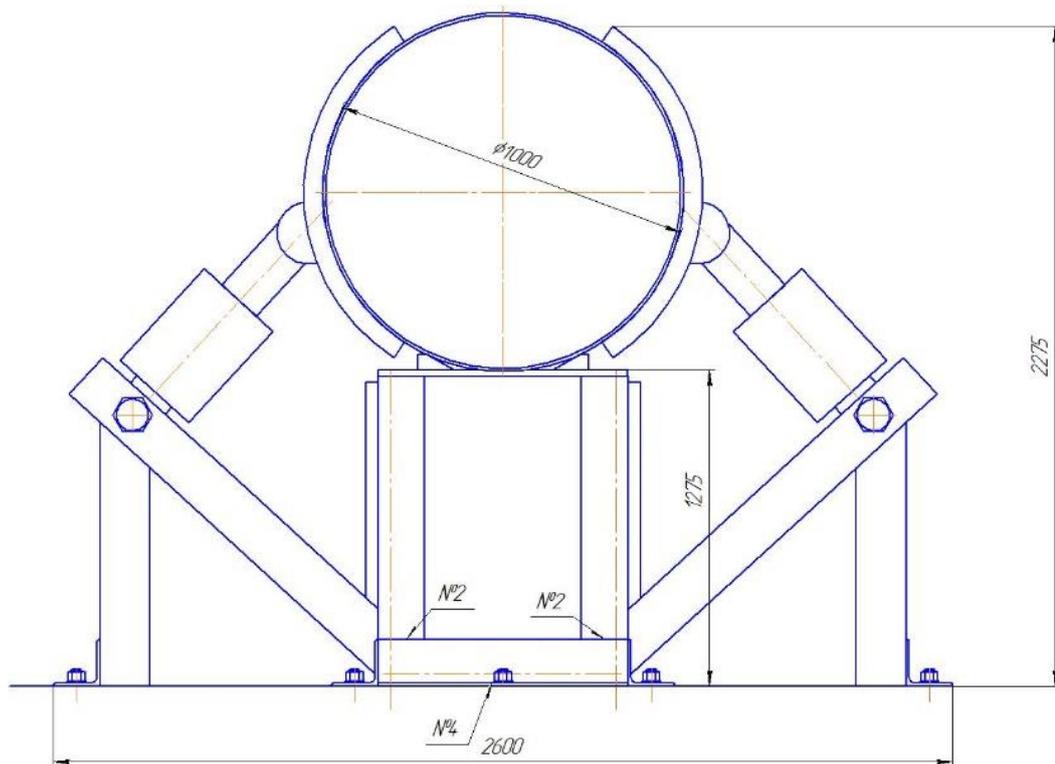


Рисунок 9 – Приспособление для сборки обечайки

5. После установки заготовки прижимаются пневматическими прижимами, для предотвращения деформации во время сварки.

6. Устанавливаются выводные планки (рисунок 10) к обечайке.

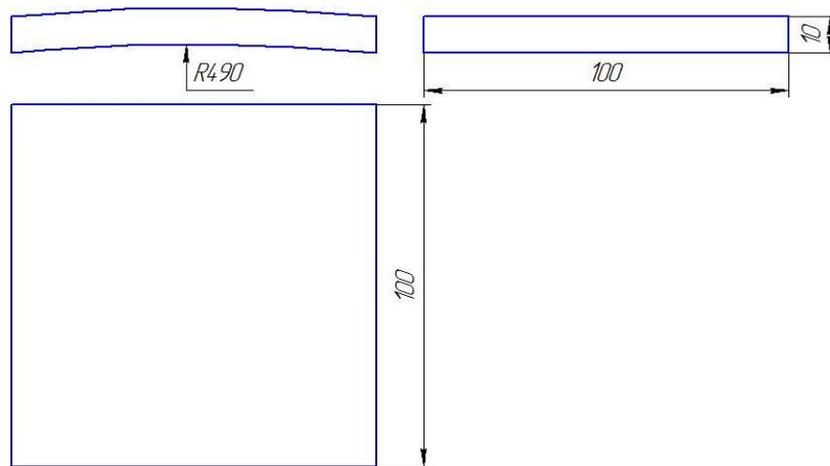


Рисунок 10 – Выводные планки

7. Выводные планки привариваются ручной дуговой сваркой (рисунок 11).

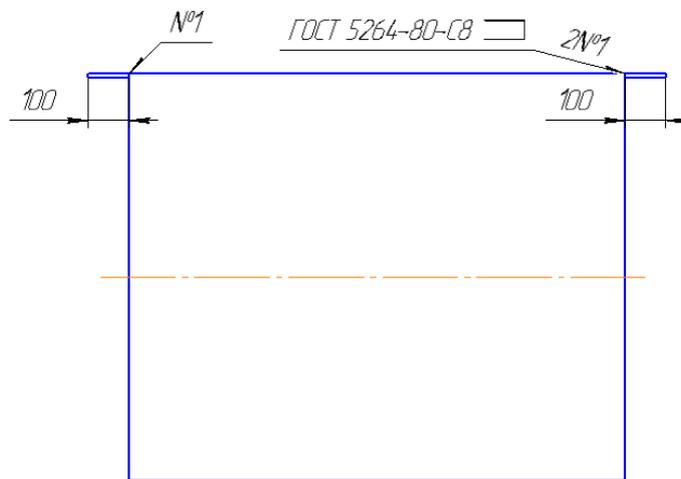


Рисунок 11 – Приварка выводных планок

8. Устанавливается флюсовая подушка для сварки.

9. Продольный шов обечайки сваривается автоматической сваркой под слоем флюса как показано на рисунке 12. Режимы сварки посчитаны в п.4.2.

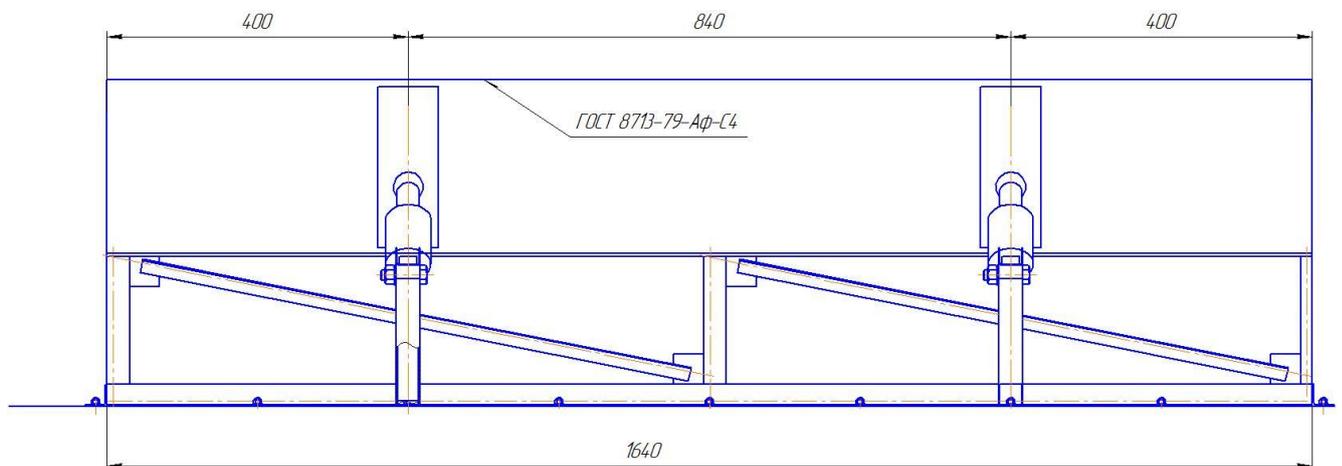


Рисунок 12 – Сварка обечайки

10. Зачищаются сварные швы от шлака и брызг металлической щеткой.

