

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного образования

Специальность Машиностроения

Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Причины возникновения и методы измерения остаточных напряжений в сварных швах

УДК 621.791.05: 539.4.01

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Поротов Нь. И		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крекутулева Р.А.	к.ф.-м.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	Киселев А.С.	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт дистанционного образования

Направление подготовки (специальность) Машиностроения

Кафедра Оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ОТСП

_____ « » _____ 2017г. Киселев А.С.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

Студенту:

Группа	ФИО
З-1В22	Поротов Ньургун Иванович

Тема работы:

Причины возникновения и методы измерения остаточных напряжений в сварных швах	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	20.04.2017, № 2789/с
Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Остаточные напряжения; Сварное соединение; Методы измерения; Импульсный режим; Стационарный режим.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов.	1. Обзор литературных источников; 2. Исследование причин возникновения остаточных напряжений; 3. Методы измерения остаточных напряжений в сварных швах; 4. Методика проведения экспериментов и результаты исследований; 5. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 6. Социальная ответственность; 7. Заключение.
Перечень графического материала	График остаточных напряжений
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
1. Обзор литературных источников; 2. Исследование причин возникновения остаточных напряжений; 3. Методы измерения остаточных напряжений в сварных швах; 4. Методика проведения экспериментов и результаты исследований;	Кректулева Раиса Алексеевна
5 Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение.	Баннова Кристина Алексеевна
6 Социальная ответственность.	Сопруненко Элина Евгеньевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.10.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кректулева Р.А.	к.ф.-м.н.		30.10.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В22	Поротов Ньургун Иванович		30.10.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	Ф.И.О.
3-1В22	Поротов Ньургун Иванович

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Целью данного раздела – выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных для здоровья человека факторов, которые могут возникнуть при работе на сварочном производстве.

Анализ сварочного производства:

- 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.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- 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; пожаро-взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

2. Охрана окружающей среды:

Организация безотходного производства (приводится перечень отходов, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем

производстве промышленных отходов).
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: – приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия; – разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе).
Перечень графического материала: Отсутствует

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

Задание выдал консультант:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ.	Сопруненко Э.Е.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
3-1В22	Поротов Нь.И		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В22	Поротов Ньургун Иванович

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя
2. Оценка конкурентоспособности ИР
3. Матрица SWOT
4. Модель Канон
5. ФСА диаграмма

6. Оценка перспективности нового продукта
7. График разработки и внедрения ИР
8. Инвестиционный план. Бюджет ИП
9. Основные показатели эффективности ИП
10. 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
З-1В22	Поротов Нь. И		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направления подготовки Машиностроения

Уровень образования Высшее

Кафедра Оборудования и технология сварочного производства

Период выполнения (весенний семестр 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.04.2017	1 Литературный обзор	25
14.04.2017	2 Материалы, оборудование и методы исследования	5
02.05.2017	3 Экспериментальная часть	35
16.05.2017	4 Выводы	10
5.06.2017	5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
6.06.2017	6 Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крекутулева Р.А.	к.ф-м.н.		30.01.2017

СОГЛАСОВАНО:

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н.		30.01.2017

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 96 страниц, 20 рисунков, 35 таблиц, 4 графика и 17 литературных источников.

Ключевые слова: остаточные напряжения, сварное соединение, методы измерения, импульсный режим, стационарный режим.

Объектом исследования является измерение остаточных напряжений в сварных швах.

Целью данной работы является изучение причин возникновения и методов измерения остаточных сварных напряжений в сварном шве и освоение одного из методов их измерения.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 10.0, графическом редакторе “КОМПАС-3D V16”. Использовалось лабораторное оборудование: болгарка, шлифовальная машина, «ПРОН» (портативный рентгеновский определитель напряжений), сварочный инвертор «ФЭБ – 315 «Магма»».

Введение	11
Глава 1. Обзор литературных источников	13
1.1 Теоретические исследования	13
1.2 Экспериментальные исследования	13
1.3 Разработка приборов по измерению остаточных напряжений	13
Глава 2. Исследование причин возникновения остаточных напряжений	17
2.1 Общие сведения	17
2.2 Причины возникновения остаточных напряжений	19
2.3 Способы снижения остаточных напряжений	19
Глава 3. Методы измерения остаточных напряжений в сварных швах	21
3.1 Механические методы	21
3.2 Физические методы	21
Глава 4. Методика проведения экспериментов и результаты исследований	23
4.1 Подготовка пластин	23
4.2 Выполнение сварочных работ	25
4.3 Калибровка портативного рентгеновского определителя напряжений (ПРОН)	26
4.4 Подготовка поверхности для съемки	31
4.5 Съемка с помощью рентгеновского аппарата «ПРОН»	33
4.6 Расчет остаточных напряжений	36
Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	39
5.1 Потенциальные потребители результатов исследования	39
5.2 Анализ конкурентных технических решений	40
5.3 Технология QuaD	43
5.4 SWOT-анализ	45
5.5 Структура работ в рамках научного исследования	53
5.6 Определение трудоемкости выполненных работ	54
5.7 Бюджет научно-технического исследования	63
5.8 Определение ресурсной эффективности, финансовой,	71

бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	
Глава 6. Социальная ответственность	74
6.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов	74
6.1.1 Требования к выбору и применению средств индивидуальной защиты (СИЗ)	74
6.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте	75
6.1.3 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	77
6.1.4 Уровень статического электричества	79
6.1.5 Освещенность рабочей зоны	80
6.1.6 Пожарная безопасность	81
6.1.7 Расчет воздухообмена	87
6.2 Охрана окружающей среды	89
6.3 Защита в чрезвычайных ситуациях	90
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	91
Заключение	94
Список литературы	96

Введение

При получении сварных соединений наблюдаются сопутствующие термомеханические процессы, которые при охлаждении металла приводят к возникновению внутренних напряжений разного знака. Напряжения, сохранившиеся в сварном соединении после выполнения всех сварочных работ, называются остаточным. По абсолютной величине они бывают в большинстве случаев близкие к пределу прочности материала при деформационных нагрузках (сжатие, растяжение, изгиб).

В связи с этим возникает необходимость изучения причин возникновения и методов измерения остаточных напряжений в сварных швах для оценки эксплуатационных характеристик, то есть определение надежности и долговечности сварных соединений. Это и определяет актуальность данной выпускной квалификационной работы.

Целью данной работы является изучение причин возникновения и методов измерения остаточных напряжений в сварных швах, а также освоение работы с портативным рентгеновским аппаратом «ПРОН».

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить причины возникновения остаточных напряжений;
- изучить методы измерения остаточных напряжений;
- выполнить сварочные работы;
- усвоить выбранный метод измерения остаточных напряжений;
- произвести анализ полученных результатов.

При выполнении выпускной квалификационной работы был проведен анализ литературных данных по широкому кругу вопросов, а именно:

- по теоретическим методом исследования причин возникновения остаточных напряжений;
- по существующим методам измерения остаточных напряжений;
- по оценке доступности и эффективности приборной базы для измерения остаточных напряжений;

- по методам регистрации остаточных напряжений с помощью портативной рентгеновской аппаратуры «ПРОН».

Для решения поставленных задач в выпускной квалификационной работе были проведены экспериментальные работы по формированию сварных соединений при различных режимах сварки: на постоянном и импульсном режиме задания вольт – амперных характеристик (ВАХ). В полученных сварных соединениях были измерены остаточные напряжения и проведен сравнительный анализ их распределения по объему образцов.

По результатам проведенных исследований сделаны выводы и рекомендации.

Глава 1. Обзор литературных источников

Поскольку при проведении сварочных работ с применением различных способов сварки в металле сварочного соединения остаются большие напряжения, которые при эксплуатации могут привести к разрушению сварных конструкций, то этому вопросу в литературе уделяется очень большое внимание. Существуют разные уровни исследования, которые рассмотрим ниже.

1.1 Теоретические исследования

В России первым человеком, исследовавшим остаточные напряжения, был Н. В. Калакуцкий [2]. Он отметил, что остаточные напряжения внешне проявляют себя через изменение геометрических размеров частей изделия при разделении его на части, а также внутренние проявления остаточных напряжений связаны с изменением меж атомных расстояний.

Из более поздних работ следует указать работы [3-6], где представлена более сложная и всеобъемлющая математическая модель, позволяющая учитывать стадии процесса формирования сварочного соединения.

1.2 Экспериментальные исследования

Суть экспериментального исследования, состоит в оценке влияние на объект режимов сварки в заданных условиях на параметры внутреннего состояния. При этом как условия, так и параметры объекта могут меняться в заранее заданных интервалах варьирования.

В изучении остаточных напряжений следует указать экспериментальные исследования [7-13], в которых проведены измерения остаточных напряжений. А также работы по снижению остаточных напряжений различными методами.

1.3 Разработка приборов по измерению остаточных напряжений

Разработка приборов по измерению остаточных напряжений развивается по мере развития технологий. Производством и разработкой

приборов занимаются такие организации, как «НПЦ Контакт», «РРК», «ИНКОТЕС».

Организацией «НПЦ Контакт» производятся приборы для неразрушающего контроля с наименованием «СИТОН – ПП», «СИТОН – АРМ» (Рис. 1.1 – 1.2). Приборы предназначены для неразрушающего контроля и последующего определения в поверхностном слое металла остаточных и эксплуатационных напряжений. Технические характеристики данных приборов приведены в таблице 1.1.



Рис. 1.1 – Внешний вид аппаратуры СИТОН – ПП



Рис. 1.2 – Внешний вид аппаратуры СИТОН – АРМ

Таблица 1.1 – Технические характеристики

Наименование	СИТОН – ПП	СИТОН - АРМ
Погрешность, Мпа	От 20 до 60	От 20 до 40
Глубина определения, мкм	От 20 до 10000	От 0 до 650
База замера, мм	40	25
Время замера, сек	5	До 0.5
Время автономной работы, ч	4	-
Число точек измерения за один цикл	10	-
Вес, кг	3	-

Также организация «РКК» предлагает такие приборы, как «ИНТОРСКАН», «МАКСИ», «МС – 3» (Рис. 1.3 – 1.5).

Прибор «ИНТРОСКАН» – магнитошумовой анализатор напряжений и структуры металлов. Он предназначен для измерения остаточных и приложенных напряжений, контроля структуры и твёрдости сталей, поверхностных слоёв упрочнённых пластической, лазерной, термической и химической обработками на глубину до 1.2 мм. Имеет встроенный компьютер с операционной системой Windows CE, что предоставляет широкие возможности по обработке и представлению результатов измерений. Питание от сети 220 В или от аккумулятора 12 В.

Данный прибор сертифицирован Госстандартом РФ как тип средств измерений (номер регистрации в Госреестре 27094-07) и допущен к применению в Российской Федерации. Прибор включён в перечень средств, рекомендованных ОАО «Газпром» для контроля напряжённо-деформированного состояния трубопроводов.

Прибор «МАКСИ» – магнитные анализаторы качества структуры изделий. Семейство приборов различных модификаций, предназначенных для контроля физико-механических свойств и автоматизированной сортировки ответственных деталей машиностроения и заготовок, имеющих нестабильные или изменяющиеся размеры. Производительность контроля – до 3 изделий в секунду.

Прибор новой модификации «МАКСИ-Д» выполнен в виде универсального блока с двумя измерительными каналами. Может использоваться с любым датчиком всего семейства приборов «МАКСИ». Программы, встроенные в прибор, позволяют обрабатывать измеренные сигналы по новым эффективным алгоритмам.

Прибор «МС-3» – автономный магнитный сортировщик. Прибор предназначен для сортировки ферро магнитных сталей, отличающихся коэрцитивной силой, по маркам. Может применяться и для контроля отклонений в структуре металлов, например, остаточного аустенита в сталях или отбела чугуна, а также для контроля степени закалки и др. параметров. Прибор имеет малый вес и габариты, питание автономное и от сети 220 В. Новая модификация прибора позволяет работать с поправочным коэффициентом, что обеспечивает взаимозаменяемость датчиков.

И еще есть ООО «ИНКОТЕС», который предлагает прибор «ИН – 5101А» (Рис. 1.6). Принцип действия прибора основан на генерации ультразвуковых зондирующих импульсов и регистрации параметров отраженных упругих волн, возбуждаемых в материале контролируемого объекта.



Рис. 1.3 – Внешний вид прибора «ИНТРОСКАН»



Рис. 1.4 – Внешний вид прибора «МАКСИ»



Рис. 1.5 – Внешний вид прибора «МС – 3»



Рис. 1.6 – Внешний вид прибора «ИН – 5101А»

Глава 2. Исследование причин возникновения остаточных напряжений

2.1 Общие сведения

Остаточным напряжением называется внутреннее напряжение, которое остается по прохождению времени при отсутствии внешних воздействий.

Классификация остаточных напряжений разделяется на 2 вида.

