

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология ремонта нижнего пояса вертикального стального резервуара для хранения нефти

УДК 621.791.754:669.692.23

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Ведерников Иван Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	К.Т.Н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин В.Ф.	Д.Т.Н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.А. Першина	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
Р2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
Р3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
Р4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
Р5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
Р6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности

P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**
 Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

_____ А.А. Першина
 (Подпись) _____ (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Ведерникову Ивану Сергеевичу

Тема работы:

Управление формированием корневого слоя при орбитальной сварке

Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.05.2019, № 3648/с
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка технологий ремонта резервуара вертикального стального цилиндрического объемом 20000м³ из стали 16Г2АФ</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Обоснование выбора способа и режимов сварки, сварочных материалов и оборудования для сварки 3. Технология ремонта РВС объёмом 20000м³ из стали 16Г2АФ 4. Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>1-3</p>	<p>Першина А.А.</p>
<p>4</p>	<p>Подопригора И.В.</p>
<p>5</p>	<p>Панин В.Ф.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p style="text-align: center;">-</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Ведерников Иван Сергеевич		

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

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
22.04.2019 г.	Введение	5
29.04.2019 г.	Обзор литературы	15
10.05.2019 г.	Обоснование выбора способа и режимов сварки, сварочных материалов и оборудования для сварки	15
20.05.2019 г.	Разработка технологии ремонта вертикального стального резервуара	40
24.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
29.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
30.05.2019 г.	Заключение	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Першина А.А.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.А. Першина	к.т.н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 98 с., 3 рис., 24 табл., 30 источников.

Ключевые слова: РВС 20000м³, механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом, ручная дуговая сварка плавящимся электродом, ремонтная вставка, сталь 16Г2АФ.

Объектом исследования является: процесс механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов.

Предмет исследования – разработка технологии механизированной сварки для РВС.

Цель работы – разработка технологии ремонта стенки нижнего пояса резервуара вертикального стального цилиндрического с помощью механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов.

В процессе работы проводилось исследование двух способов сварки: ручная дуговая сварка плавящимся электродом и механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом. Подобрано оборудование и режимы сварки, также подобраны сварочные материалы. Результатом работы стала разработка технологии механизированной сварки в среде защитных газов для ремонта нижнего пояса вертикального стального резервуара. Для внедрения результатов в производство обязательна их проверка на практике.

Область применения: данная технология ремонта нижнего пояса РВС может применяться в разных отраслях, но в основном в нефтяной и газовой промышленности.

В будущем планируется внедрить технологию в производство.

Оглавление

Введение.....	9
Глава 1 Обзор литературы.....	11
1.1 Описание ремонтной конструкций	14
1.2 Материал сварной конструкций	15
1.3 Оценка свариваемости стали.....	16
Глава 2 Обоснование выбора способа и режимов сварки, сварочных материалов и оборудования для сварки.....	20
2.1 Обоснование выбора способа сварки	20
2.2 Выбор сварочных материалов	22
2.2.1 Выбор проволоки для механизированной сварки	23
2.2.2 Выбор защитного газа для механизированной сварки	24
2.3 Сварочное оборудование.....	25
2.3.1 Выбор сварочного оборудования для механизированной сварки	26
2.4 Расчет режимов сварки	27
Глава 3 Технология ремонта РВС 20000м³ из стали 16Г2АФ	32
3.1 Заготовительные операции.....	33
3.2 Сборочная операция.....	34
3.3 Сварочная операция.....	35
3.4 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними	37
3.5 Контроль качества сварных швов резервуара.....	39
3.6 Исправление дефектов сварных швов.....	41
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	44
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	44
4.2 Анализ конкурентных технических решений	45
4.3 SWOT – анализ	46
4.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	48

4.5 Планирование научно-исследовательских работ	49
4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования	49
4.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ	50
4.5.3 Разработка графика проведения научного исследования	51
4.5.4 Расчет материальных затрат НИИ	54
4.5.5 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	55
4.5.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) 56	
4.5.7 Накладные расходы	57
4.5.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	57
4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	58
Глава 5 Социальная ответственность	63
5.1 Введение	63
5.2 Производственная безопасность	63
5.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению	64
5.2.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению	71
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	79
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности 81	
5.5.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства. ..81	
5.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	82
Заключение	85
Список используемых источников	86
ПРИЛОЖЕНИЕ А	89