11. Срезаются выводные планки

12 Места, где были приварены выводные планки зачищаются УШМ Makita GA 4530.

13. Визуально контролируются швы на наличие дефектов. Нормы дефектности приведены ниже.

Таблица 16 - Нормы поверхностных дефектов в сварных соединениях

Дефект	Допустимый максимальный размер, мм	Число дефектов
Выпуклость стыкового шва с наружной стороны	Устанавливается НД или конструкторской документацией в зависимости от вида сварки и типа соединения	-
Западания (углубления) между валиками и чешуйчатость поверхности шва	$0,12 \text{ РП}^* + 0,6$, но не более 2	-
Одиночные включения	$0,12 \text{ РП} + 0,2$, но не более 2,5	При РП от 2 до 10 - $0,2 \text{ РП} + 3$ При РП свыше 10 до 20 - $0,1 \text{ РП} + 4$ При РП свыше 20 - $0,05 \text{ РП} + 5$, но не более 8

Таблица 17 - Нормы допустимых дефектов сварных соединений, выявленных при радиографическом контроле

Дефект	Размерный показатель сварного соединения (РП), мм	Максимальный размер, мм	Число дефектов на 100 мм шва
Одиночные Включения	От 2,0 до 15 включительно Свыше 15 до 40 включительно Свыше 40	$0,15 \text{ РП} + 0,5$ $0,05 \text{ РП} + 2,0$ $0,025 \text{ РП} + 3,0$, но не более 5	Суммарное число одиночных включений и скоплений: $0,25 \text{ РП} + 12$
Одиночные Скопления	От 2,0 до 15 включительно Свыше 15 до 40 включительно Свыше 40	$1,5(0,15 \text{ РП} + 0,5)$ $1,5(0,05 \text{ РП} + 2,0)$ $1,5(0,025 \text{ РП} + 3)$, но не более 8,0	при РП от 2 до 40; $0,1 \text{ РП} + 18$, но не более 27 при РП свыше 40

Продолжение таблицы 17

Одиночные протяженные включения	От 2,0 до 5 включительно	0,15РП + 5, но не	2
	Свыше 5 до 50	более 14	3
	включительно Свыше 50		4

Состав и объем приемочного контроля устанавливается требованиями ПБ 10-574-03.

Согласно требований ПБ 10-574-03 выбираем:

- ВИК 100%;
- РК 80%;
- УЗК 50%;
- Гидравлическое испытание при давлении не менее 1,25 от рабочего (не менее 1,5 МПа, в течении 30 мин.)

Для проведения визуально-измерительного контроля выбираем комплект ВИК-1 (таблица 18).

Таблица 18 - Состав комплекта ВИК-1

Наименование	Описание	Фото
Универсальный шаблон Красовского УШК-1	Шаблон предназначен для контроля тавровых, нахлесточных и стыковых сварных соединений, а также для измерения зазора между кромками при проведении визуального и измерительного контроля по РД 03-606-03.	
Шаблон для контроля катетов шва УШС-2	УШС-2 предназначен для контроля катетов угловых швов в диапазоне 4-14 мм в соответствии с требованиями СТБ 1133-98	
Универсальный шаблон сварщика УШС-3	УШС-3 предназначен для измерения контролируемых параметров труб, контроля качества сборки стыков труб, а также для измерения параметров сварного шва при его контроле.	
Штангенциркуль	Используется для измерений наружных и внутренних размеров, а также глубин контролируемых объектов. Модель ШЦ-1-125-0.1 диапазон измерений 0-125мм. I класс точности	
Фонарик карманный	Светодиодный фонарик для работы в условиях слабой освещенности. Мощность 0,5 Вт, элемент питания – батарейка АА 1шт. (в комплекте)	

Продолжение таблицы 18

<p>Лупа измерительная 10х</p>	<p>Лупа для визуального контроля и измерений на плоскости. Длина измерительной шкалы, 15 мм, цена деления 0.1 мм</p>	
<p>Набор щупов №4 (0,1-1мм)</p>	<p>Набор для контроля зазоров между поверхностями. Класс точности II, диапазон толщин 0,1-1,0мм</p>	
<p>Набор радиусов №1 (1-6мм)</p>	<p>Шаблоны радиусные, для оценки радиусов выпуклых и вогнутых поверхностей. В каждом наборе шаблоны для контроля внутреннего и наружного радиусов.</p>	
<p>Набор радиусов №3 (7-25мм)</p>	<p>Шаблоны радиусные, для оценки радиусов выпуклых и вогнутых поверхностей. В каждом наборе шаблоны для контроля внутреннего и наружного радиусов.</p>	
<p>Рулетка измерительная</p>	<p>Рулетка измерительная STAYER, длина 2м. или 10м в зависимости от комплектации</p>	
<p>Линейка измерительная</p>	<p>Линейка измерительная, стальная, длина 20 и 30 см. в зависимости от комплектации.</p>	

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Предпроектный анализ

Целью экономической части диплома является анализ процесса с экономической точки зрения.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проекта, оценивается эффективность разработки, анализируются возможные способы исполнения процесса сварки, а также рассчитывается эффективность производства по одному из способов.

7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Результаты исследования могут быть применены в компаниях, которые производят промышленные аммиачные холодильные установки.

Сегментируем рынок в зависимости от размера компании и месторасположения производства. Карта представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Месторасположение				
		Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Екатеринбург	Владивосток
Размер компании	Крупные	■	■	■		
	Средние	■			■	■
	Мелкие					

НПП «Холод»	■	ГК «Фреско»	■	ООО «ГЕА Рефрижерейшн РУС»	■
-------------	---	-------------	---	----------------------------	---

Из таблицы видно, что основными сегментами являются крупные компании производства, которых расположено в Москве. Следовательно, эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

7.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Помимо автоматической сварки под флюсом для производства теплообменников аммиачных установок разрешается применять ручную сварку покрытыми электродами и механизированную сварку в среде защитных газов проволокой сплошного сечения.

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направление для ее реализации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	K_{ϕ}	$K_{к1}$	$K_{к2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0,1	5	4	1	0,5	0,4	0,1
2. Удобство в применении	0,2	5	4	2	1	0,8	0,4
3. Возможности проекта	0,15	5	4	2	0,75	0,6	0,3
4. Универсальность	0,1	2	4	5	0,2	0,4	0,5
5. Эффективность применения	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2

Продолжение таблицы 20

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	5	4	2	0,5	0,4	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
3. Цена	0,1	1	3	5	0,1	0,3	0,5
4. Квалифицированные кадры	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Итого	1	36	34	26	4,2	3,8	2,7
<p><i>Примечание:</i> B_{ϕ} – оценка профессиональных рисков при проведении работ; $B_{кл}$ – прогнозная оценка профессиональных рисков;</p>							

Исходя из полученных данных, можно судить, что технология автоматической сварки под флюсом для производства теплообменников аммиачных эффективнее, чем ручная дуговая сварка покрытыми электродами или механизированная сварка в среде защитных газов проволокой сплошного сечения.