В одном виде Н.Н Давиденко в своей работе [14] классифицирует остаточные напряжения на три рода:

1. Напряжение первого рода – это напряжения, которые уравниваются в пределах размера изделия или его отдельных частей;
2. Напряжения второго рода – это напряжения, которые уравниваются в пределах одного или нескольких зерен металла.
3. Напряжение третьего рода – это напряжения, которые уравниваются в пределах кристаллической решетки металла.

А в другом виде классификации, предложенном в работе [15] Е. Оровым и К. В. Мак-Греггором на две группы:

1. Макронапряжения;
2. Микронапряжения.

В настоящее время наиболее широко используется классификация остаточных напряжений, предложенная от Н.Н Давиденко [14].

По направлению остаточные напряжения могут быть одноосным, двухосным, и трехосным (Рис. 2.1).

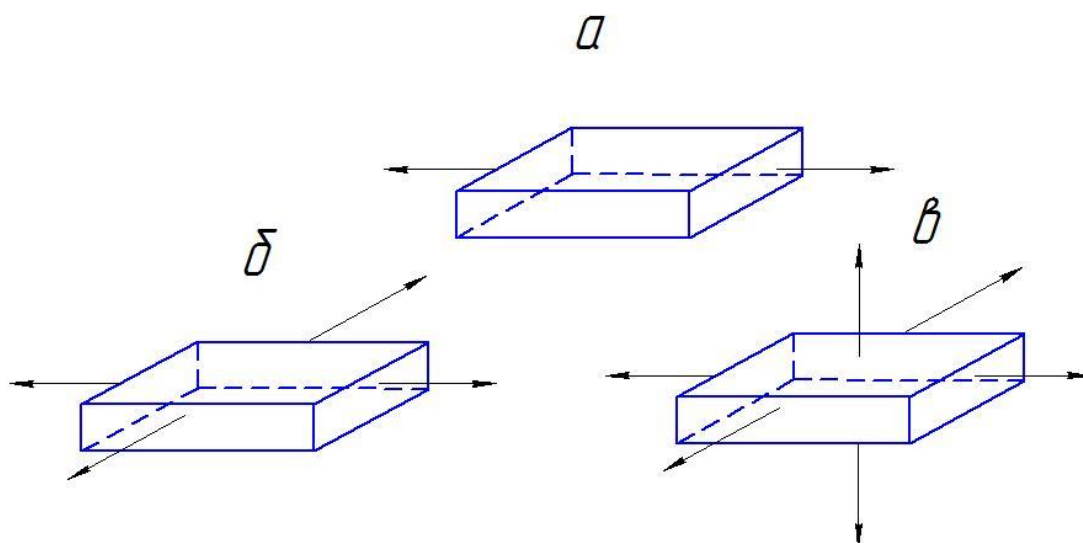


Рис. 2.1 – Направления остаточных напряжений:

а – одноосное, б – двухосное, в – трехосное.

Остаточные напряжения влияют на прочность сварных соединений. Рассматривается влияние остаточных напряжений при статических нагрузках и при переменных нагрузках. В работе [1] И.А Биргером было установлено, что если разрушению предшествует заметная пластическая деформация, то разрушающая нагрузка при статических нагрузках не зависит от величины и распределения остаточных напряжений. А в условиях хрупкого разрушения влияние остаточных напряжений может быть значительным. Это связано с чувствительностью материала к надрезу, высокой скорости нагружения, так как напряженное состояние способствует хрупкому разрушению.

Намеренно создавая контролируемые остаточные напряжения можно повысить эксплуатационные свойства металла. Чаще всего создают сжимающие остаточные напряжения в поверхностном слое. При этом уменьшаются опасные растягивающие рабочие напряжения.

2.2 Причины возникновения остаточных напряжений

В ходе исследования причин возникновения были изучены работы [1 – 13]. Во всех работах причиной возникновения остаточных напряжений считается неоднородность протекания процессов. Ими могут быть неоднородная пластическая деформация, неоднородное распределение температур, неравномерность прохождения фазовых превращений и т.д.

Согласно работе С.П. Буркина [2] факторами возникновения остаточных напряжений при сварке можно отнести такие процессы как: местный нагрев, неравномерное расширение металла, литейная усадка и вторичные структурные превращения в металле шва и в около шовной зоны.

2.3 Способы снижения остаточных напряжений

Изучения способов снижения остаточных напряжений является актуальным, потому что при снижении остаточных напряжений повышаются эксплуатационные характеристики. По снижению остаточных напряжений были проведены работы [11 – 13]. В данных работах проведены

эксперименты, в которых добились повышения эксплуатационных характеристик на 3 – 4 раза.

К эффективным способам снижения остаточных напряжений можно отнести:

- Термическая обработка;
- Термомеханическая обработка;
- Механическое объемное и поверхностное воздействие;
- Рациональный выбор технологических параметров обработки металлов давлением.

Глава 3. Методы измерения остаточных напряжений в сварных швах

Методы измерения остаточных напряжений в сварных швах разделяют на механические и физические.

3.1 Механические методы

Общий принцип механического метода измерения остаточных напряжений заключается в освобождении участка механическим путем и измерении изменения геометрических показателей участка. Затем по известным формулам определяют остаточные напряжения. Главным недостатком метода является нарушение целостности исследуемого объекта. (пример: стандарт ASTM E837 - 08e1 «Стандартный метод тензометрического определения остаточных напряжений с использованием высверливаемого отверстия»)

3.2 Физические методы

Физические методы измерения остаточных напряжений в сварных швах условно можно разделить на не сколько видов:

1. Рентгеновский;
2. Электромагнитный;
3. Ультразвуковой;
4. Метод твердости;
5. Метод хрупких покрытий.

Рентгеновский метод основан на измерении изменений межплоскостных расстояний, определяемых по смещению дифракционной линии. Имеет большую точность, возможность измерения сложных геометрических форм и обладает высокой локальностью на глубине до 0,1 мм.

К недостаткам рентгеновского метода следует отнести существенное влияние структуры и размеров зерна, что особенно критично для рассматриваемого случая. Для исследования подповерхностных слоев

требуется удаление слоя металла, что делает его неприемлемым для неразрушающего контроля толстостенных конструкций.

Измерения занимают много времени, предъявляются высокие требования к чистоте поверхности. Непосредственно измеряемой в дифрактометре величиной является смещение дифракционного профиля, которое есть следствие напряженно-деформированного состояния исследуемого материала. Эта величина составляет доли градуса, и должна измеряться с погрешностью, не превышающей сотые доли градуса.

Принцип магнитного метода состоит в использовании зависимости магнитных свойств от упругих напряжений или наоборот.

Принцип ультразвукового метода основан на изменении скорости распространения звуковых волн.

Принцип использования метода твердости основан на регистрации величины твердости напряжённых тел при влиянии внутренних напряжений.

Принцип метода хрупких покрытий состоит в нанесении на металл керамического покрытия и приложения нагрузки к образцу до появления в нем трещин. При этом нанесенные заряженные частицы порошка скапливаются в трещинах, обеспечивая их видимость. Этот метод позволяет визуализировать поле напряжений, но не дает точных количественных оценок их величины.

.

Глава 4. Методика проведения экспериментов и результаты исследований

Для проведения экспериментов выпускной квалификационной работы нужно выполнить следующие этапы:

1. Подготовить пластины;
2. Выполнить сварочные работы;
3. Выполнить калибровку рентгеновского аппарата «ПРОН»;
4. Подготовить поверхность для съемки;
5. Выполнить съемку с помощью рентгеновского аппарата «ПРОН»;
6. Рассчитать остаточные напряжения;
7. Сделать вывод.

При проведении эксперимента применили рентгеновский метод определения остаточных напряжений, с помощью портативной аппаратуры «ПРОН». Принцип определения остаточных напряжений рентгеновским методом основан на явлении дифракции рентгеновских лучей при прохождении через кристаллическую решетку.

4.1 Подготовка пластин

Для подготовки был выбран листовой прокат с толщиной 6 мм маркой стали 09Г2С. (см. таблицу 4.1 и 4.2)

Из листового проката былирезаны 4 пластины с длиной 270 мм и шириной 130 мм. После того как разрезали пластины, данные пластины подготавливаются к сварке. При подготовке к сварке была выбрана разделка кромок с условным обозначением С – 17 по ГОСТ 5264-80. Разделка кромок выполнялось на фрезерном станке, в которой был установлен самодельный стол для удерживания пластин. Все отклонения от геометрических размеров были подогнаны болгаркой и шлифовальной машиной. Данные геометрических размеров приведены на Рис. 4.1. Не забываем очистить зону сварки шлифовальной машиной не менее 10 мм от края кромок. После подготовки к сварке приступаем к сварке.

Таблица 4.1 – Химический состав в процентах стали 09Г2С.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0.12	0.5 - 0.8	1.3 - 1.7	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.3	до 0.008	до 0.3	до 0.08

Таблица 4.2 – Механические свойства при T=20 °С стали 09Г2С.

Сортамент	σ_B	σ_T	δ_5	KCU
-	МПа	МПа	%	кДж / м ²
Лист, ГОСТ 5520-79	430-490	265-345	21	590-640

где, σ_B – Предел кратковременной прочности;

σ_T – Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации);

δ_5 – Относительное удлинение при разрыве;

KCU – Ударная вязкость.

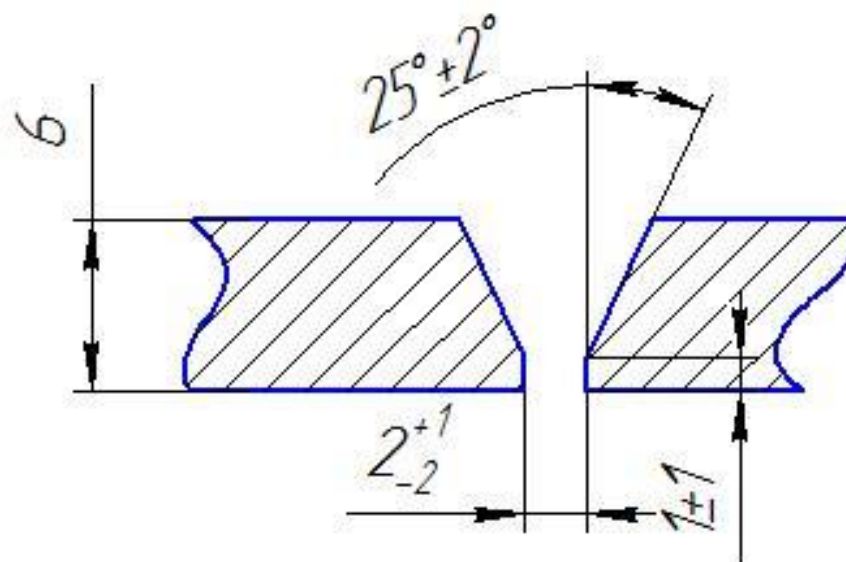


Рис. 4.1 – Геометрические размеры отделки кромок с условным обозначением С – 17 по ГОСТ 5264-80

4.2 Выполнение сварочных работ

Для сварки выбрали сварочный инвертор «ФЕБ – 315 «МАГМА»» (Рис. 4.2) и электроды УОНИ 13/55. Сварку выполняем на самодельном кондукторе. То есть закрепляем пластины на кондукторе выдерживаем зазор и выполняем сварку. Корневой шов выполнили электродами диаметром 3 мм, а облицовочный шов электродом диаметром 4 мм. Сварку выполняли при стационарном режиме данные см. в таблице 4.3 (пластина 1) и при импульсном режиме см. в таблице 4.4 (пластина 2).



Рис. 4.2 – Внешний вид сварочного инвертора «ФЕБ – 315 «МАГМА»»

Таблица 4.3 – Данные стационарного режима РДС

Наименование	Корневой шов	Облицовочный шов
Длина шва, мм	250	250
Ток сварки, А	70	141
Напряжение сварки, В	23, 5	24, 5
Время сварки, сек	172	89
Скорость сварки, м/ч	5,23	10,11
Погонная энергия, кДж/м	962	1045

Таблица 4.4 – Данные импульсного режима РДС

Наименование	Корневой шов	Облицовочный шов
Длина шва, мм	250	250
Ток импульса, А	90	190
Время импульса, сек	0,2	0,2
Ток паузы, А	40	40
Время паузы, сек	0,4	0,4
Напряжения сварки, В	25	23
Время сварки, сек	220	115
Скорость сварки, м/ч	4,09	7,83
Средний ток паузы, А	52,5	77,5
Средний ток сварки, А	65	115
Погонная энергия, кДж/м	1215,5	1034,2

4.3 Калибровка портативного рентгеновского определителя напряжений (ПРОН)

Для оценки точности измерения портативной рентгеновской аппаратуры «ПРОН» периодически нужно выполнять калибровку. Принцип калибровки аппарата заключается в съемке эталонного образца, который состоит из мелких отдельных частиц, имеющих высокую дисперсность. В данном случае образец имеет вид порошка, который состоит из перлитной стали и хрома. Пленка заряжается в темной комнате при красном свете. Проявку также производить в темной комнате при красном свете. Съемка проводилась на пленке производства компании «Agfa - Gevaert» с наименованием «CP-BU NEW» (см. Рис 4.3).