Введение

Резервуар является главным техническим средством на нефтеперерабатывающих и нефтедобывающих предприятиях. Резервуар применяется для приема, хранения и учета нефти и нефтепродуктов. В нынешнее время нефть занимает ключевое место в экономике нашей страны. Поэтому выход из строя одного из резервуаров, может привести как к экономическим, так и к экологическим проблемам.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов классифицируются в зависимости от условий установки резервуаров по отношению к планировочной отметке на площадке их расположения, от вида материала, из которого изготавливаются резервуары, от формы, конструктивного решения резервуаров и их технологических параметров.

Большинство резервуаров находятся в уличной эксплуатации и подвержены воздействию разных климатических условий, непосредственно влияющих на ослабление металла и разрушению защитных поверхностных слоев.

В процессе эксплуатации резервуара происходят коррозионные повреждения металла. В некоторых случаях локальная коррозия требует срочного ремонта РВС путем замены дефектного участка. Наиболее проблематичным является замена дефектного участка на нижнем поясе стенки, так как листы в этом поясе имеют большую толщину и воспринимают наибольшую нагрузку от давления продукта.

Одним из распространенных способов ремонта является удаление локальных повреждений и дефектов с вставкой новых ремонтных деталей. В случае, если РВС изготовлен из высокопрочной стали 16Г2АФ, следует учитывать ее металлургические и технологические характеристики.

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной цилиндрический со стационарной крышей объемом 20000м³ из стали 16Г2АФ.

В настоящее время ремонтные работы на нижнем поясе выполняются ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, в данной дипломной работе предлагается использовать механизированную сварку в среде защитных газов, которая обладает рядом преимуществ по сравнению с ручной дуговой сваркой.

Цель работы – разработка технологии ремонта стенки нижнего пояса резервуара вертикального стального цилиндрического объемом 20000м³ из стали 16Г2АФ с помощью механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Подобрать сварочные материалы и оборудование
- Разработать технологический процесс ремонта РВС
- Рассчитать стоимость затрат на внедрение новой технологии
- Обозначить основные требования техники безопасности при проведении ремонтных работ.

Разработка данной технологии приведет к облегчению ремонтных работ как со стороны обычных сварщиков, так и профессионалов и ускорит сам процесс, что положительно скажется на функционировании нефтебазы.

Положительным результатом данной дипломной работы будет являться внедрение разработанной технологии ремонта на крупные предприятия нашей страны.

Глава 1 Обзор литературы

Любой ремонт начинается с технического обследования предполагаемого вышедшего из строя резервуара.

Техническое обследование предусматривает выявление износа элементов конструкций резервуаров (стенок, кровли, днища, несущих конструкций покрытий); установление механических характеристик материалов конструкций и геометрической формы резервуара; рентгенографический и ультразвуковой контроль.

Достаточно полную оценку общего состояния резервуара можно дать при наличии данных, характеризующих условия его работы за весь период эксплуатации с учетом всех факторов, которые отрицательно влияют на нормальную работу.

Первоочередному обследованию, как правило, должны подвергаться резервуары, находящиеся в аварийном состоянии или в состоянии ремонта после аварии; резервуары, находящиеся в эксплуатации 25 лет и более, а также те, в которых хранятся продукты, вызывающие усиленную коррозию металла.

Оценка технического состояния резервуара должна проводиться по результатам полного или частичного обследования. Частичное обследование выполняется без вывода резервуара из технологического процесса(отключения), с целью предварительной оценки технического состояния. Полное обследование резервуара проводится после вывода его из эксплуатации.

Данные полученные при оценки технического состояния резервуара и его элементов служат основанием для установления возможности его дальнейшей эксплуатации, либо необходимостью срочного ремонта.

Нарушение прочности и герметичности в резервуарах в большинстве случаев вызывается совокупностью различных неблагоприятных воздействий на конструкции.