7.1.3 FAST – анализ

FAST – анализ состоит из шести стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа.

В качестве предмета исследования выбрана сварочная установка для сварки под флюсом Сварог MZ-630.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

Таблица 21 – Классификация функций, выполняемых объектом

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
1. Сварочный трактор WF-33	1	настройка параметров сварки	X		
2. Источник MZ-1000	1	Управление процессом	X		
3. ЗИП	1	Охлаждение источника питания		X	
4. Кабель управления 15 м	1	Токоподвод			X
5. Клемма заземления с кабелем КГ 70×1, 5 м	2	заземление			X
6. Сварочный кабель 70×1, 15 м	2	Подвод электроэнергии и к источнику питания		X	
7. Наконечник сварочный Ø 3,2	2	Токоподвод			X
8. Наконечник сварочный Ø 4,0	1	Токоподвод			X
9. Наконечник сварочный Ø 5,0	2	Токоподвод			X

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глущенко В.Ф., в основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

Для начала необходимо построить матрицу смежности функций, в которой определим более значимые из них.

Таблица 22– Матрица смежности

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Сварочный трактор WF-33	=	=	>	>	>	>	>	>	>
2. Источник MZ-1000	=	=	>	>	>	>	>	>	>
3. ЗИП	<	<	=	>	>	=	>	>	>
4. Кабель управления 15 м	<	<	<	=	=	<	=	=	=
5. Клемма заземления с кабелем КГ 70×1, 5 м	<	<	<	=	=	<	=	=	=
6. Сварочный кабель 70×1, 15 м	<	<	=	>	>	=	>	>	>
7. Наконечник сварочный Ø 3,2	<	<	<	=	=	<	=	=	=
8. Наконечник сварочный Ø 4,0	<	<	<	=	=	<	=	=	=
9. Наконечник сварочный Ø 5,0	<	<	<	=	=	<	=	=	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая

Преобразовываем матрицы смежности в матрицы количественных соотношений функций.

Таблица 23 – Матрица количественных соотношений функций

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Итого	Вес
1. Сварочный трактор WF-33	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	12,5	0,154
2. Источник MZ-1000	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	12,5	0,154
3. ЗИП	0,5	0,5	1	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	10,5	0,13
4. Кабель управления 15 м	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	7	0,086
5. Клемма заземления с кабелем КГ 70×1, 5 м	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	7	0,086
6. Сварочный кабель 70×1, 15 м	0,5	0,5	1	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1,5	10,5	0,13
7. Наконечник сварочный Ø 3,2	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	7	0,086
8. Наконечник сварочный Ø 4,0	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	7	0,086
9. Наконечник сварочный Ø 5,0	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	7	0,086
								Σ		81	1

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»

Определяем значимость функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям.

Сварочный трактор WF-33 – $12,5/81=0,154$;

Источник MZ-1000 – $12,5/81=0,154$;

ЗИП – $10,5/81=0,13$;

Кабель управления 15 м – $7/81=0,086$;

Клемма заземления с кабелем КГ 70×1, 5 м – $7/81=0,086$;

Сварочный кабель 70×1, 15 м – $10,5/81=0,13$;

Наконечник сварочный Ø 3,2 – $7/81=0,086$;

Наконечник сварочный Ø 4,0 – $7/81=0,086$;

Наконечник сварочный Ø 5,0 – $7/81=0,086$.

Обязательным условием является то, что сумма коэффициентов значимости всех функций должна равняться 1.

Стадия 4 Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Таблица 24 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество во деталей на узел	Выполняемая функция	Стоимость, руб.	Итого, руб	Вес
1. Сварочный трактор WF-33	1	настройка параметров сварки	350 000	350000	0,537
2. Источник MZ-1000	1	Управление процессом	287 325	287325	0,441
3. ЗИП	1	Охлаждение источника питания	5300	5300	0,008
4. Кабель управления 15 м	1	Токоподвод	3690	3690	0,006
5. Клемма заземления с кабелем КГ 70×1, 5 м	2	заземление	290	580	0,001
6. Сварочный кабель 70×1, 15 м	2	Подвод электроэнергии к источнику питания	345	690	0,001
7. Наконечник сварочный Ø 3,2	2	Токоподвод	590	1180	0,002
8. Наконечник сварочный Ø 4,0	1	Токоподвод	740	740	0,001
9. Наконечник сварочный Ø 5,0	2	Токоподвод	980	1960	0,003
			Итого	651465	1

Задача данной стадии заключается в том, что с помощью специальных методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции.

Стадия 5 Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

Информация об объекте исследования, собранная в рамках предыдущих стадий, на данном этапе обобщается в виде функционально – стоимостной диаграммы (ФСД), рисунок 11.