Рис.4.3 – «Agfa – Gevaert: CP-BU NEW»



Рис. 4.4 – Внешний вид портативного рентгеновского аппарата
«ПРОН»

Сам портативный рентгеновский аппарат «ПРОН» (Рис. 4.4) состоит из измерительного блока, преобразователя, платы управления, сетевого выпрямителя и соединительных кабелей. Сам измерительный блок состоит из коллимационно – регистрирующего устройства (коллиматора) и источника питания с рентгеновской трубкой. Точность рентгеновского аппарата «ПРОН» составляет около $\pm 10 \pm 25$ Мпа в зависимости от типа измеряемого объекта.

Для измерения механических напряжений коллиматор обеспечивает реализацию рентгенооптической схемы Ψ – гониометра (Рис 4.5). Каждый из анодов F_1 и F_2 двух анодной рентгеновской трубки 1 является источником рентгеновского излучения. Коллиматор 2 формирует пучки рентгеновских лучей таким образом, что их оси пересекаются в точке O , отстоящей на равном расстоянии от обеих фокусов и лежащей на оси Ψ . Угол сходимости 2β определен конструкцией трубки. В рабочем положении ось Ψ должна быть совмещена с поверхностью образца, а точка сходимости определяет центр намеченного для измерений места. При этом оба пучка первичных лучей освещают один и тот же участок поверхности. Дифрагированные этой поверхностью лучи образуют несколько конусов дифракции.

На пути дифрагированного излучения установлена кассета 5 с рентгеновской фотопленкой. В кассете вырезаны приемные окна 6 и 7, пропускающие небольшие части дифракционных конусов. При выбранных геометрических размерах в окно 6 попадут лучи дифракционного конуса с осью OP_1 , а в окно 7 – лучи дифракционного конуса с осью OP_2 . В точках D_1 и D_2 , расположенных на окружностях фокусировки (P_1 и P_2), происходит полная фокусировка дифрагированных лучей.

Освещаемая рентгеновским лучами область на поверхности образца имеет вид, близкий к прямоугольнику. Условия фокусировки допускают значительную расходимость пучка первичных лучей в направлениях, лежащих в плоскости фокусировки, и в то же время накладывают ограничения на расходимость в перпендикулярном к этим плоскостям направлениях. Так ось Ψ расположена одновременно в обеих плоскостях фокусировки, то сторона

освещенного участка, направленная вдоль оси Ψ , может быть в несколько раз больше, чем сторона, ей перпендикулярная. Пучки первичных лучей, а следовательно: размеры и форма освещенного участка, формируются щелями 3 и 4 коллиматора.

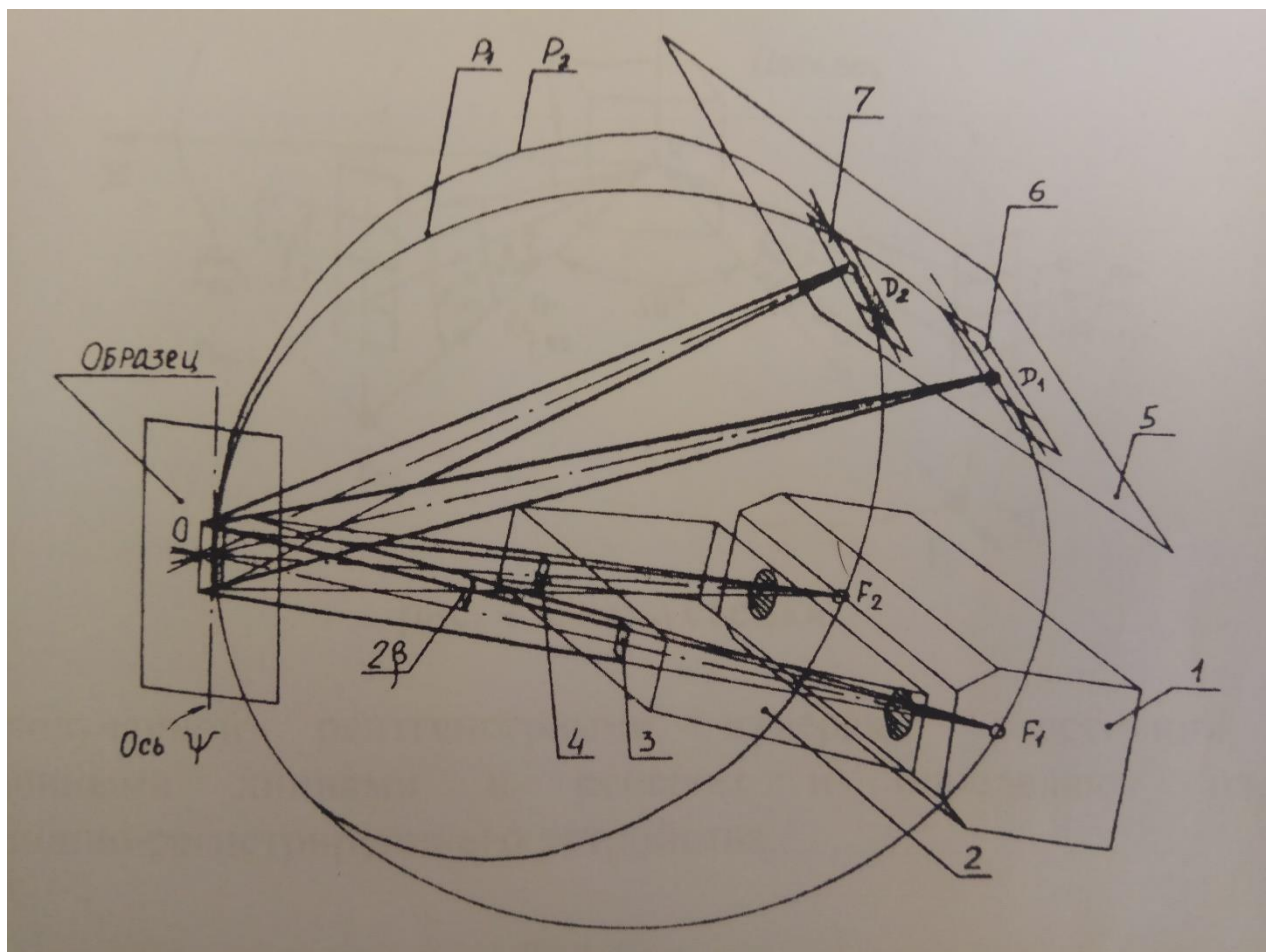


Рис. 4.5 – Рентгенооптическая схема «ПРОН»:

1 – рентгеновская трубка, 2 – коллиматор, 3 и 4 – щели коллиматора,
5 – кассета с рентгеновской пленкой, 6 и 7 – приемные окна.

В результате на одной фотопленке получаются одновременно две дифракционные линии, в данном случае $\Psi_1=0^\circ$, $\Psi_2=50^\circ$. По полученной рентгенограмме измеряют расстояние между дифракционными линиями и репером и определяют параметры коллимационно – регистрирующего устройства.

$$\beta_0 = \eta_{Cr} + \eta_{Fe} - \frac{L_0^{Cr} + L_0^{Fe}}{L_0^{Cr} - L_0^{Cr}} (\eta_{Cr} - \eta_{Fe}); \quad (1)$$

$$\beta_{50} = \eta_{Cr} + \eta_{Fe} - \frac{L_{50}^{Cr} + L_{50}^{Fe}}{L_{50}^{Cr} - L_{50}^{Fe}} (\eta_{Cr} - \eta_{Fe}). \quad (2)$$

где L_0^{Cr} , L_0^{Fe} , L_{50}^{Cr} и L_{50}^{Fe} – расстояние между репером и дифракционным максимумом.

$$\eta_{Cr} = 90^\circ - \theta_{Cr} = 13,56^\circ; \quad (3)$$

$$\eta_{Fe} = 90^\circ - \theta_{Fe} = 11,96^\circ. \quad (4)$$

Формула определения напряжения имеет вид:

$$\sigma_{ост} = AL_{50}^{obr} - BL_0^{obr} + C; \quad (5)$$

где L_{50}^{obr} и L_0^{obr} – расстояние дифракционных максимумов образца от реперной линиями на рентгенограмме.

Значения θ_{ψ_1} выражают следующим образом:

$$\theta_{\psi_1} = 90 - \frac{1}{2} \left(\beta_0 + \frac{2(\eta_{Cr} - \eta_{Fe})}{L_0^{Cr} - L_0^{Fe}} L_0^{obr} \right); \quad (6)$$

Аналогично θ_{ψ_2} . Затем подставляется в формулы (3) и (4).

Постоянные А, В, С в формуле (5) определяют:

$$A = K \frac{\eta_{Cr} - \eta_{Fe}}{L_{50}^{Cr} - L_{50}^{Fe}}; \quad (7)$$

$$B = K \frac{\eta_{Cr} - \eta_{Fe}}{L_0^{Cr} - L_0^{Fe}}; \quad (8)$$

$$C = K \frac{\beta_{50} - \beta_0}{2}; \quad (9)$$

Измерения расстояния между репером и дифракционным максимумом приведены в таблице 4.5. Расчетные постоянные β_0 , β_{50} , А, В, С, К рентгеновского аппарата «ПРОН» приведены в таблице 4.6.

Таблице 4.5 – Расстояние между репером и дифракционным максимумом

	L ₀ ,мм	L ₅₀ ,мм
Хром	8,69	7
Железо	13,6	11,45

Таблица 4.6 – Расчетные постоянные рентгеновского аппарата «ПРОН»

β_0	β_{50}	А	В	С	К
18,26	18,89	36,85	33,4	32,28	102,5

4.4 Подготовка поверхности для съемки

При подготовке поверхности для съемки после сварочных работ нужно снять усиления, то есть снимаем валик с двух сторон с помощью шлифовальной машинки и болгарки. Снимаем так что бы толщина наплавленного металла была равна толщине пластины. Затем выполняем химическое травления поверхности с помощью царской водки. Царская водка состоит из серной кислоты и из 1/3 азотной кислоты. С помощью пластилина устанавливаем границы химического травления, следом заливаем царскую водку (Рис. 4.6). При истечении 10 минут выливаем царскую водку и протираем от остатков. Результат химического травления см. Рис 4.7.

После того, как выполнили травления исследуемого участка, нужно выполнить разметку по горизонтали и по вертикали. Разметка нужна для того что бы прицелиться в ту область которую мы исследуем. В данном случае горизонтальные линии для разметки начинали с середины сварочного шва с

шагом 5 мм, а вертикальную линию выполнили по середине протравленного участка. Так как размеры облучаемого участка 1мм в ширину и 5 мм в длину, являются достаточным для определения напряжения 1 рода.



Рис.4.6 – Химическое травления поверхности с помощью
«царской водки»