При монтаже и эксплуатации резервуаров наиболее часто встречаются следующие дефекты и повреждения:

- трещины в окрайках днища по сварным соединениям и основному металлу;
- трещины в сварных соединениях полотнища днища с выходом или без выхода на основной металл;
- выпучены, вмятины и складки на днище;
- непровары, подрезы основного металла, шлаковые включения и другие дефекты сварных соединений;
- изменения геометрической формы верхних поясов стенки резервуара и кровли;
- значительные равномерные и неравномерные осадки основания;
- повреждение отдельных частей конструктивных элементов резервуара;
- деформация днища по периметру резервуара;
- коррозионные повреждения днища, стенки и кровли резервуара.

Перечисленные дефекты обуславливаются рядом причин, важнейшие из которых:

- амортизационный износ конструкций;
- хрупкость металла при низких температурах;
- наличие дефектов в сварных соединениях, являющихся концентраторами напряжений;
- скопление большого числа сварных швов в отдельных узлах резервуара;
- коррозия металла, возникающая вследствие хранения в резервуарах сернистой нефти или нефтепродуктов с повышенным содержанием серы;
- нарушение правил технической эксплуатации резервуаров.

Устранение дефектов и ремонт резервуара – ответственные операции, определяющие во многом дальнейшую безопасность и бесперебойную эксплуатацию резервуаров, поэтому их выполнение осуществляется строго в соответствии с «правилами технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту»[1], в следующих направлениях:

- текущий ремонт – работы, осуществляемые без освобождения резервуара от нефти и нефтепродуктов. Таких как: ремонт кровли, верхних поясов стенки с применением эпоксидных соединений; ремонт оборудования, расположенного с наружной стороны; ремонт отдельных частей конструкции резервуара (поручней, лестниц); ремонт противопожарной системы.
- средний ремонт – работы, связанные с зачисткой, дегазацией резервуара с соблюдением правил техники безопасности и пожарной безопасности. Таких как: установка отдельных металлических накладок с применением сварочных работ; ремонт трещин и швов; ремонт или замена оборудования.
- капитальный ремонт – работы, предусмотренные средним ремонтом, и работы по частичной или полной замене дефектных частей стенки, днища, покрытия, крыши и оборудования, восстановление горизонтали при появлении кренов, укрепление фундамента и грунта, покраска и обработка антикоррозионными составами.

Ремонты проводят по графикам, периодичность которых не должна превышать нормативных сроков.

При ремонте резервуара применяются следующие основные методы:

- полная замена конструктивного элемента;
- частичная замена конструктивного элемента;
- удаление локальных повреждений и дефектов с вставкой новых ремонтных деталей;
- ремонт сварных соединений и основного металла;

- восстановление металла в зонах коррозионного износа.

1.1 Описание ремонтной конструкции

Резервуар является техническим средством для приема, хранения и учета нефти и нефтепродуктов на различных нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих крупных предприятиях.

В данной дипломной работе, рассматривается нижний пояс вертикального стального резервуара объемом 20000м^3 , состоящий из цилиндрического корпуса, толщиной 14мм, со стационарной крышей и плоским дном. Все элементы резервуара изготавливаются из листового проката и соединяются между собой с помощью сварки.

Нижний пояс резервуара, представлена на рисунке 1.