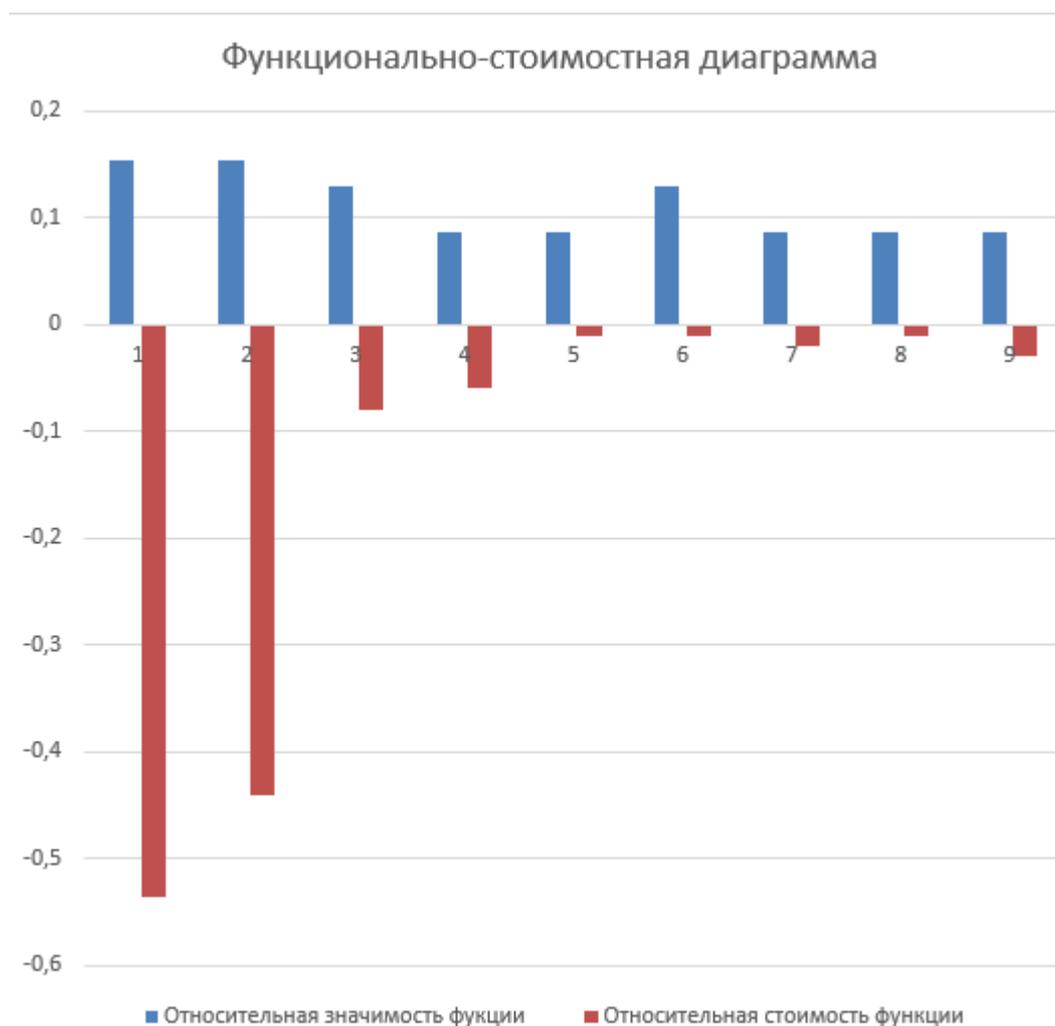


Рисунок 13 – Функционально-стоимостная диаграмма объекта

Анализ, приведенный выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функциям 1, 2 к которым относятся Сварочный трактор WF-33 и Источник MZ-1000. Необходимо провести работы по ликвидации данных диспропорций.

Стадия 6. Оптимизация функций, выполняемых объектом.

В качестве оптимизации данных функций можно выделить следующее:

- 1) использование новых материалов для изготовления оборудования;
- 2) унификации сборочных единиц и деталей аппаратов.

7.1.4 SWOT-анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации.

Первый этап – опишем сильные и слабые стороны проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта (таблица 25).

Таблица 25 – SWOT – анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Отсутствие данного процесса для повышения эффективности сварки у конкурентов С2. Использование современного оборудования С3. Наличие опытного руководителя С4. Высокая производительность процесса сварки	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Сложность оборудования Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности: В1. Получение качественных сварных соединений В2. Повышение эффективности сварки В3. Регулирование производительности		
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Государство не даст средства для реализации темы.		

Второй этап – выявим соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 26, 27, 28, 29.

Таблица 26- Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

		Сильные стороны проекта			
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	-	+	-	+
	B2	0	+	0	+
	B3	+	+	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: В1С1, В1С2, В1С3, В1С4, В2С2, В2С4, В3С1, В3С2, В3С3.

Таблица 27 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	+
	B2	-	-	+
	B3	+	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: В1Сл1, В1Сл2, В1Сл3, В2Сл1, В2Сл2, В2Сл3, В3Сл1, В3Сл3.

Таблица 28 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	0	-	-	+
	У2	-	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С2, У1С3, У1С4, У2С1, У2С2, У2С3, У2С4.

Таблица 29 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	+	-
	У2	0	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1, У1Сл2, У1Сл3, У2Сл2, У2Сл3.

Выявив соответствия сильных и слабых сторон научно исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды, можно определить потребность в проведении стратегических изменений.

Третий этап – составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 26).

Таблица 30 – SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Отсутствие данного процесса для повышения эффективности сварки у конкурентов С2. Использование современного оборудования С3. Наличие опытного руководителя С4. Высокая производительность процесса сварки</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Сложность оборудования Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>Возможности: В1. Получение качественных сварных соединений В2. Повышение эффективности сварки В3. Регулирование производительности</p>	<p>В1С1 – спрос на продукцию В1С2 – уменьшение количество брака сварных швов В1С3 – повышение конкурентно способности В1С4 – увеличение оборотов производства В2С2 – получение высокой производительности сварочных работ В2С4 – увеличение производственных мощностей, масштабирование производства В3С1 – уменьшение себестоимости производимых сварочных работ и как следствие, получаемых сваркой изделий В3С2 – строгий контроль качества В3С3 – исключение образования дефектов в изделиях</p>	<p>В1Сл1 – повышение квалификации персонала В1Сл2 – аренда оборудования на первых этапах производства В1Сл3 – затраты времени на отработку режимов и составления технологических карт по сварке В2Сл1 – разработка технологических инструкций к работе В2Сл2 – замена комплектующих более дешевыми аналогами В2Сл3 – проведение повышения квалификации для персонала, стажировки В3Сл1 – составление карты режимов для разных задач и материалов В3Сл3 – привлечение специалистов из других регионов</p>
<p>Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Государство не даст средства для реализации темы.</p>	<p>У1С2 – оптимизация процессов производства У1С3 – разработка новых технологических решений с имеющимися ресурсами У1С4 – снижение себестоимости путем оптимизации рабочего процесса У2С1 – привлечение инвестиций и заключение хоз.договоров с компаниями заинтересованными в исследованиях У2С2 – поиск компаний инвесторов, заинтересованных в данном исследовании У2С3 – реализация проекта на кафедре ОТСП У2С4 – создание малого предприятия на базе ТПУ</p>	<p>У1Сл1 – стажировка персонала в компаниях с имеющимся оборудованием У1Сл2 – покупка более дешевого отечественного оборудования У1Сл3 – обучение и повышение квалификации персонала У2Сл2 - приобретение оборудования за средства компаний инвесторов, разработка технологии на базе их предприятия У2Сл3 – привлечение выпускников ВУЗов по профилирующим направлениям разработки</p>

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

7.1.5 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (29)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации.

Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно–технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно–технического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4

Продолжение таблицы 31

4.	Определена товарная форма научно–технического задела для представления на рынок	5	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	5	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	5
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	5
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
ИТОГО БАЛЛОВ		61	56

Таким образом, разработка считается перспективной, а знания разработчика выше среднего. Возможно привлечение в работу эксперта по проведению процедуры оценки уровня профессиональных компетенций сотрудников, осуществляющих контрольно-надзорные мероприятия.

7.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы

существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта [20].

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать [20].

Устав научного проекта бакалаврской работы имеет структуру, представленную ниже [20].

Цели и результат проекта. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 32.

Таблица 32 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Компании по производству холодильного оборудования	Получение комплекта технологической документации по изготовлению теплообменника аммиачной холодильной установки

В таблице 33 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 33 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка технологии сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки
Ожидаемые результаты проекта:	Подбор режимов и оборудования для сварки, комплект технологической документации по изготовлению теплообменника аммиачной холодильной установки
Требования к результату проекта:	Требование:
	Выполнение поставленных задач
	Научное объяснение результатов экспериментов
	Заключение о результатах исследования

Организационная структура проекта. Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 34).

Таблица 34 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Гордынец А.С., к.т.н., ассистент кафедры ОТСП ИНК	Руководитель	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Голендухин Д. С., бакалавр кафедры ОТСП	Исполнитель	Выполнение экспериментальной части

Ограничения и допущения проекта. Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 35 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	
3.1.1.Источник финансирования	—
3.2. Сроки проекта:	
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	—
3.2.2. Дата завершения проекта	10.05.2017 г.

В данном разделе были определены основные цели и ожидаемые результаты от разработок, обозначены сроки завершения проекта и назначены главные участники.

7.3 Планирование управления проектом

7.3.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить линейный график выполнения проекта. Линейный график представляется в виде таблицы (таблица 36).