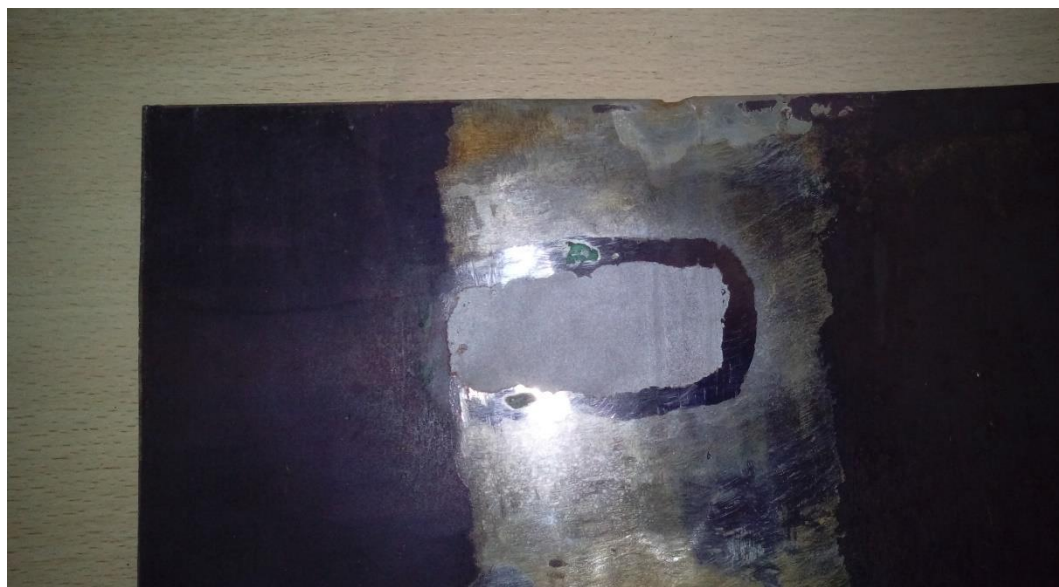


Рис. 4.7 – Результат химического травления

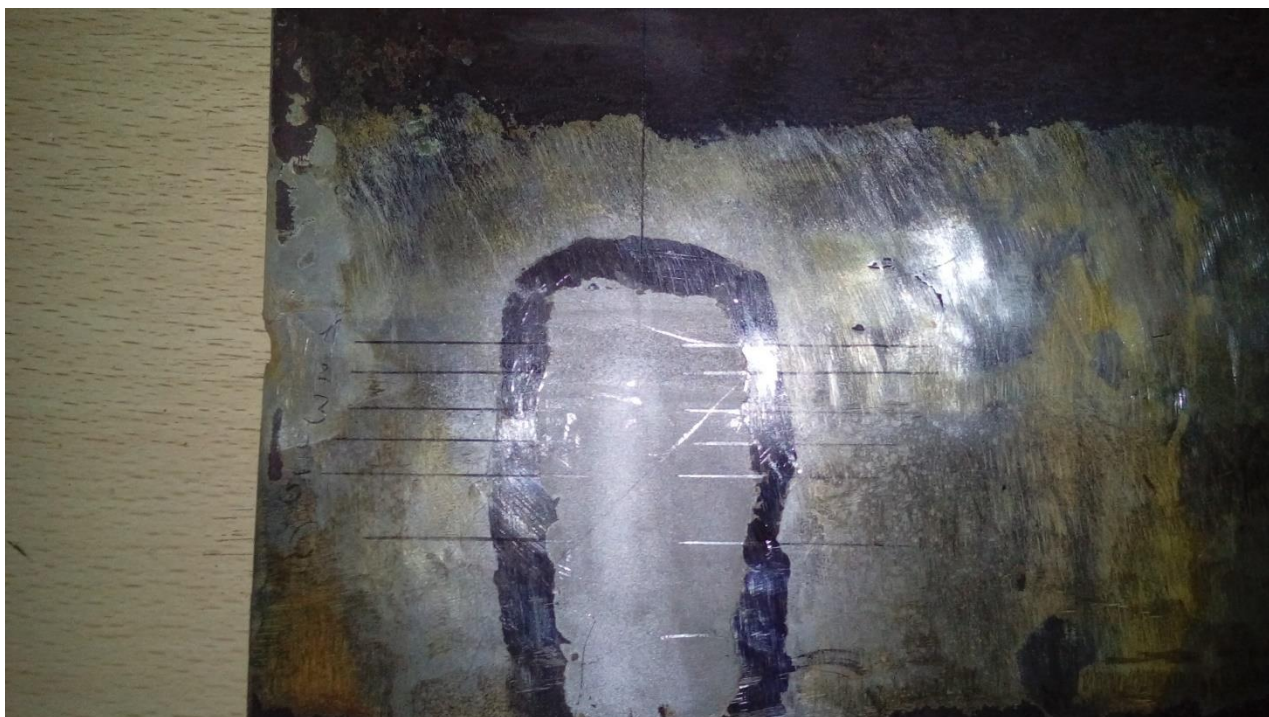


Рис. 4.8 – Нанесенные разметки для прицеливания

4.5 Съемка с помощью рентгеновского аппарата «ПРОН»

При съемке использовали пленку производства компании «Agfa - Gevaert» с наименованием «CP-BU NEW» также, как и в калибровке портативного рентгеновского аппарата «ПРОН». Заряженную кассету устанавливаем в аппаратуру. Прицеливаемся в область исследования с помощью нанесенных на пластину разметок и рисок. То есть совмещаем риски измерительного блока с разметками на пластине (Рис 4.9). После того как прицелились включаем портативную рентгеновскую аппаратуру «ПРОН». Засекаем время, время экспозиции от 7 до 10 минут. (Рис 4.10)

После съемки нужно отмечать номера кассет, номера области и с какой стороны пластины выполнили съемку (облицовочная (А), продольная (Б)). Также важно отметить, какое напряжения измерили, под «какое» понимается продольное или поперечное. Поперечное напряжение направлено (σ_Q) поперек сварочного шва, а продольное напряжение (σ_Z) направлено вдоль шва (Рис. 4.11). После съемки приступаем к проявке. Затем штангенциркулем измеряем расстояние между репером и максимумом дифракционной линии, положив

рентгеновскую пленку на стекло с подсветкой (Рис 4.12). Все измерения приведены в таблице 4.7



Рис 4.9 – Совмещение рисок на измерительном блоке с разметками на пластине



Рис 4.10 – Выполнения съемки

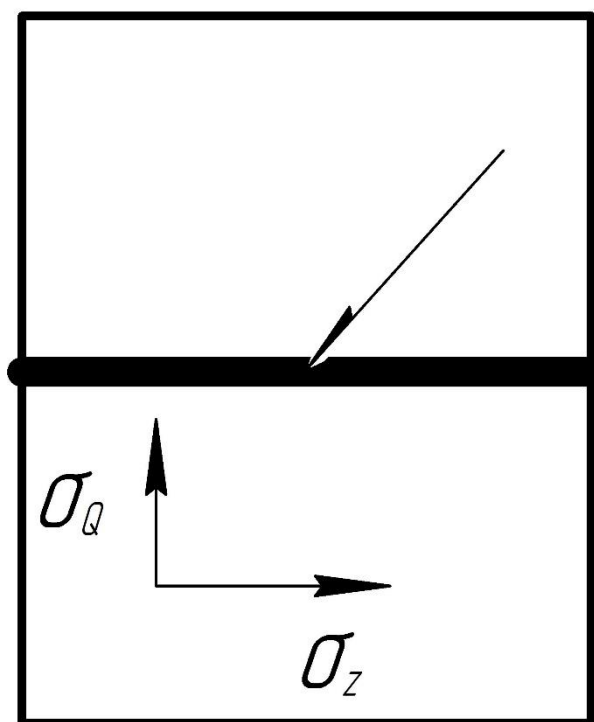


Рис. 4.11 – Направления поперечного напряжения (σ_Q) и продольного напряжения (σ_z)

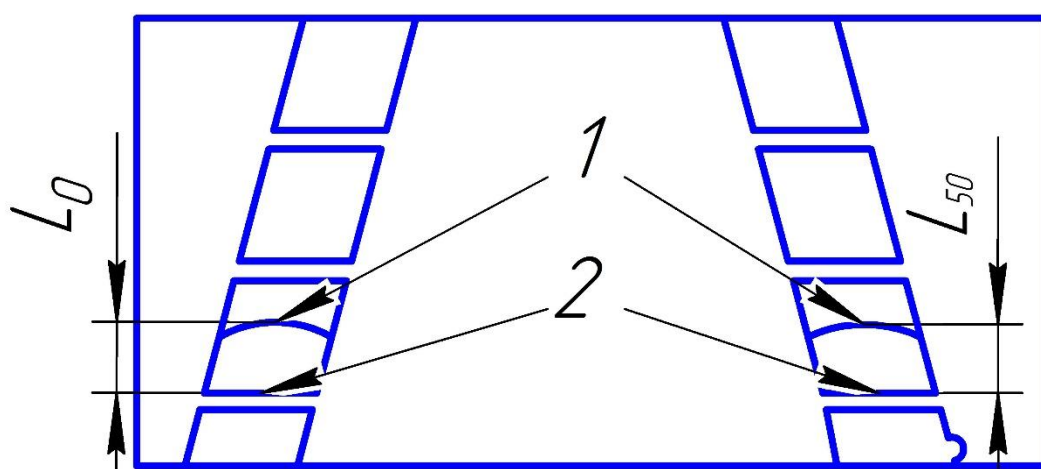


Рис. 4.12 – Схема рентгеновской пленки:

1 – дифракционная линия, 2 – реперная линия, L_0 – расстояние между максимумом дифракционной линии и реперной линией при $\Psi=0$, L_{50} – расстояние между максимумом дифракционной линии и реперной линией при $\Psi=50$

4.6 Расчет остаточных напряжений

Выполнив и записав измеренияставляем их в формулу (5), выполняем расчет остаточных напряжений. Поставив значение всех постоянных в формулу (5), получаем:

$$\sigma_{\text{ост}} = 36,85L_{50}^{\text{obr}} - 33,4L_0^{\text{obr}} + 32,28;$$

Все данные расчета приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Измерения и расчет остаточных напряжений.

Номер съемки	Номер пленки	Номер пластины	Сторона	Направления остаточного напряжения	Измерения		Расчет $\sigma_{\text{ост}}$, Мпа
					L ₀ , мм	L ₅₀ , мм	
1	11	1	А	Поперечное	8,89	7,71	190,96
2	18	1	А	Поперечное	8,87	7,60	157,78
3	13	1	А	Поперечное	8,89	7,61	154,85
4	10	1	А	Продольное	9,06	7,66	117,26
5	12	1	А	Продольное	8,91	7,63	155,52
6	17	1	А	Продольное	9,11	7,93	198,48
7	12*	1	Б	Поперечное	8,96	7, 62	135,54
8	20	1	Б	Поперечное	8,53	7,34	175,17
9	4	1	Б	Поперечное	8,98	7,53	96,49
10	3	1	Б	Продольное	8,81	7,66	199,09
11	17*	1	Б	Продольное	9,07	7,75	146,49
12	11*	1	Б	Продольное	9,19	7,57	42,20
13	18*	2	А	Поперечное	9,22	7,66	64,89
14	13*	2	А	Поперечное	8,78	7,34	93,33
15	1	2	А	Поперечное	8,50	7,23	145,26
16	2	2	А	Продольное	8,96	7,68	157,21
17	3	2	А	Продольное	8,82	7,67	199,43
18	4	2	А	Продольное	8,97	7,65	143,11

19	7	2	Б	Поперечное	8,88	7,61	158,12
20	1*	2	Б	Поперечное	8,91	7,54	123,02
21	9	2	Б	Поперечное	8,86	7,51	128,55
22	8	2	Б	Продольное	8,71	7,55	192,10
23	5	2	Б	Продольное	8,66	7,42	161,51
24	9*	2	Б	Продольное	8,90	7,61	151,58

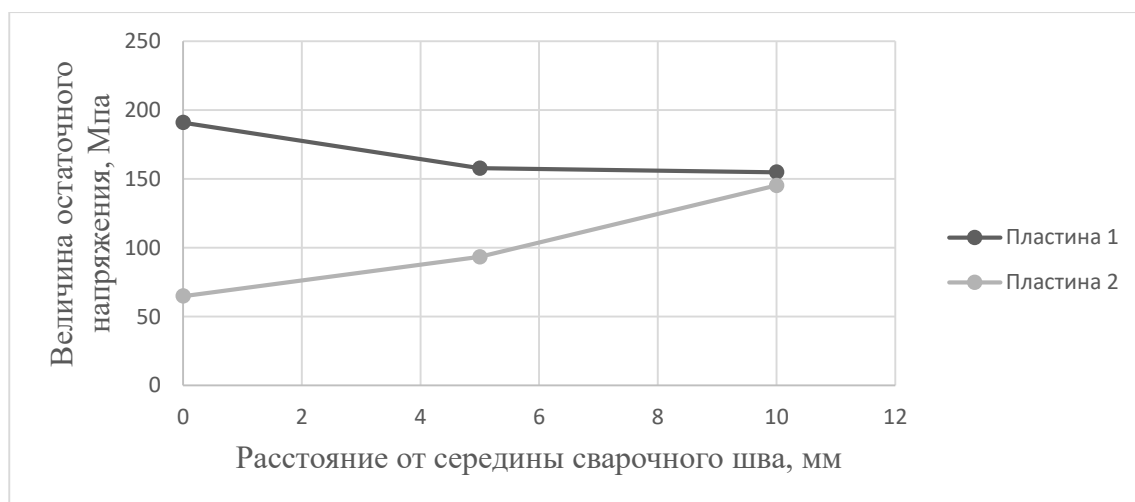


График 4.1 – Поперечные остаточные напряжения с облицовочной стороны пластин 1 и 2