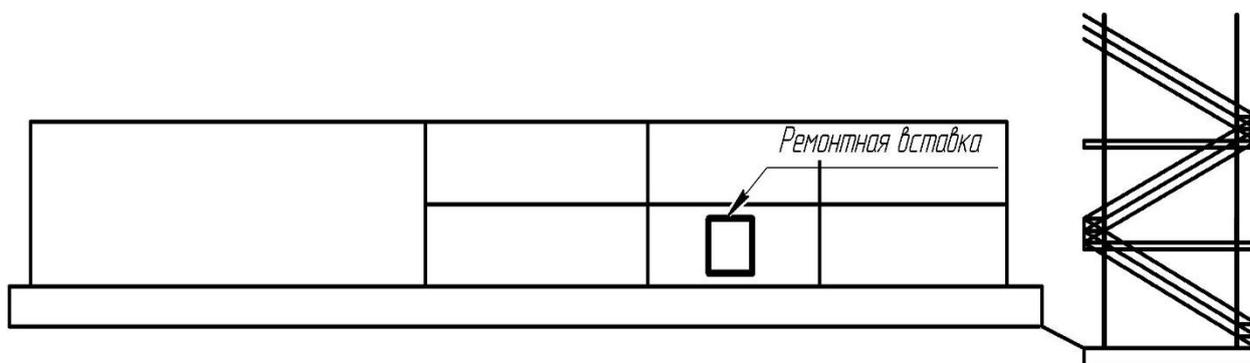


Рисунок 1 – Схема нижнего пояса РВС- 20000м^3 с заменяемым участком стенки

Чтобы определить габаритные размеры заменяемого участка на нижнем поясе, воспользуемся РД-25-160-10-КТН-015-15[3].

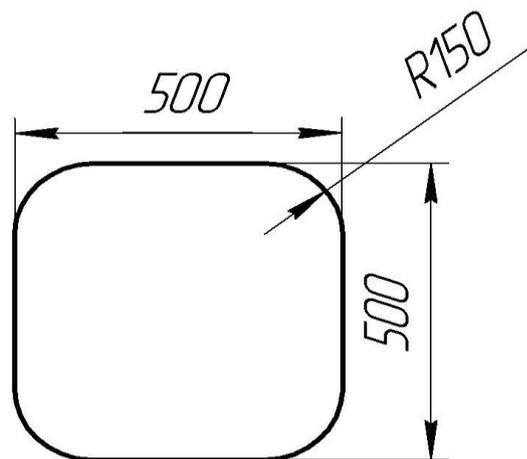


Рисунок 2- Ремонтная вставка заменяемого участка

1.2 Материал сварной конструкций

Резервуар для хранения нефти и нефтепродуктов в районе крайнего севера изготавливается из стали 16Г2АФ.

Сталь 16Г2АФ относится к низколегированным конструкционным сталям. Легирующими элементами в данной стали являются: марганец, ванадий и азот. Сталь обладает высокой прочностью, низким порогом хладноломкости, удовлетворительной свариваемостью [2]

Механические характеристики стали приведены в таблица 1.

Таблица 1 – Механические характеристики стали по ГОСТ 19281-2014

Предел текучести, МПа(кгс/мм ²)	440(45)	
Временное сопротивление разрыву МПа, (Н/мм ²)	590(60)	
Относительное удлинение, %	20	
Ударная вязкость КСU, Дж/см ² , при температуре, °С	+20	Не норм
	-40	39(4)
	-70	29

Таблица 2 - Химический состав в процентах по ГОСТ 19281-2014

Химический элемент	%
Углерод (С)	0,14 – 0,20
Кремний (Si)	0,3 – 0,6
Марганец (Mn)	1,3 – 1,7
Хром (Cr), не более	0,40
Никель (Ni), не более	0,30
Медь (Cu), не более	0,30
Ванадий (V)	0,08 – 0,14
Азот (N)	0,015 – 0,025
Фосфор (P), не более	0,03
Сера (S), не более	0,035

1.3 Оценка свариваемости стали

Стали, используемые для изготовления резервуарных конструкций, классифицируются на углеродистые обычной прочности, низколегированные повышенной прочности и низколегированные высокопрочные.

При выполнении ремонтных сварочных работ следует учитывать технологические особенности характеристики конкретных марок сталей, из которых изготовлены конструктивные элементы резервуара [4].

Под свариваемостью металлов понимают свойство материала образовывать неразъемное соединение с требуемым качеством и уровнем физико-механических и функциональных свойств соединения как в процессе его получения, так и при эксплуатации изделия.

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

На свариваемость сталей наибольшее влияние оказывает углерод. С увеличением содержания углерода, свариваемость стали ухудшается из-за повышения вероятности образования горячих и холодных трещин.

Для оценки склонности металла к трещинообразованию используют понятие химического эквивалента углерода. В основу математического подхода к описанию химического эквивалента углерода было положено предположение, что свариваемость можно определить по показателю, определяющему, какое минимальное критическое время охлаждения необходимо, чтобы в металле шва образовалось 100% мартенсита.