Таблица 36 - Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Практические исследования	9	Сварка контрольных образцов исследуемыми методами.	Студент
	10	Изучение результатов проведенной сварки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Выводы по цели	Научный руководитель, студент

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

7.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Работа над ВКР проводилась с 19 декабря 2016 года по 10 июня 2017 года. В итоге, при пятидневной рабочей неделе с учетом выходных и праздничных дней получается 116 рабочих дней.

Трудоемкость работ определяется по сумме трудоемкости этапов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях. Она носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Поэтому для определения ожидаемой продолжительности работ $t_{ож}$ используется метод вероятностных оценок длительности работ. Он основан на использовании трех оценок

$$t_{ож} = \frac{t_{\min} + 4t_{нв} + t_{\max}}{6}, \quad (30)$$

где t_{\min} – кратчайшая продолжительность заданной работы (оптимистическая оценка),

t_{\max} – самая большая продолжительность работы (пессимистическая оценка),

$t_{нв}$ – наиболее вероятная продолжительность работы.

Для оценки трудоемкости необходимо разработать перечень работ.

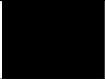
Выбор комплекса работ при разработке проекта производится в соответствии с ГОСТ 19.102-77 устанавливающего стадии разработки. Перечень комплекса работ приведен в таблице 37.

Таблица 37 – Временные показатели проведения научного исследования

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Трудоемкость работ				Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
			t_{\min}	$t_{\text{нв}}$	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	t_p	t_k
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	3	5	3	3	7
2	Выдача задания на тему	Руководитель	1	3	5	3	3	7
3	Постановка задачи	Руководитель	1	3	5	3	3	7
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель Студент	2	5	7	4,8	5	10
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	7	14	20	13,8	14	20
6	Анализ существующего опыта	Студент	4	5	8	5,3	6	8
7	Подбор нормативных документов	Студент	4	5	8	5,3	6	8
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель Студент	4	10	16	10	10	17
9	Разработка технологической документации	Студент	4	7	10	7	7	10
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	4	6	8	6	6	10
12	Работа над выводом	Студент	1	2	4	2,2	3	6
13	Составление пояснительной записки	Студент	1	2	4	2,2	3	6
Руководитель								48
Студент								95

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 21 дн., инженера – 87 дн., совместной работы – 27 дн.) равна 116 дн. На основании таблицы 37 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 38).

Таблица 38 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	7							
2	Выдача задания на тему	Руководитель	7							
3	Постановка задачи	Руководитель	7							
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель Студент	10		 					
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	20							
6	Анализ существующего опыта	Студент	8							
7	Подбор нормативных документов	Студент	8							
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель Студент	17					 		
9	Разработка технологической документации	Студент	10							
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	10							
12	Работа над выводом	Студент	6							
13	Составление пояснительной записки	Студент	6							
				 – студент;  – руководитель.						

7.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Определение затрат производится путем составления сметы затрат на разработку технологического процесса. Смета затрат состоит из прямых и накладных расходов, которые включают в себя следующие статьи:

статья 1 – материальные затраты НТИ;

статья 2 – затраты на специальное оборудование для научных работ;

статья 3 - основная заработная плата исполнителей темы;

статья 4 – дополнительная заработная плата исполнителей темы;

статья 5 – отчисления во внебюджетные фонды;

статья 6 - накладные расходы.

7.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Перечень стоимости сварочного оборудования и материалов необходимых для данной разработки приведены в таблице 39.

Таблица 39 – Основные материалы

Наименование	Ед. изм	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
ЗИП	шт	1	5300	5300
Кабель управления 15 м	шт	1	3690	3690
Клемма заземления с кабелем КГ 70×1, 5 м	шт	2	290	580
Сварочный кабель 70×1, 15 м	шт	2	345	690
Наконечник сварочный Ø 3,2	шт	2	590	1180
Наконечник сварочный Ø 4,0	шт	1	740	740
Наконечник сварочный Ø 5,0	шт	2	980	1960
Сварочная проволока Св-08Г2С	кг	5	200	1000
Заготовки из стали 09Г2С	кг	10	300	3000
Итого				18140

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

7.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

В данном разделе рассмотрены затраты на приобретение специального оборудования (сварочного и компьютерного). Стоимость оборудования указана в таблице 40.

Таблица 40 – Стоимость специального оборудования

Наименование	Кол-во	Цена ед., руб.	Сумма, руб.
1. Сварочный трактор WF-33	1	350 000	350 000
2. Источник MZ-1000	1	287 325	287 325
Затраты на доставку и монтаж			95599
Итого			732924

Затраты на доставку и монтаж составляют 15% от общей цены оборудования.

$$C_{д.м.} = 0,15 \cdot C_{общ} = 0,15 \cdot 637325 = 95599 \text{ руб.} \quad (31)$$

где $C_{д.м.}$ – затраты на доставку и монтаж, руб,

$C_{общ}$ – затраты на оборудование, руб.

В данном разделе были определены общая стоимость специального оборудования для выполнения проекта, она составила 637325 руб., плюс затраты на доставку и монтаж 95599 руб., общие затраты в этом случае равны 732924 руб.

Амортизационные отчисления определим по формуле:

$$C_A = \sum_{i=1}^n \frac{C_B \cdot H_A \cdot g \cdot t}{\Phi_{эф}}, \quad (32)$$

где n – количество видов единиц оборудования,

C_B – балансовая стоимость i -го вида оборудования,

H_A – норма годовых амортизационных отчислений для оборудования,

g – количество единиц i -го вида оборудования,

t – время работы i -го вида оборудования, час,

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования, час.

Эффективный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{эф}} = D \cdot H_3, \quad (33)$$

где D – количество рабочих дней в году,

H_3 – норматив среднесуточной загрузки.

$$\Phi_{\text{эф}} = 246 \cdot 8 = 1968 \text{ час.}$$

В нашем случае при разработке использовалось две единицы оборудования – сварочный источник питания и сварочная головка. Балансовая стоимость сварочного источника питания - $C_{\text{Б1}} = 287325$ руб, сварочной головки - $C_{\text{Б2}} = 35000$ руб,. Количество сварочных источников питания $g_1 = 1$, сварочных головок $g_2 = 1$. Время работы за сварочным оборудованием $t = 8$ часов. Норма годовых амортизационных отчислений для сварочного аппарата $H_A = 20\%$.

Тогда амортизационные отчисления на разработку проекта составят:

$$C_A = \frac{732924 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 8}{1968} = 596 \text{ руб.}$$

В данном разделе были определены амортизационные отчисления со сварочной установки для сварки под флюсом Сварог MZ-630.

7.4.3 Расчет фонда заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом [20]. Для техника (дипломника) месячный оклад составляет $Z_{\text{бт}} = 6595$ руб/мес, для руководителя (ассистента с ПКГ ППС 1) - $Z_{\text{бп}} = 17272$ руб/мес.

Заработная плата рассчитывается по формуле 1 [20]:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (34)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле 2 [20]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (35)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневную заработную плату можно рассчитать по формуле 3, [20]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T}, \quad (36)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

T – количество рабочих дней в месяце. Принимаем 6- дневную рабочую систему, значит $T=26$ дней.