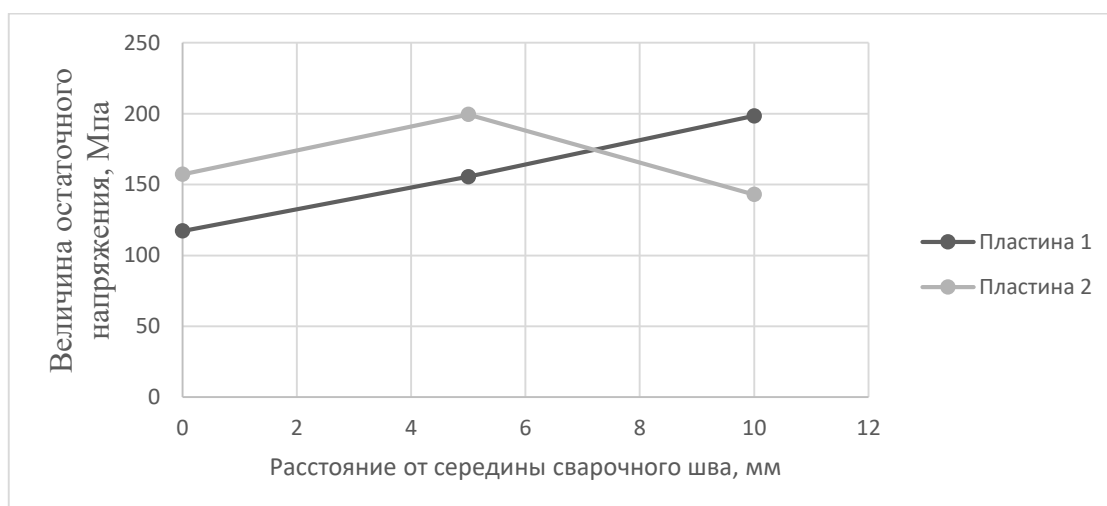


График 4.2 – Продольные остаточные напряжения с облицовочной стороны пластин 1 и 2

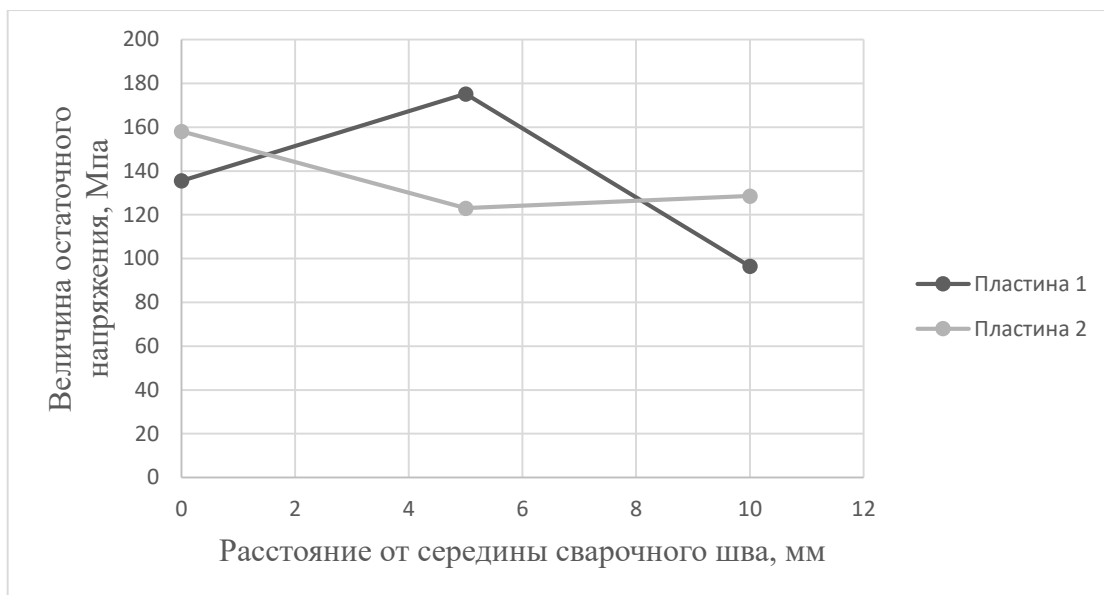


График 4.3 – Поперечные остаточные напряжения с корневой стороны пластин 1 и 2

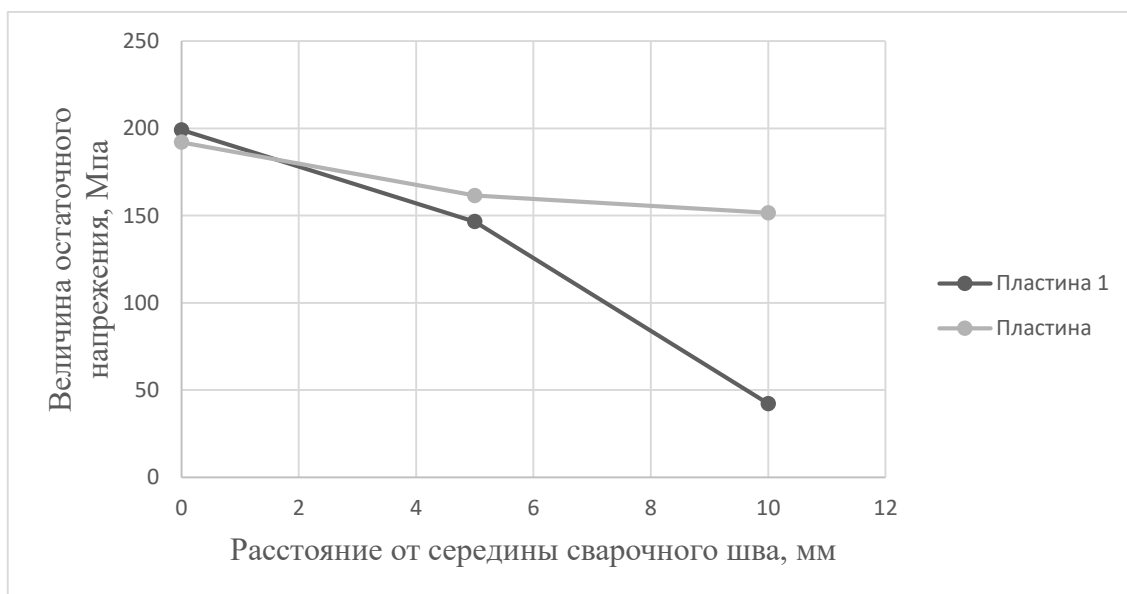


График 4.3 – Продольные остаточные напряжения с корневой стороны пластин 1 и 2

Глава 5. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью главы «Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережения» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих современным требованиям. Для достижения цели нужно решить задачи:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- SWOT – анализ;
- планирование научно – исследовательских работ;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности задач.

5.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, **сегмент рынка** – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар. Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода. Карта сегментирования рынка приведен на рисунке 5.1.

		Вид сварных конструкций		
		Оболочковые	Балочные	Колонны
Размер компаний	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

 – Институт физико – технических проблем севера;

 – АО «Сахатранснефтегаз»;

 – ООО «Ресурс контроль»

Рисунок 5.1 – Карта сегментирования рынка

Примечания: оболочковые конструкции, которые, как правило, испытывают избыточное давление. К оболочковым конструкциям, предъявляют требование герметичности соединений. Относят к этому типу разного рода сосуды, емкости, трубопроводы.

Балочные – это конструктивные элементы, работающие в основном на поперечный изгиб. Жестко соединенные между собой балки образуют рамные конструкции;

Колонны – элементы, работающие преимущественно на сжатие или сжатие с продольным изгибом.

5.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;

- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которой приведен в таблице 5.1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i \quad (10)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, следует объяснить:

- чем обусловлена уязвимость позиции конкурентов и возможно занять свою нишу и увеличить определенную долю рынка;
- в чем конкурентное преимущество разработки.

Итогом данного анализа, действительно способным заинтересовать партнеров и инвесторов, может стать выработка конкурентных преимуществ, которые помогут создаваемому продукту завоевать доверие покупателей посредством предложения товаров, заметно отличающихся либо высоким уровнем качества при стандартном наборе определяющих его параметров, либо нестандартным набором свойств, интересующих покупателя.

Таблица 5.1 – Оценка карта

Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1	2	3	4	5	6
Способствует росту производительности	0.15	5	5	0.75	0.75
Удобства в эксплуатации	0.1	5	5	0.5	0.5
Надежность	0.1	5	5	0.5	0.5
Материалоемкость	0.15	3	5	0.45	0.75
Энергосбережение	0.05	2	4	0.1	0.2
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0.1	4	4	0.4	0.4
Уровень проникновения на рынок	0.05	4	4	0.2	0.2
Цена	0.1	2	2	0.2	0.2
Предполагаемый срок эксплуатации	0.05	5	4	0.25	0.2
Наличие сертификата разработки	0.15	5	5	0.75	0.75
Итого	1	40	43	4.1	4.45

При выполнении таблицы 5.1 было сделано сравнения конкурентоспособности. Видим, что у второго варианта конкурентоспособность выше. А второй вариант – это тот вариант, который мы выполнили.

5.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит следующих групп показателей:

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \times B_i \quad (11)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Таблица 5.2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значения	Средневзвешенное отношения
Показатели оценки качество разработки					
Энергоэффективность	0.05	54	100	0.54	0.027
Надежность	0.1	70	100	0.7	0.07
Уровень материалоемкости	0.05	20	100	0.2	0.01
Безопасность	0.05	20	100	0.2	0.01
Простота эксплуатации	0.1	71	100	0.71	0.071
Ремонтопригодность	0.1	40	100	0.4	0.04
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта	0.1	64	100	0.64	0.064

Продолжения таблицы 5.2

Перспективность рынка	0.1	86	100	0.86	0.086
Цена	0.15	35	100	0.36	0.054
Финансовая эффективность научной разработки	0.15	70	100	0.7	0.105
Наличие сертификации разработки	0.05	80	100	0.8	0.04
Итого	1	590	1100	6.11	0.577

По итогу таблицы 5.2 видно, что целесообразность вложения денежных средств в научно-исследовательском проекте равен 57.7 баллов. Что значит средняя перспективность вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

5.4 SWOT-анализ

Выпускная квалификационная работа выполняется в рамках научно – исследовательской работы. Цель, которого является изучение причин возникновения и методов измерения остаточных напряжений в сварных швах, а также освоение работы с портативным рентгеновским аппаратом «ПРОН».

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить причины возникновения остаточных напряжений;
- изучить методы измерения остаточных напряжений;
- выполнить сварочные работы;
- усвоить выбранный метод измерения остаточных напряжений;
- произвести анализ полученных результатов.

Данные проведенного SWOT – анализа представлены ниже (Таблица 5.3).

Таблица 5.3 – SWOT – анализ

	Сильные стороны научно – исследовательского проекта:	Слабые стороны научно – исследовательского проекта:
	С1. Использование современного оборудования С2. Актуальность проекта С3. Наличие опытного руководителя С4. Применение в полевых условиях работы	Сл1. Дорогостоящее оборудования Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3.Высокое требование для работы с оборудованием
Возможность: В1. Предотвращения разрушения сварных конструкций В2. Повышения надежности сварных конструкций В3. Повышения долговечности сварных конструкций В4. Измерения		

сложных геометрических форм сварной конструкции		
Угрозы: У1. Альтернативные технологии У2. Введения дополнительных государственных требований У3. Несвоевременное финансовое обеспечения персонала У4. Наличие неустойчивого спроса		

Для выявления соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям, необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица сторон

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

Продолжение таблицы 5.4

	B3	+	+	-	-
	B4	+	0	+	+

При анализе таблицы 5.4 можно выявить коррелирующие возможности и сильных сторон: Предотвращения разрушения сварных конструкций является актуальной темой в которой используя современное оборудование и имея опытного руководителя можно решить данную задачу. Используя современное оборудование для повышения надежности и долговечности сварных конструкций, также имеет актуальность и целесообразность. Измерения сложных геометрических форм для современного оборудования подразумевает применения его в полевых условиях при наличии опытного руководителя.

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица сторон

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	+	+
	B2	0	+	+
	B3	0	+	+
	B4	+	0	+

При анализе таблицы 5.5 можно выявить коррелирующие возможности и сильных сторон: Предотвращения разрушения сварных конструкций выполняется дорогостоящим оборудованием и отсутствия персонала потому что высокое требование для работы с оборудованием. Процесс повышения надежности и долговечности сварных конструкций

тормозит отсутствие квалифицированного персонала и высокое требование для работы с оборудованием. Оборудований для измерения сложных геометрических форм стоит дорого и имеет высокое требование для работы с оборудованием.

Таблица 5.6 – Интерактивная матрица сторон

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	+	-	+	+
	У2	+	-	-	-
	У3	0	0	0	0
	У4	+	0	+	0

При анализе таблицы 5.6 можно выявить коррелирующие возможности и сильных сторон: Альтернативные технологии могут заменить опытного руководителя и потребность применения современных технологий в полевых условиях работы. Введения дополнительных государственных требований может тормозить развития современного оборудования. Наличие неустойчивого спроса на рынке может ограничить развития современных технологий и наличие опытного руководителя на рынке труда.

Таблица 5.7 – Интерактивная матрица сторон.

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	0	0
	У2	0	+	+
	У3	-	+	0
	У4	0	+	0

При анализе таблицы 5.7 можно выявить коррелирующие возможности и сильных сторон: Развития альтернативных технологий при не устойчивом спросе может снизить стоимость оборудования. Введения дополнительных государственных требований влечёт отсутствие квалифицированного персонала и высокое требование для работы с оборудованием. Несвоевременное финансовое обеспечения персонала также влечет отсутствие квалифицированного персонала также, как и наличие неустойчивого спроса. После построения таблиц интерактивных матриц приступаем к построению итоговой матрицы SWOT – анализа (Таблица 5.8).