Формулу химического эквивалента возьмем согласно рекомендациям НТД[3]:

$$C_э = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2} \quad (1)$$

Где: $C_э$ – эквивалент углерода, %;

C, Mn, Si, Cr, Mo, Ni, Cu, V и P – массовые доли в стали соответственно углерода, марганца, кремния, хрома, молибдена, никеля, меди, ванадия и фосфора, %.

Для того, чтобы оценить свариваемость металла 16Г2АФ воспользуемся формулой (1):

$$C_э = 0,14 + \frac{1,3}{6} + \frac{0,3}{24} + \frac{0,2}{5} + \frac{0,1}{40} + \frac{0,1}{13} + \frac{0,08}{14} + \frac{0,03}{2} = 0,43 \% \quad (2)$$

В зависимости от эквивалентного содержания углерода и связанной с этим склонности к закалке и образованию трещин стали по свариваемости делятся на три группы[5]:

- хорошо свариваемые ($<0,35\%$) — стали, для которых обеспечивается равнопрочность сварного шва и основного металла без применения специальных технологических приемов;
- удовлетворительно свариваемые ($0,35\%-0,45\%$) — стали, для которых равнопрочность обеспечивается при использовании специальных технологических приемов, например предварительного подогрева, последующей термообработки, точного соблюдения термического цикла;
- плохо свариваемые ($>0,45$) — стали, для которых не удается достичь равнопрочности шва и основного металла;

Вывод главы 1

Были рассмотрены основные дефекты при монтаже и эксплуатации резервуара, а также причины образования данных дефектов. Виды ремонтов в зависимости от масштабов и основные методы ремонтных работ.

Определены геометрические размеры ремонтной вставка заменяемого участка.

Определен химический состав и механические свойства стали.

Рассчитан химический эквивалент углерода и дана оценка свариваемости стали. Сталь является удовлетворительно свариваемой, а это значит, что для предотвращения трещинообразования нам потребуется подогрев как перед сваркой, так и после неё.

Глава 2 Обоснование выбора способа и режимов сварки, сварочных материалов и оборудования для сварки

2.1 Обоснование выбора способа сварки

Ручной дуговой сваркой (РДС) покрытыми электродами свариваются большинство сталей и сплавов. Благодаря своей универсальности и надежности, занимает значительное положение в производстве сварочных работ.

При ручной дуговой сварки источником тепловой энергии служит электрическая дуга, горящая между покрытым металлическим электродом и свариваемым металлом. Питание дуги может осуществляться от источника постоянного или переменного тока. Также в зависимости от того какой полюс подключён к изделию, можно сказать на какой полярности ведется сварка (положительный – прямая, отрицательный – обратная).

Дуга горит между металлическим стержнем и основным металлом. Металлический стержень плавится, и его капли стекают в сварочную ванну. Покрытие электрода также плавится, при этом образуется газовая атмосфера, защищающая зону горения дуги и расплавленный металл от взаимодействия с воздухом. Часть покрытия при плавлении образует шлак, который покрывает капли расплавленного электродного металла и расплавившийся основной металл. Шлак также защищает расплавленный металл от взаимодействия с воздухом и обеспечивает его металлургическую обработку. По мере удаления дуги металл сварочной ванны кристаллизуется с образованием шва, соединяющего свариваемые детали. На поверхности шва образуется слой затвердевшего шлака.

Преимущества ручной дуговой сварки:

- большое количество видов металлов, которые можно сваривать;
- осуществление быстрого перехода к другому виду материала;

- возможность сварки в труднодоступных местах;
- возможно ведение сварки во всех пространственных положениях;
- простота в эксплуатации оборудования;
- малая зона термического влияния.

Также способ имеет следующие недостатки:

- отсутствие возможности регулирования глубины проплавления металла и скорости плавления электрода, вследствие чего при сварке тонкого материала возникают большие трудности в получении качественного шва;
- низкая производительность;
- качество сварного шва зависит во многом от профессионализма сварщика;
- большой срок, затрачиваемый на подготовку квалифицированных сварщиков.

В механизированной сварке в среде защитных газов, защита сварочной ванны от кислорода и азота воздуха, осуществляется путем подачи газа в зону горения дуги через сварочную горелку.