Месячный должностной оклад работника [20]:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (37)$$

где $Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Теперь рассчитываем месячную заработную плату работников проекта:

$$Z_{\text{мг}} = 6595 \cdot 1,3 = 8573,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{мп}} = 17272 \cdot 1,3 = 22454 \text{ руб.}$$

Определяем среднедневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн.г}} = \frac{8573,5}{26} = 329,75 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн.п}} = \frac{22454}{26} = 864 \text{ руб.}$$

Основную заработную плату определим с допущением, что на данный проект его работники затратили 116 полных рабочих дней (8 часов в день):

$$Z_{\text{осн.г}} = 329,75 \cdot 116 = 38251 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн.т}}=864 \cdot 116=100224 \text{ руб.}$$

Результаты расчета фонда заработной платы представлены в таблице 41.

Таблица 41 - Фонд заработной платы

Исполнитель	Число исполнителей	Трудоемкость выполнения работы Тисп, д	Заработная плата по тарифной ставке руб./мес.	Среднедневная заработная плата, руб	Основная заработная плата исполнителя ЗПосн, руб.	Месячный должностной оклад, руб
Дипломник (техник)	1	116	6595	329,75	38251	8573,5
Руководитель (доцент)	1	116	17272	864	100224	22454
Итого:	2	232			138475	

В данном разделе были определены затраты на фонд заработной платы, который равен 138475 рублей.

7.4.4 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15 % от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы [20]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (38)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Принимаем коэффициент дополнительно зарплаты равным 0,1 и получаем:

$$Z_{\text{доп.т}} = 0,1 \cdot 38251 = 3825 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп.п}} = 0,1 \cdot 100224 = 10022 \text{ руб.};$$

В данном разделе был сделан расчет дополнительной заработной платы. Итоговая сумма дополнительной заработной платы участников проекта равна 13847 рублей.

7.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Также необходимо рассчитать отчисления во внебюджетные фонды (социальные нужды) по формуле 6 [20]:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (39)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Принимаем $k_{\text{внеб}}=0.302$.

Отчисления с основной заработной платы:

$$C_{\text{внеб.т}}=0,302 \cdot 138475=41820 \text{ руб.}$$

Отчисления с основной дополнительной заработной платы:

$$C_{\text{внеб.п}}=0,302 \cdot 13847=4182 \text{ руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет отчислений во внебюджетные фонды. Итоговая сумма отчислений равна 46002 рублей.

7.4.6 Расчет накладных расходов

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot \left(\frac{C_{\text{мат}}}{7}\right), \quad (40)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Накладные расходы составляют 16 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле 7 [20]:

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов. Принимаем $k_{\text{накл}}=0.16$.

$$C_{\text{накл.г}}=0,16 \cdot (18140+596+138475+13847+46002)/7= 4961 \text{ руб.}$$

В данном разделе был сделан расчет накладных расходов.

7.4.7 Формирование бюджета затрат НИИ

Расчет сметы затрат на разработку приведены в таблице 42.

Таблица 42 – Смета затрат на разработку технологического процесса

Статья затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты НИИ	18140
Амортизационные отчисления	596
Основная заработная плата	138475
Дополнительная заработная плата	13847
Отчисления во внебюджетные фонды	46002
Накладные расходы	4961
Итого	222021

В данном разделе были определены основные источники расходов для реализации данного проекта. Всего потребуется 222021 рублей.

7.5 Определение ресурсной финансовой и бюджетной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. В нашем исследовании мы можем рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом [21]:

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (41)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i - бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, которая приведена ниже. В текущем исследовании применялась автоматическая сварка под флюсом.

В качестве аналогов рассмотрим ручную дуговую сварку покрытыми электродами (аналог 1) и механизированную сварку в среде защитных газов проволокой сплошного сечения (аналог 2).

Таблица 43 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Сложность постановки эксперимента	0.3	3	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0.2	5	2	3
3. Энергосбережение	0.15	5	1	3
4. Безопасность	0.15	5	2	4
5. Стоимость эксперимента	0.2	2	5	3
Итого	1			

По формуле 20 и данным таблицы 43 рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности.

$$I_m^p = 0.3 \cdot 3 + 0.2 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.2 \cdot 2 = 3,8;$$

$$I_m^{a1} = 0.3 \cdot 5 + 0.2 \cdot 2 + 0.15 \cdot 1 + 0.15 \cdot 2 + 0.2 \cdot 5 = 3,35;$$

$$I_m^{a2} = 0.3 \cdot 4 + 0.2 \cdot 3 + 0.15 \cdot 3 + 0.15 \cdot 4 + 0.2 \cdot 3 = 3,45.$$

Из расчётов наглядно видна ресурсоэффективность технологического процесса автоматической сварки под флюсом, по сравнению с другими способами сварки.

Выводы

Проведен технико–экономический анализ разработки технологии сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки.

В результате проведенного FAST-анализа были выявлены слабые стороны сварочной установки Сварог MZ-630 ими оказались сварочный трактор WF-33 и источник MZ-1000, оптимизация данных частей приведет к уменьшению стоимости проекта и увеличению его эффективности. В качестве оптимизации данных функций можно выделить следующее:

- 1) использование новых материалов для изготовления оборудования;
- 2) унификации сборочных единиц и деталей аппаратов.

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

Сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также сумма заработной платы участников проекта. Итоговый бюджет проекта составляет 222021 руб.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что она выше для технологического процесса автоматической сварки под флюсом, по сравнению с другими способами сварки.

8 Социальная ответственность

8.1 Производственная безопасность

Место проведения работ - город Томск. Сварочные работы производились в закрытом цеху, применялась автоматическая сварка под слоем флюса. На сварочном участке расположено следующее оборудование: сварочная установка Сварог MZ-630, режущий электроинструмент, слесарный инструмент: молоток (m = 2 кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80, молоток рубильный МР – 22.

На основе имеющихся данных о технологическом процессе и оборудовании, о имеющихся веществах и материалах в рабочих зонах, были идентифицированы следующие потенциально вредные и опасные производственные факторы:

- поражение электрическим током;
- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- пожаровзрывоопасность;
- производственный шум;
- недостаточная освещенность на рабочем месте;
- локальная вибрация.

Также по результатам комплексной оценки рабочего места на наличие вредных и опасных производственных факторов были предложены мероприятия, направленные на их снижение либо устранение; предложены мероприятия противопожарной профилактики; изучено воздействие рассматриваемого сварочного участка и процесса сварки аммиачного теплообменника на окружающую среду и в завершении были рассмотрены ЧС, возможные для данного случая.

8.1.1 Электробезопасность

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности». В

них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

Причины и практические условия возникновения электропоражений:

- прикосновение к оголенным токоведущим частям, находящимся под напряжением;

- прикосновение к корпусам электрооборудования и конструктивно связанных с ними металлическим предметам и сооружениям, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним вследствие повреждения изоляции проводов (кабелей);

- прикосновение к отключенному, но электрически заряженному оборудованию (к конденсаторам, кабелям и т. п.);

- нахождение в недопустимой близости от места замыкания провода (кабеля) на землю;

- все поражения, связанные с действием электрической дуги и продуктов ее сгорания, а также с влиянием электрических и магнитных полей повышенной напряженности.