Таблица 5.8 – Итоговый SWOT – анализ

	Сильные стороны научно – исследовательского проекта:	Слабые стороны научно – исследовательского проекта:
	С1. Использование современного оборудования С2. Актуальность проекта С3. Наличие опытного руководителя С4. Применение в полевых условиях работы	Сл1. Дорогостоящее оборудования Сл2. Отсутствие квалифицированного персонала Сл3.Высокое требование для работы с оборудованием
Возможность: В1. Предотвращения разрушения сварных конструкций В2. Повышения надежности сварных конструкций В3. Повышения долговечности сварных конструкций	Предотвращения разрушения сварных конструкций является актуальной темой в которой используя современное оборудование и имея опытного руководителя можно достичь данную задачу. Используя современное оборудование для повышения надежности и долговечности сварных конструкций, также имеет актуальность и целесообразность. Измерения сложных геометрических форм для современного оборудования подразумевает	Предотвращения разрушения сварных конструкций выполняется дорогостоящим оборудованием и отсутствия персонала потому что высокое требование для работы с оборудованием. Процесс повышения надежности и долговечности сварных конструкций тормозит отсутствие квалифицированного персонала и высокое требование для работы с оборудованием Оборудований для измерения

В4. Измерения сложных геометрических форм сварной конструкции	применения его в полевых условиях при наличии опытного руководителя.	сложных геометрических форм стоит дорого и имеет высокое требование для работы с оборудованием
Угрозы: У1. Альтернативные технологии У2. Введения дополнительных государственных требований У3. Несвоевременное финансовое обеспечения персонала У4. Наличие неустойчивого спроса	Альтернативные технологии могут заменить опытного руководителя и нужность применения современных технологий в полевых условиях работы. Введения дополнительных государственных требований может тормозить развития современного оборудования. Наличие неустойчивого спроса на рынке может ограничить развития современных технологий и наличие опытного руководителя на рынке труда.	Развития альтернативных технологий при не устойчивом спросе может снизить стоимость оборудования. Введения дополнительных государственных требований влечёт отсутствие квалифицированного персонала и высокое требование для работы с оборудованием. Несвоевременное финансовое обеспечения персонала также влечет отсутствие квалифицированного персонала, а также как и наличие неустойчивого спроса.

5.5 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.9.

Таблице 5.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Постановка задачи	Руководитель Студент
	2	Составление, согласование и утверждение технического задания	Руководитель Студент
	3	Разработка последовательности выполнения работ	Руководитель Студент
Теоретическое исследование	4	Сбор и изучение научно-технической литературы,	

Продолжения таблица 5.9

	4	нормативно-технической документации	Студент
Экспериментальное исследование	5	Подготовка исследуемого объекта	Студент
	6	Проведения съемок исследуемого объекта	Студент
	7	Проведения измерения полученных пленок	Студент
	8	Расчет остаточных напряжений	Студент
	9	Работы по устранению ошибок	Руководитель Студент
Оценка результатов	10	Анализ результатов	Руководитель Студент
	11	Заключение	Руководитель Студент

5.6 Определение трудоемкости выполненных работ

Большую часть стоимости выполненных работ образует трудовые затраты. Поэтому определение трудоемкости каждого участника выполненных работ является важным моментом.

Для расчета среднего значения трудоемкости воспользуемся следующей формулой:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (12)$$

где, $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость i -ой работы чел. – дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Рассчитав ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы T_{pi} в рабочих днях по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i} \quad (13)$$

где: T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{кал} \quad (14)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кад} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (15)$$

где: $T_{кал} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр} = 14$ – количество праздничных дней в году.

Зная количество календарных дней в году, выходных дней в году, праздничных дней в году рассчитаем коэффициент календарности по формуле (15):

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1.48$$

Все рассчитанные значения внесены в таблице 5.10.

После заполнения таблицы 5.10 строим календарный план-график (см. Таблицу 5.11).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 5.10 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Коэффициент календарности, $k_{\text{кал}}$	Длительность работ в календарных днях T_{pi}
	$t_{\min}$, чел-дни	$t_{\max}$, чел-дни	$t_{\text{ож}}i$, чел-дни				
Постановка задачи	1	3	1,8	Руководитель студент	1	1.48	2
Составление, согласование и утверждение технического задания	1	3	1,8	Руководитель студент	1	1.48	2
Разработка последовательности и выполнения работ	3	6	4.2	Руководитель студент	3	1.48	5

Продолжения таблицы 5.10

Сбор и изучение научно- технической литературы, нормативно- технической документации	1	4	2.2	Студент	3	1.48	5
Подготовка исследуемого объекта	2	5	3.2	Студент	4	1.48	6
Проведения съемок исследуемого объекта	8	14	10.4	Студент	11	1.48	17

Продолжения таблицы 5.10

Проведения измерения полученных плёнок	7	15	10.2	Студент	11	1.48	17
Расчет остаточных напряжений	2	3	2.4	Студент	3	1.48	5
Работы по устранению ошибок	4	7	5.2	Руководитель студент	4	1.48	6
Анализ результатов	1	4	2.2	Руководитель студент	3	1.48	5
Заключение	1	4	2.2	Руководитель студент	3	1.48	5
					Итого	Руководитель	25
						Студент	75

Таблица 5.11 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнитель	Длительность работ в календарных днях T_{ki}	Продолжительность выполнения работ											
			Октябрь			Ноябрь			Февраль			Май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Постановка задачи	Руководитель студент	2												
Составление, согласование и утверждение технического задания	Руководитель студент	2												
Разработка последовательности выполнения работ	Руководитель студент	5												

Продолжения таблицы 5.11

Сбор и изучение научно-технической литературы, нормативно- технической документации	Студент	5												
Подготовка исследуемого объекта	Студент	6												
Проведения съемок исследуемого объекта	Студент	17												
Проведения измерения полученных пленок	Студент	17												
Расчет остаточных напряжений	Студент	5												

Продолжения таблицы 5.11

Работы по устранению ошибок	Руководитель студент	6												
Анализ результатов	Руководитель студент	5												
Заключение	Руководитель студент	5												

где, ■ – студент;
➡ – руководитель.

5.7 Бюджет научно – технического исследования

В процессе формирования бюджета научно – технического исследования (НТИ) используется следующая группировка затрат по статьям:

- затраты НТИ на оборудование и материальные ресурсы;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Расчет затрат на материальные ресурсы и оборудования включает стоимость всех материалов и оборудования, используемых при выполнении НТИ и осуществляется по формуле:

$$З_m = (1 + K_T) \times \sum_{i=1}^m C_i \times N_{\text{расх}} \quad (16)$$

где m – количество видов материальных ресурсов или оборудования, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов или оборудования i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов или оборудования (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, который принимаются за 20% от стоимости материалов.

Все цены приведены в таблице 5.12 и таблице 5.13. Цены взяты по состоянию на 2017 год, в просторах всемирной паутины под названием «Интернет». Расчет затрат на амортизацию оборудования на 4 года для тех оборудования, у которых стоимость выше 40 000 рублей (Таблица 5.14).

Таблица 5.12 – Затраты на материальные ресурсы

Наименование	Марка	Единица измерения	Использовано	Цена за ед. руб	k_r	Затраты ($З_m$), руб
Рентгеновская пленка	CP-BU NEW	упаковка	0.5	2 300	0.2	1 380
Сварочный электрод	УОНИ 13/55	5 кг	2	200	0.2	480
Болгарка	Makita 9069	единица	1	5 890	0.2	7 068
Диск отрезной по металлу	Луга-Абразив 3369	единица	9	70	0.2	756
Угловая шлифовальная машина (УШМ)	Makita GA5030	единица	1	3 900	0.2	4 680
Диск для УШМ	FIT IT 39553	единица	4	600	0.2	2 880
Листовой прокат	09Г2С	270 x 130	4	300	0.2	1 440
Бумага	A4	упаковка	1	200	0.2	240
					Итого	18 924

Таблица 5.13 – Затраты на специальное оборудование

Наименование	Марка	Единица измерения	Использовано	Цена за ед. руб	k_r	Затраты ($З_m$), руб
Сварочный инвертор	ФЕБ – 315 «МАГМА»	единица	1	136 700	0.2	164 040
Портативный рентгеновский определитель напряжений	«ПРОН»	единица	1	150 000	0.2	180 000

Таблица 5.14 – Расчет затрат на амортизацию оборудования

Наименования	Марка	Единица измерения	Использовано	Цена за ед. руб	Время, лет	Амортизация
Сварочный инвертор	ФЕБ – 315 «МАГМА»	единица	1	136 700	4	34 175
Портативный рентгеновский определитель напряжений	«ПРОН»	единица	1	150 000	4	37 500
					Итого	71 675

Основная и дополнительная заработная плата исполнителей.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Расчет основной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (17)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Месячный оклад ($З_{ок}$) находится из сайта НИ ТПУ. Так как научный руководитель имеет ученую степень кандидата физико-математических наук у которого оклад равен 26 300 рублей без учета районного коэффициента. А заработная плата студента 1750 рублей без учета районного коэффициента.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) работника:

$$З_{осн} = З_{ок} \times K_p \quad (18)$$

где $З_{осн}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

K_p – районный коэффициент, равный 1,3.

Таблица 5.15 – Значения коэффициентов

Наименование	Значения
Коэффициент дополнительной заработной платы	0.13
Районный коэффициент	1.3

Таблица 5. 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
Потери рабочего времени	24	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223

Таблица 5.17 – Расчет заработных плат

Наименование	Руководитель	Студент
Месячный оклад ($Z_{тс}$), руб.	26 300	1 750
Основная заработная плата одного работника($Z_{осн}$), руб.	34 190	2 275
Общие затраты по основной заработной плате, руб	36 465	

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \times K_{доп} \quad (19)$$

где $K_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 5.18 – Расчет дополнительной заработной платы

Наименование	Руководитель	Студент
Дополнительная заработная платы ($Z_{доп}$), руб.	4 444	296
Общие затраты по дополнительной заработной плате, руб	4740	

Отчисления во внебюджетный фонд по установленным законом Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений в внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) \quad (20)$$

где $K_{внеб}$ – коэффициент отчислений в внебюджетные фонды.

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность – 30.2%

Таблица 5.19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Руководитель	Студент
Отчислений во внебюджетные фонды из основной заработной платы, руб	10 325	687
Отчислений во внебюджетные фонды из дополнительной заработной платы, руб	1 342	89
Величина отчисления в внебюджетные фонды $З_{внеб}$, руб	11 667	776
Общие затраты по отчислениям во внебюджетные фонды, руб	12 443	

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие выше и определяется по формуле:

$$З_{\text{накл}} = K_{\text{нр}} \times \sum И \quad (21)$$

где $K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, которое равно 0.16;

И – итоговые значения расчетов. (см. таблицу 5.20)

Таблицу 5.20 – Итоговые значения расчетов

Наименование затрат	Величина, руб
Материальные расходы	18 924
Расходы на амортизацию оборудования	71 675
Общие затраты по основной заработной плате, руб	36 465
Общие затраты по дополнительной заработной плате, руб	4740
Общие затраты по отчислениям во внебюджетные фонды, руб	12 443
Итоговые значения расчетов	144 247

Тогда затраты на накладные расходы равен:

$$З_{\text{внеб}} = 0.16 \times 144\,247 = 23\,079 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно- технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 5.21.

Таблица 5.21 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование затрат	Сумма, руб	Примечание
1. Материальные расходы	18 924	Таблица 5.12
2. Расходы на амортизацию оборудования	71 675	Таблица 5.14
3. Общие затраты по основной заработной плате, руб	36 465	Таблица 5.17
4. Общие затраты по дополнительной заработной плате, руб	4 740	Таблица 5.18
5. Общие затраты по отчислениям во внебюджетные фонды, руб	12 443	Таблица 5.19
7. Затраты на накладные расходы, руб	23 079	16 % от суммы 1-5
8. Бюджет затрат НТИ	203 791	Сумма 1-7

При расчете бюджета НТИ затраты составили 203 791 рублей. Это обусловлено тем, что для выполнения данной НТИ нужны большие материальные затраты и расходы на амортизацию оборудования. Для значительного уменьшения затрат следует провести покупки материалов и оборудования на конкурсной основе, чтобы таким путем получить скидку и сэкономить.

5.8 Определение ресурсной эффективности, финансовой, бюджетной, социальной и экономической 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.

Интегральный финансовый показатель разработки можно рассчитать по формуле:

$$I_{\text{финр}}^i = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (22)$$

где $I_{\text{финр}}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость исполнения (бюджет затрат НТИ);

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта (в т.ч. аналоги).