Основными условиями, обеспечивающими устранение электротравм являются:

- правильное устройство электроустановок;
- обученность электроперсонала;
- соблюдение правил по безопасному обслуживанию электроустановок;
- надзор за производством работ в электроустановках.

8.1.2 Расчет защитного заземления

Проведем расчет защитного заземления для оборудования, которое работает под напряжением 380 В. Для заземления используем трубы диаметром 45 мм с толщиной стенки равной 2,5 мм и длиной 2,7 метра, и полосовую сталь сечением

48x4 мм. Заземлители разместим в ряд. Характер грунта в месте установления заземлителей – суглинок. [23]

В соответствии с рекомендацией трубчатые заземлители устанавливаем в земле на глубину (от поверхности земли до верхнего конца трубы) равную 80 см, а величину расстояния между трубами принимаем равной трем длинам заземлителя ($a = 8,1$ м). верхние концы заземлителя соединены с помощью полосовой стали. Схема установки приведена на рисунке 14.

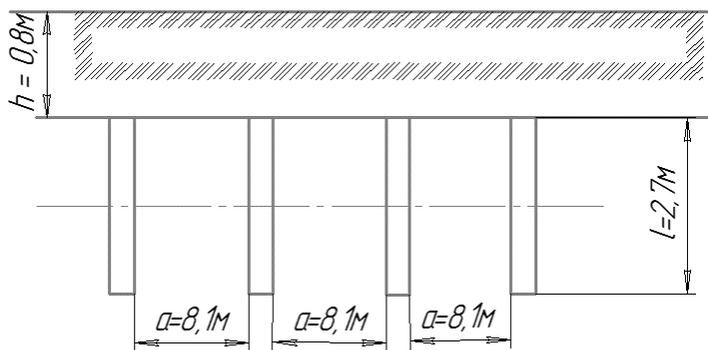


Рисунок 14 - Расчет защитного заземления

По нормам для нашего случая допустимое сопротивление заземлителей не более 4 Ом, а удельное сопротивление грунта (суглинок) составляет $\rho_r = 1 \times 10^4$ Ом.

Учитывая возможное промерзание грунта зимой и просыхание летом, определим расчетные значения удельного сопротивления грунта для полосы $\rho_{п}$ и для электродов $\rho_{э}$, которые определяются по формулам:

$$\rho_{э} = \rho_r \times K_{э}, \quad (42)$$

$$\rho_{п} = \rho_r \times K_{п}, \quad (43)$$

где $K_{э}$, $K_{п}$ – повышающие коэффициенты для соответствующей климатической зоны.

Принимаем $K_{э} = 1,9$ и $K_{п} = 4,5$

Подставляя эти значения в формулу мы получим:

$$\rho_{э} = 1 \times 10^4 \times 1,9 = 1,9 \times 10^4 \text{ Ом см,}$$

$$\rho_{п} = 1 \times 10^4 \times 4,5 = 4,5 \times 10^4 \text{ Ом см.}$$

Сопротивление растеканию одной забитой в землю трубы $R_{э}$ (Ом) определяется по формуле:

$$R_y = \frac{\rho_y}{2\pi\lambda} \left(\ln \frac{2\lambda}{d} + 0.5 \ln \frac{4h + \lambda}{4h - \lambda} \right), \quad (44)$$

$$R_y = \frac{1.9 \times 10^4}{2 \times 3.14 \times 270} \left(\ln \frac{2 \times 270}{4.5} + 0.5 \ln \frac{4 \times 215 + 270}{4 \times 215 - 270} \right) = 58.2$$

При вычислении по приближенной формуле:

$$R_3 = 0,00302 \times \rho_3 = 0,00302 \times 1,9 \times 10^4 = 58,1 \text{ Ом}$$

Принимаем $R_3 = 58.2 \text{ Ом}$.

Потребное число трубчатых заземлителей определяется по формуле:

$$n = \frac{R_y}{r_c}, \quad (45)$$

$$n = \frac{58.2}{4} = 14.55 \text{ шт}$$

Учитывая, что трубы соединены заземляющей полосой, которая выполняет роль заземлителей, уменьшим полученное число труб до 12 штук.

Длина соединительной полосы определяется по формуле:

$$\ln = 1.05 \times a \times (n - 1), \quad (46)$$

$$\ln = 1.05 \times 8,1 \times (12 - 1) = 93,55 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяется по формуле:

$$R_l = \frac{\rho_l}{2 \times \pi \times \lambda_l} \times \ln \frac{2 \times \lambda_l^2}{ni \times b}, \quad (47)$$

$$R_l = \frac{4.5 \times 10^4}{2 \times 3.14 \times 9355} \times \ln \frac{9355^2}{80 \times 4} = 10 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление растеканию системы с учетом коэффициента использования труб ($\eta_3 = 0.82$) и полосы ($\eta_n = 0.76$) определяется по формуле:

$$R_N = \frac{R_y \times R_l}{R_y \times \eta_l + R_l \times \eta_n \times n}, \quad (48)$$

$$R_N = \frac{58.2 \times 10}{58.2 \times 0.76 + 10 \times 0.82 \times 12} = 4 \text{ Ом.}$$

Таким образом, результирующее сопротивление защитного заземления при рассчитанном количестве электродов не превышает допустимого. Следовательно, диаметр заземлителя $d = 45$ мм и толщиной стенки 2,5 мм при числе заземлителей $n = 15$ штук. Длина соединительной полосы 93,55 метров, сопротивление соединительной полосы $R_{\Pi} = 10$ Ом при глубине заложения $h_{\Pi} = 0,8$ м является достаточным для обеспечения защиты при данной схеме расположения заземлителей.

8.1.3 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

На сварочном участке используется автоматическая сварка под слоем флюса. Основными вредными веществами, выделяющимися при сварке, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения.

Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 44 согласно ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Таблица 44 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые выделяются в воздухе при сварке металлов

Название	Вещество ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Класс опасности
Твердая составляющая сварочного аэрозоля		
Марганец (при его содержании в сварочном аэрозоле до 20%)	0,2	2
Железа оксид	6,0	3
Кремний диоксид	1,0	2
Хром (III) оксид	1,0	2
Хром (VI) оксид	0,01	1
Газовая составляющая сварочного аэрозоля		
Азот диоксид	2,0	3
Марганец оксид	0,3	2
Озон	0,1	1
Углерода оксид	20,0	4
Фтористый водород	0,5/1,0	2

Рабочее место оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2÷0,5 метров в секунду.

8.1.4 Противопожарная безопасность

Меры пожарной безопасности и безопасных условий труда определяются исходя из конкретных условий проведения ремонтных работ, при условии строго исполнения действующих норм и правил по пожарной безопасности и охране труда.

К огневым работам относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, новообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций (электрическая и газовая сварка, бензиновая, керосиновая или кислородная резка, кузнечные и котельные работы с применением паяльных ламп и разведением открытого огня).

Огневые работы можно производить только после выполнения всех подготовительных мероприятий, обеспечивающих полную безопасность работ.

Согласно своду правил, СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» сварочный цех, рассматриваемый в данной работе, относится к категории помещений «Г»- умеренная пожароопасность (таблица 45).