Допустим максимальная стоимость исполнения Φ_{max} проекта на 20 процентов выше, чем стоимость исполнения данного проекта (бюджет затрат НТИ). Тогда допустимая максимальная стоимость исполнения Φ_{max} будет равен:

$$\Phi_{\text{max}} = (\Phi_{pi} \times 20\%) + \Phi_{pi} = 244\,550 \quad (23)$$

Поступим таким образом максимальное стоимость исполнения назовем «второе исполнение», а стоимость исполнения назовем «первое исполнение».

Отсюда следует, что интегральный финансовый показатель разработки $I_{\text{финр}}$ равен:

$$I_{\text{финр}}^1 = \frac{203\,791}{244\,550} = 0.83$$
$$I_{\text{финр}}^2 = \frac{244\,550}{244\,550} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности I_r исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i b_i \quad (24)$$

где I_p – интегральный показатель ресурсоэффективности разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 5.22.

Таблица 5.22 – Расчет показателя ресурсоэффетивности

Объект исследования Критерии	Первое исполнение	Второе исполнение	Весовой коэффициент параметра	Интегральный показатель ресурсоэффектив- ности для первого	Интегральный показатель ресурсоэффектив- ности для второго
Способствует росту производительности	5	5	0.1	0.5	0.5
Удобства в эксплуатации	5	5	0.15	0.75	0.75
Надежность	5	5	0.2	1	1
Материалоемкость	3	5	0.35	0.95	1.65
Энергосбережение	2	4	0.2	0.4	0.8
Итого			1	3.6	4.7

Интегральный показатель эффективности ($I_{исп}$) вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп}^i = \frac{I_{pi}}{I_{финр}^i} \quad (25)$$

Рассчитаем интегральный показатель эффективности ($I_{\text{исп}}$) для первого исполнения:

$$I_{\text{исп}}^1 = \frac{3.6}{0.83} = 4.34$$

Рассчитаем интегральный показатель эффективности ($I_{\text{исп}}$) для второго исполнения:

$$I_{\text{исп}}^2 = \frac{4.7}{1} = 4.7$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}i} = \frac{I_{\text{исп}}^1}{I_{\text{исп}}^2} \quad (26)$$

тогда сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$) равен:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}1} = \frac{4.34}{4.7} = 0.92$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}2} = \frac{4.7}{4.7} = 1$$

Таблица 5.23 – Сравнительная эффективность показателей

Показатели	Первое испытание	Второе испытание
Интегральный финансовый показатель	0.83	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности	3.6	4.7
Интегральный показатель эффективности	4.34	4.7
Сравнительная эффективность проекта	0.92	1

Глава 6. Социальная ответственность

Объектом исследования является изучение причин возникновения остаточных напряжений в пластинах, сваренных между собой при импульсно – дуговом и стационарном режиме и измерения остаточных напряжений с помощью портативного рентгеновского аппарата «ПРОН».

6.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

При организации рабочего места, следует принять во внимание тот факт, что качество и производительность труда, зависят от существующих на данном рабочем месте условий труда и соответствия этих условий установленным нормам. Организация рабочего места заключается в выполнении ряда мероприятий, обеспечивающих рациональный и безопасный труд и должна соответствовать ГОСТ 22269–76 «Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования».

При работе были выявлены следующие потенциально вредные и опасные факторы, как:

- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.
- уровень статического электричества;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- возникновения пожара.

6.1.1 Требования к выбору и применению средств индивидуальной защиты (СИЗ)

Работники, занятые производством электросварочных работ, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, в соответствии с правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Спецодежда должна быть безвредной, удобной, не стеснять движения работающего, не вызывать неприятных ощущений, защищать от искр и брызг расплавленного металла, свариваемого изделия, влаги, производственных загрязнений, механических повреждений, отвечать санитарно-гигиеническим требованиям и условиям труда. Выбор спецодежды в зависимости от методов сварки и условиям труда должен производиться в соответствии с рекомендациями ГОСТ 12.4044 «Система стандартов безопасности труда. Костюмы женские для защиты от повышенных температур. Технические условия» и ГОСТ 12.4.010 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия».

6.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Высокий уровень шума проявляется из-за большого количества производственного оборудования и рабочего персонала, возможны появления головных болей, утомленности, чувств усталости. В худшем случае длительное воздействие шума может привести к уменьшению степени слухового восприятия.

Источник шумов - электродвигатели в системе охлаждения и вентиляции рентгеновского оборудования, также может проникать извне через открытые проемы форточек, окон и дверей из кабинета в коридор.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик изложены в СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

Таблица 6.1 – Эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий напряженности и тяжести

Предельно допустимые эквивалентные уровни звука, дБА			
Категории напряженности трудового процесса	Категории тяжести трудового процесса		
Напряженность легкой и средней степени	Легкая и средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени
Напряженный труд 1 степени	80	75	75
Напряженный труд 2 степени	70	65	65
Напряженный труд 3 степени	60	–	–

Напряженность трудового процесса при выполнении научно – исследовательской (НИ) работы был «Напряженный труд 1 степени», а категория тяжести был «Легкая и средняя физическая нагрузка». Тогда по таблице 6.1 эквивалент уровня звука на рабочих месте равен 80 дБА.

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

Уменьшение влияния данного факторов возможно путём:

- подбор рабочего оборудования, обладающего меньшими шумовыми характеристиками;

- информирование и обучение работающего таким режимам работы с оборудованием, которое обеспечивает минимальные уровни генерируемого шума;
- использование всех необходимых технических средств (защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия, изоляция, амортизация);
- ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;
- проведение производственного контроля виброакустических факторов;
- ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА работающих, не связанных с основным технологическим процессом;
- обязательное предоставление работающим средств индивидуальной защиты органа слуха;
- ежегодное проведение медицинских осмотров для лиц, подвергающихся шуму выше 80 дБ.

6.1.3 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать СанПиН 2.2.4.3359-16.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового состояния человека, одетого в комплект одежды с теплоизоляцией 1 кло в холодный период года и 0,7-0,8 кло в теплый период года. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового состояния человека, одетого в комплект одежды с теплоизоляцией 1 кло в холодный период года и 0,7-0,8 кло в теплый период года на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и/или локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года приведены в таблице 6.2

Таблице 6.2 – Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энерготрат, Вт	Температура воздуха, °C	Температура поверхностей, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0.1
	Iб (140 – 174)	21-23	20-24	60-40	0.1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0.2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0.2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0.3

Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0.1
	Iб (140 – 174)	22-24	21-25	60-40	0.1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0.2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0.2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0.3

Уровень энерготрат при выполнении НИ работы был категории Ia. НИ работа выполнялась в холодный период года. Тогда по таблице 6.2 видим, что температура воздуха в помещении равен в пределах от 22 °С до 24 °С, температура поверхностей в пределах от 21 °С до 25 °С, относительная влажность воздуха в пределах от 0 до 40 %.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

6.1.4 Уровень статического электричества

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.3359-16 «Шум. Вибрация. Инфразвук. Ультразвук».

Комната, в которой выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности, поскольку она характеризуется следующими признаками: температура воздуха и влажность в норме, отсутствие сырости. Но в процессе деятельности с компьютером, работающим от источника тока, может возникнуть опасность поражения электрическим током. Основными причинами этого могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением.

С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети компьютера;
- запрещается при включении компьютера одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

6.1.5 Освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности для данного рабочего места составляет 500 лк (СанПиН 2.2.4.3359-16).

Различают естественное и искусственное освещение.

Естественное – обуславливают световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным световым потоком прямых солнечных лучей, и

диффузионным светом солнце, т.е. многократным отражением солнечных лучей от мельчайших взвешенных в атмосфере частиц пыли и воды. Величина такого освещения изменяется как в течение года, так и в течение суток. Изменение в течение суток зависят от географических координат, прозрачности воздуха, облачности и других характеристик окружающей среды.

Недостаточная освещенность может быть вызвана ошибочным расположением ламп в помещении, не правильным выбором количества осветительных приборов и не рациональной загрузкой на них электрического тока. Данный фактор может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли.

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий, коэффициент естественного (КЕО) не должен превышать 2.1%, а коэффициент пульсаций освещенности (K_p) не должен быть больше 10%.

В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного факторы является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

6.1.6 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

Согласно ППБ 01-93 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» во всех производственных, административных, складских и вспомогательных помещениях на видных местах должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны.

Правила применения на территории предприятий открытого огня, проезда транспорта, допустимость курения и проведения временных пожароопасных работ устанавливаются обще объектовыми инструкциями о мерах пожарной безопасности.

На каждом предприятии приказом (инструкцией) должен быть установлен соответствующий их пожарной опасности противопожарный режим, в том числе:

- определены и оборудованы места для курения;
- определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- регламентированы: порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ; порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы; действия работников при обнаружении пожара;
- определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

Руководитель объекта с массовым пребыванием людей в дополнение к схематическому плану эвакуации людей при пожаре обязан разработать инструкцию, определяющую действия персонала по обеспечению безопасной

и быстрой эвакуации людей, по которой не реже одного раза в полугодие должны проводиться практические тренировки всех задействованных для эвакуации работников.

Для объектов с ночным пребыванием людей в инструкции должны предусматриваться два варианта действий: в дневное и в ночное время.

Работники предприятий, а также граждане обязаны:

- соблюдать на производстве и в быту требования пожарной безопасности стандартов; норм и правил, утвержденных в установленном порядке, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- выполнять меры предосторожности при пользовании газовыми приборами, предметами бытовой химии, проведении работ с легковоспламеняющимися (ЛВЖ) и горючими (ГЖ) жидкостями, другими опасными в пожарном отношении веществами, материалами и оборудованием.
- в случае обнаружения пожара сообщить о нем в пожарную охрану и принять возможные меры к спасению людей, имущества и ликвидации пожара.

Руководители предприятий, на которых применяются, перерабатываются и хранятся опасные (взрывоопасные) сильнодействующие ядовитые вещества обязаны сообщать подразделениям пожарной охраны о них данные, необходимые для обеспечения безопасности личного состава, привлекаемого для тушения пожара и проведения первоочередных аварийно-спасательных работ на этих предприятиях.

Работы на опытных (экспериментальных) установках, связанных с применением взрывопожароопасных и пожароопасных веществ и материалов, разрешаются только после принятия их в эксплуатацию комиссией, назначенной приказом по предприятию.

Научный руководитель должен принять необходимые меры по обеспечению пожарной безопасности при проведении исследований.

В лабораториях и других помещениях допускается хранение ЛВЖ и ГЖ в количествах, не превышающих сменную потребность. Доставка жидкостей в помещения должна производиться в закрытой безопасной таре.

Не разрешается проводить работы в вытяжном шкафу, если в нем находятся вещества, материалы и оборудование, не относящиеся к выполняемым операциям, а также при его неисправности и отключенной системе вентиляции.

С студентами должны быть организованы занятия по изучению правил пожарной безопасности в быту.

Полы в помещениях, где организованы постоянные места проведения сварочных работ, должны быть выполнены из негорючих материалов. Допускается устройство деревянных торцевых полов на негорючем основании в помещениях, в которых производится сварка без предварительного нагрева деталей.

Не разрешается использовать без изоляции или с поврежденной изоляцией провода, а также применять нестандартные электропредохранители.

Соединять сварочные провода следует при помощи опрессования, сварки, пайки и специальных зажимов. Подключение электропроводов к электрододержателю, свариваемому изделию и сварочному аппарату должно выполняться при помощи медных кабельных наконечников, скрепленных болтами и шайбами.

Провода, подключенные к сварочным аппаратам, распределительным щитам и другому оборудованию, а также к местам сварочных работ, должны быть надежно изолированы и в необходимых местах защищены от действия высокой температуры, механических повреждений или химических воздействий.

Кабели (провода) электросварочных машин должны располагаться от трубопроводов кислорода на расстоянии не менее 0,5 м, а от трубопроводов ацетилена и других ГГ - не менее 1 м.

В качестве обратного проводника, соединяющего свариваемое изделие с источником сварочного тока, могут служить стальные или алюминиевые шины любого профиля, сварочные плиты, стеллажи и сама свариваемая конструкция при условии, если их сечение обеспечивает безопасное по условиям нагрева протекание тока.

Соединение между собой отдельных элементов, используемых в качестве обратного проводника, должно выполняться с помощью болтов, струбцин и зажимов.

Использование в качестве обратного проводника внутренних железнодорожных путей, сети заземления или зануления, а также металлических конструкций зданий, коммуникаций и технологического оборудования не разрешается. В этих случаях сварка должна производиться с применением двух проводов.

При проведении электросварочных работ во взрывопожароопасных и пожароопасных помещениях и сооружениях обратный проводник от свариваемого изделия до источника тока выполняется только изолированным проводом, причем по качеству изоляции он не должен уступать прямому проводнику, присоединяемому к электрододержателю. Рукоятка электрододержателя должна быть сделана из негорючего диэлектрического и теплоизолирующего материала.