Таблица 45 – Категория помещения, характеризующееся по пожароопасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Необходимо проводить следующие мероприятия по предупреждению пожаров [23]:

- по возможности в помещении должно находиться минимальное количество сгораемых материалов;

- в помещении, где постоянно проводятся сварочные работы, должны быть бетонные полы;

- не допускать перегрузки источников питания сварочной дуги, для этого в цепи питания источника должен быть автомат, отключающий источник питания при перегрузке;

- во избежание искрения, соединительные провода и кабель подключать в соответствии с правилами электробезопасности и тщательно изолировать.

- каждый сварочный пост должен иметь средства пожаротушения огнетушители ОП-3 и ПУ-3, бачок или ведро с водой, а также ящик с песком и лопатой.

- после окончания сварочных работ следует проверять рабочее место, помещение и зону, где производились сварочные работы и не оставлять открытого пламени и тлеющих предметов.

8.1.5 Производственный шум

Сварочный участок по производству аммиачных теплообменников является частью сварочного цеха, поэтому шум возникает повсеместно. Основными источниками шума являются подъемно – транспортное устройство (кран - балка) используемое при кантовке изделия, кувалда с молотком используемые при подгонке деталей по месту и электрошлифовальные машинки используемые для очистки металла от краски и ржавчины.

Нормативное значение шума, согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах», 80 дБа для цехового помещения.

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 [23].

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний». Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противошумные шлемы и каски; противошумные костюмы (ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума»).

8.1.6 Недостаточная освещенность на рабочем месте

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Для освещения сварочного участка применяются естественное и искусственное освещение. Согласно, СП 52.13330.2011 «СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение» норма освещенности 300 лк. Естественное освещение обеспечивается за счет боковых окон и стеклянного фонаря на крыше здания, искусственное освещение обеспечивается люминесцентными лампами марки ЛБ40 по всему периметру цеха.

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую посредством зрения; кроме того, оно утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих. Кроме того, при неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается брак продукции.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном. Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности). Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения в производственных помещениях показатели ослепленности не должны превышать 20 - 80 единиц в зависимости от продолжительности и разряда зрительной работы. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10 - 20 % в зависимости от характера зрительной работы [15].

Цветовая отделка интерьеров помещений и оборудования в сварочных цехах должна соответствовать указаниям по проектированию цветовой отделке интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

8.1.7 Повышенный уровень локальной вибрации

На сварочном участке вибрацию вызывает режущий инструмент. Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно - сосудистой системы, а также опорно-двигательного аппарата. Увеличение интенсивности и длительности вибрации, в ряде случаев, приводит к развитию вибрационной болезни.

Значения уровня локальной и общей вибрации определяется согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

Электроинструмент вызывает локальную вибрацию. Предельно допустимые значения локальной вибрации представлены в таблице 46.

Таблица 46 – Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Коррекция	Нормативные эквивалентные скорректированные значения и уровни виброускорения	
				м/с	дБ
Локальная		Хл, Yл, Zл	Wh	2,0	126

Примечание: Wh, - фильтр частотной коррекции по ГОСТ 31192.1-2004 «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования».

Для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется организовывать 10-15 минутные перерывы после каждого часа работы и проводить комплекс физиопрофилактических мероприятий.

8.2 Экологическая безопасность

Для сварочного производства характерны следующие отходы:

- металлические отходы;
- люминесцентные лампы.

Для утилизации металлических отходов используются специальные контейнеры. Применяется три вида контейнеров в зависимости от типа отходов: цветной лом, нержавеющая сталь, черный лом. После наполнения контейнеров, отходы отправляются на переработку.

Хранение люминесцентных ламп должно осуществляться в помещении, которое отдельно расположено от производственных цехов. Оно должно соответствовать требованиям правил хранения токсичных отходов и санитарных норм. В нем должна быть налажена система вентиляции. На случай аварийной ситуации в помещении для хранения ламп дневного света должно быть не менее 10 литров воды и запас марганцевого калия. Отработанные люминесцентные светильники должны быть помещены в плотную тару. В роли ее могут выступать

картонные коробки, коробки из ДСП, фанеры, бумажные или полиэтиленовые мешки. В одной картонной коробке должно быть не более 30 единиц продукции. Емкости должны быть расставлены на стеллажах, чтобы обезопасить их от любого механического воздействия. На каждой из них должна быть надпись «Отход 1 кл. опасности. Отработанные люминесцентные лампы».

8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На производственных предприятиях могут возникнуть чрезвычайные ситуации разного характера: техногенного и природного.

Производство находится в городе Томске, в качестве природных катаклизмов здесь бывают сильные морозы и наводнения. В качестве техногенных чрезвычайных ситуаций можно предположить пожар, диверсии и обрушение здания.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Значения температурных минимумов -50°C , температурных максимумов $+40^{\circ}\text{C}$. Достижение критически низких температур может привести к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их

местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации. [23].

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При подготовке сборочно-сварочных работ, инженеру сварочного производства необходимо руководствоваться следующими документами:

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

- Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.003-2015 "Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. N 602-ст)

- Государственный стандарт СССР ГОСТ 12.1.005-88 "Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. N 3388) (с изменениями и дополнениями)

- Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.019-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 681-ст)

- Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.009-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 682-ст)

- Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2014 г. N 2146-ст)

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы инженера, была разработана технология сборки и сварки обечайки теплообменника аммиачной холодильной установки. Подобраны сварочные материалы и оборудование, рассчитаны режимы сварки. Разработана последовательность сборки и сварки с использованием сборочно-сварочных приспособлений.

Проведен технико–экономический анализ целесообразности разработки технологии сборки и сварки теплообменника аммиачной холодильной установки с применением автоматической сварки под слоем флюса.

В результате которого были сделаны FAST-анализа и SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности. Сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также сумма заработной платы участников проекта. Итоговый бюджет проекта составляет 222021 руб.

По оценке ресурсоэффективности проекта, можно сделать выводы, что она выше для технологического процесса автоматической сварки под флюсом, по сравнению с другими способами сварки.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
2. ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные основные типы, конструктивные элементы и размеры
3. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с., ил.
4. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов.-М.: Машиностроение, 1977-432с., с.225
5. Конструирование и расчет сварочных приспособлений: рабочая программа, метод. указ. и задания на курсовой проект / сост. А.А. Хайдарова; Томский политехнический университет.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.– 26 с.
6. Марочник сталей и сплавов/под ред. Зубченко А.С.-М.; Машиностроение, 2011, 672 с.
7. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Расчет режимов сварки». Составитель Е.А. Трущенко. Изд-во Томского политехнического университета, 2008-41с.
8. Юхин Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов: Пособие для студентов.- М.: Изд.Центр «СОУЭЛО», 2008.- 74с., стр.45
9. Севбо П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. – Киев, Наук. Думка, 1978. – 400 с.
- 10 Б.Е.Патон Технология электрической сварки плавлением: Учебник для студентов вузов.- М.: Машиностроение, 1962.- 663с.

11 Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.

12 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504с., ил.

13 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.

14 Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред.С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.4/ Под ред. А.И.Акулова. 1978. 462с., ил.

15 А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз,1962.

16 Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1984. - 368 с.

17 Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с.

18 Белов С.В. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 1983.–264 с.

19 Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. М.: Энергия, 1990. – с.336.

20 Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. – 376 с.

21 Елгазин В.И. Расчет защитного заземления.

22 Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

23 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.