Электроды, применяемые при сварке, должны быть заводского изготовления и соответствовать номинальной величине сварочного тока. При смене электродов их остатки (огарки) следует помещать в специальный металлический ящик, устанавливаемый у места сварочных работ. Перед сваркой электроды должны быть просушены при температуре, указанной в паспортах на конкретный тип электродного покрытия. Покрытие электродов должно быть однородным, плотным, без вздутий, наплывов и трещин.

Электросварочная установка на время работы должна быть заземлена. Помимо заземления основного электросварочного оборудования в сварочных установках следует непосредственно заземлять тот зажим вторичной обмотки сварочного трансформатора, к которому присоединяется проводник, идущий к изделию (обратный проводник). Над переносными и передвижными электросварочными установками, используемыми на открытом воздухе, должны быть сооружены навесы из негорючих материалов для защиты от атмосферных осадков. Чистка агрегата и пусковой аппаратуры должна производиться ежедневно после окончания работы. Техническое обслуживание и планово-предупредительный ремонт сварочного оборудования должны производиться в соответствии с графиком.

Температура нагрева отдельных частей сварочной установки не должна превышать 75 °С. Питание дуги в установках для атомно-водородной сварки должно обеспечиваться от отдельного трансформатора. Непосредственное питание дуги от распределительной сети через регулятор тока любого типа не допускается. Оставлять включенные горелки без присмотра не разрешается.

При проведении электросварочных работ на местах во взрывопожароопасных зонах рекомендуется использовать источники питания постоянного тока или специальные источники переменного тока, имеющие в конструкции импульсные генераторы, повышающие напряжение между электродом и свариваемым изделием в момент повторного возбуждения дуги. В пожароопасных зонах класса П-П труднодоступные для очистки от пыли места рекомендуется обрабатывать двухпроцентным раствором пенообразователя из расчета 1 л на 1,0 кв. м. Сварку в вертикальном и потолочном положении необходимо выполнять электродами диаметром не более 4 мм. При этом величина сварочного тока должна быть на 20 % ниже, чем при сварке в нижнем горизонтальном положении. Перед включением электросварочной установки следует убедиться в отсутствии электрода в электрододержателе.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

- Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.
- Курить только в отведенных для курения местах.
- В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», «112» пожарную службу.
- Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

В целях безопасности в помещении имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение специальных защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели).

6.1.7 Расчет воздухообмена

Воздухообмен в производственных помещениях необходим для очистки воздуха от вредных веществ: для удаления вредных веществ (выделяющихся вредных газов, паров и пыли); для удаления излишних водяных паров; для удаления избыточного тепла.

В данных методических указаниях рассматривается расчет требуемого воздухообмена (L м³/ч), для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла с помощью механической обще обменной вентиляции.

Требуемый воздухообмен определяется по формуле:

$$L = \frac{G \times K}{x_n - x_v}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (27)$$

где: L , м³/ч – требуемый воздухообмен;

G , г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения;

K – количество людей в помещении;

x_b , мг/м³ – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения;

x_n , мг/м³ – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест;

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение $n < \lambda$ может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле:

$$n = \frac{L}{V_n}, \text{ ч}^{-1} \quad (28)$$

где V_n – внутренний объем помещения, м³.

Таблица 6.3 – Количество углекислоты, выделяемой взрослым человеком

Характер работы	Количество CO ₂
	л/ч
При физической работе	45
При легкой работе	23
В состоянии покоя	23

Таблица 6.4 – Предельно допустимые концентрации углекислоты

Наименования помещений	Количество CO ₂
	л/м ³
Для постоянного пребывания людей	1
Для учреждений	0.7

Для пребывания детей и больных	1.25
Для кратковременного пребывания людей	2

Зная, что научно – техническая лаборатория имеет площадь 25 м² и высоту 3.2 м и что в нем работают 2 человека определим потребный воздухообмен в помещении и кратность воздухообмена.

По таблице 6.3 определим количество углекислого газа выделяемой одним человеком, который при физической работе равен 45 л/ч. А также по таблице 6.4 определим допустимую концентрацию, который равен 1 л/м³ и содержание углекислого газа в наружном воздухе для городов равен 0.5 л/м³.

Тогда по формуле (27) потребный воздухообмен равен:

$$L = \frac{45 \times 2}{1 - 0.5} = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$$

А по формуле (28) определим кратность воздухообмена:

$$n = \frac{180}{25 \times 3.2} = 2.2 \text{ ч}^{-1}$$

6.2 Охрана окружающей среды

Охрану природы можно представить, как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

Охрана окружающей среды - комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

На рабочем места проектировщика в ходе осуществления работы образуются следующие отходы: использованная бумага, остатки металла и остатки электродов которые в ходе их непригодности выкидывались в мусорное ведро, а затем и в мусорный контейнер. Вредных выбросов в водные источники не производилось, поэтому существенных воздействий на

окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось. Утилизацию отходов в лаборатории осуществляет специализированный персонал.

6.3 Защита в чрезвычайных ситуациях

Главная задача при чрезвычайных ситуациях - защита населения от возможного поражения. Выполнение этой задачи достигается путем укрытия населения в защитных сооружениях, эвакуацией и обеспечением индивидуальными средствами защиты.

К чрезвычайным ситуациям природного характера относятся:

- опасные геофизические явления;
- опасные геологические явления;
- опасные метеорологические явления;
- морские опасные гидрологические явления
- опасные гидрологические явления;
- природные пожары.

К чрезвычайным ситуациям техногенного характера относятся:

- транспортные аварии;
- пожары и взрывы;
- аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ;
- аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ (РВ));
- аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных биологических веществ (ОБВ);
- внезапное обрушение зданий, сооружений;
- аварии на электроэнергетических системах;
- аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения;
- аварии на очистных сооружениях;
- гидродинамические аварии.

Потенциально опасные объекты, расположенные на территории Томской области, и возможные ЧС техногенного характера при авариях и катастрофах на них.

В г. Томске имеются 2 радиационно опасных объекта: ОАО «Сибирский химический комбинат» (ОАО «СХК») – 1-го класса потенциальной опасности, и исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т Физико-технического института – подразделения Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» – 2-го класса потенциальной опасности. Реактор введен в эксплуатацию в 1967 г.

Перечень потенциально-опасных объектов Томской области, в который входят и химически опасные объекты, подготовленный Главным управлением МЧС России по Томской области, согласован с Западно – Сибирским Управлением Ростехнадзора в Томской области и утвержден председателем Томской областной Межведомственной комиссии по предупреждению чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности 21 января 2011 года.

Наиболее распространенными аварийно химически опасные вещества, на территории субъекта являются: аммиак – 60,0 т., фтористый водород – 108,0 т.

Риск возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера растет из года в год. Количество и масштабы последствий аварий и техногенных катастроф с каждым годом становятся все более опасными для населения, окружающей среды и экономики.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает

обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.

Требования к размещению сварных изделий, организации рабочих мест и помещениям – в соответствии с настоящим стандартом и ГОСТ 12.3.002-75.

- Расстояние между установками должны обеспечивать безопасные условия труда и удобства при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте.
- Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека.
- Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.
- Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на трубопроводах.
- Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты.
- Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих лазерное излучение материалов (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4).
- Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности.
- Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, инертные газы и др.) следует

прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола.

- Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.

Заключение

Проведенный анализ литературных данных показал, что на сегодняшний момент установлены основные причины появления остаточных напряжений в сварочных швах. К этим причинам относятся:

- I. Подвижный источник нагрева (электрическая дуга)
- II. Неравномерность прогрева по толщине и по ширине сварочного металла.
- III. Неравномерность распределения температур при охлаждении.

Это приводит к возникновению внутри металла деформаций и напряжений, которые также распределены не равномерно по объему металла сварного соединения.

Выявлены способы уменьшения остаточных напряжений в работах [11-13].

Изучен способ измерения остаточных напряжений. В процессе выполнения выпускной квалификационной работы освоена методика измерения остаточных напряжений с помощью портативного рентгеновского аппарата «ПРОН».

Проведены экспериментальные исследования с образцами из стали 09Г2С. Получен сварочное соединение на двух режимах: импульсно – дуговом и стационарном. Измерение остаточных напряжений в полученных образцах показали, что по характеру распределения остаточных напряжений нельзя отдать предпочтение импульсно – дуговому режиму сварки.

Эта ситуация возникла потому, что при стационарном режиме сварки подбирались оптимальные значения характеристик, а именно была увеличена скорость сварки и найдено ее оптимальное значение.

При выполнении раздела «Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было выполнено исследование рынка, анализ сильных и слабых сторон НТИ, планирование комплекса

предполагаемых работ, расчет бюджета НТИ и определения эффективности проекта.

При анализе рынка выяснили, что данная НТИ имеет среднюю перспективность вложения денежных средств (57.7 баллов). И что «Институт физико – технических проблем севера» имеет преимущество над другими компаниями по видам исследуемых сварных конструкций (Рис 5.1).

При расчете бюджета НТИ затраты составили 203 791 рублей. Это обусловлено тем, что для выполнения данной НТИ нужны большие материальные затраты и расходы на амортизацию оборудования. Для значительного уменьшения затрат следует провести покупки материалов и оборудования на конкурсной основе, чтобы таким путем получить скидку и сэкономить.

При выполнении части «Определение ресурсной эффективности, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования» был приведен расчет, которые приведены в таблице 5.20. По таблице 5.20 видно, что при первом исполнении НТИ является более эффективной.

При выполнении раздела «Социальная ответственность» было выполнено анализ вредных и опасных факторов, охрана окружающей среды, защита в чрезвычайных ситуациях и изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. А также был выполнен расчет воздухообмена, который при данных условиях равен $180 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Список литературы

1. Биргер И.А. «Остаточные напряжения». – Москва 1963г. – 232 стр;
2. Буркин С.П, Шимов Г. В, Андрюкова Е. А, «Остаточные напряжения в металлопродукции». – ИПЦ УрФУ 2015. - С. 247;
3. Кректулева Р.А., Черепанов О.И., Черепанов Р.О. Численное моделирование термомеханических процессов в зоне сварного шва плакированных сталей на стадии остывания Физ. мезомех. - 2012. – Т. 15. – № 3. – С. 71–78;
4. Ковтанюк Л.В, Шитиков А.В. «О теории больших упругопластических деформаций материалов при учете температурных и реологических эффектов». – Вестник ДВО РАН. 2006. – № 4. – С. 87–93;
5. Стружанов В.В. «Об остаточных напряжениях после прокатки и расслоения двухслойных полос». – Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ–мат. науки. – 2010. – №5 (21). – С. 55 – 63;
6. Лахова Е. Н., Носов В. В. «Моделирование процесса перестройки структуры при пластической деформации сварных соединений металлоконструкций.». – 2011. – №42. – С. 301 – 309;
7. Сорокин Л.И. «Напряжения и трещины при сварке и термической обработке жаропрочных никелевых сплавов». – Сварочное производство. – 1999. – №12;
8. Васильников С.Д, Александров А.С, Афанасьев И.В. «Определение остаточных напряжений в поверхностном слое деталей из алюминиевого сплава после механической обработки» –Университет ИТМО, Автореферат ВДС. – 2010. – С. 24;
9. В.С Писарев, В.В Балалов «Определение остаточных напряжений в сварных трубах по данным оптических интерференционных измерений и метода сверления отверстия»;

10. Сараев Ю.Н, Голиков Н.И, Дмитриев В.В, Санников И.И, Безбородов В.П, Григорьева А.А «Исследование влияние адаптивной импульсно – дуговой сварки на механические свойства и остаточные напряжения сварных соединений стали марки 09Г2С» – Обработка металлов. – 2013. – 3(60). – С. 19 – 24;
11. Иванов Д.А, Засухин О.Н. «Использование газоимпульсной обработки в процессе термического упрочнения деталей бытовых машин» – Техничко – технологические проблемы сервиса. – 2012. – №4(22). – С. 33 – 37;
12. Лобанов Л.М, Кирьян В.И, Кныш В.В, Прокопенко Г.И. «Повышения сопротивления усталости сварных соединений металлоконструкций высокочастотной механической проковкой». – Автоматическая сварка. – 2006. – №9. – С. 1 – 9;
13. Степанов Г.В, Бабуцкий А.И, Мамеев И.А, Пашин Н.А, Савицкий В.В, Ткачук Г.И. «Перераспределения остаточных сварочных напряжений при обработке импульсным электромагнитным полем» – Проблемы прочности. – 2011. – № 3. – С. 124 – 131;
14. Давиденков Н.Н. «Рентгенография в применении к исследованию материалов» – М.: Изд. ОНТИ, – 1963. – С. 248;
15. Остаточные напряжения: сборник статей –М.: Иностранная литература. – 1957. – С. 395;
16. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие». – Томск. – 2014. – 36 с.
17. Н.В. Черепанова. «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы для студентов» – Томск. – 2015. – 21 с.