В данной дипломной работе, рассматривается сварка плавящимся электродом. Такой способ является самым дешевым при сварки низколегированных сталей. Поэтому он занимает одно из первых мест среди механизированных способов сварки.

В процессе сварки углекислый газ под действием высоких температур диссоциирует: $2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO} + \text{O}_2$. Поэтому сварка идёт не в чистом углекислом газе, а в смеси газов CO_2 , CO и O_2 . В этом случае обеспечивается практически полная защита расплавленного металла от азота воздуха, но сохраняется почти такой же окислительный характер газовой смеси, каким он был бы при сварке голой проволокой без защиты от атмосферы воздуха. Следовательно, при сварке в среде углекислого газа необходимо предусматривать меры по раскислению наплавляемого металла. Эта задача

решается использованием сварочных проволок, в состав которых входят элементы раскислители. Чаще всего это кремний (0,6–1,0%) и марганец (1–2%).

При наличии таких компонентов раскисление окислов железа происходит по реакциям $2\text{FeO} + \text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2\text{Fe}$ и $\text{FeO} + \text{Mn} \rightarrow \text{MnO} + \text{Fe}$. Образующиеся в процессе раскисления окислы кремния и марганца всплывают на поверхность сварочной и после кристаллизации металла удаляются.

Преимущества механизированной сварки плавящимся электродом:

- высокая производительность и легкость механизации и автоматизации процесса;
- возможность визуального наблюдения за образованием шва;
- возможно ведение сварки во всех пространственных положениях;
- низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

Недостатками принято считать такие причины как:

- возможность нарушения газовой защиты при сдувании струи газа движением воздуха;
- потеря металла на разбрызгивание, при котором брызги соединяются с поверхностями шва и изделия;
- наличие газовой аппаратуры и в некоторых случаях необходимость водяного охлаждения горелок.

2.2 Выбор сварочных материалов

Для получения качественного соединения ремонтной вставки РВС из стали 16Г2АФ необходимо подобрать оптимальные сварочные материалы, которые будут обеспечивать равнопрочностное сварное соединение, т.е. предел прочности основного металла. Также сварочные материалы должны

удовлетворять требованиям к ударной вязкости металла шва и зоны термического влияния [4].

2.2.1 Выбор проволоки для механизированной сварки

Выбор проволоки для механизированной сварки в среде защитного газа делаем согласно рекомендациям «Правила технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту» [1].

Таблица 3 – Химический состав рекомендуемых проволок

Марка проволоки	Химический состав, %							
	Углерод	Кремний	Марганец	Молибден	Никель	Хром	Сера	Фосфор
Св-08Г2С	0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	–	0,25	0,20	0,025	0,030
Св-08ХНМ	не более 0,1	0,12-0,35	0,50-0,80	0,25-0,45	0,80- 1,20	0,70- 0,90	0,025	0,030
Св-10НМА	0,07-0,12	0,12-0,35	0,40-0,70	0,40-0,55	1,00- 1,50	0,20	0,025	0,020

В низколегированных сталях металл шва содержит небольшое количество азота. Это объясняется его небольшой концентрацией в пламени. Водород остается в шве в значительных количествах и может вызывать в них поры. Окисление FeO за счет углерода с образованием CO также может привести к пористости шва. Поэтому рекомендуется применять проволоки с пониженным содержанием углерода.

Поэтому из вышеперечисленных видов проволоки, наиболее подходящим для наших ремонтных работ будет проволока Св-08Г2С

Также рассмотрим механические свойства наплавленного металла проволокой Св-08Г2С из таблицы 4.

Таблица 4 – Механические свойства проволоки Св-08Г2С

Временное сопротивление на разрыв, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/См ²		Твердость, НV
			КСУ -40°С	КСУ -60°С	
580-600	460-465	21-23	65-70	50-55	200

2.2.2 Выбор защитного газа для механизированной сварки

Защитный газ является немаловажным компонентом, обеспечивающим производительность и достойное качество сварного шва.

Наименование защитного газа говорит само за себя, он нужен для защиты твердеющей, расплавленной сварочной ванны от окисления, а также от имеющейся в воздухе влаги и примесей, способных снизить устойчивость шва к коррозионным процессам, привести к возникновению пор и ослабить прочность шва, повлияв на геометрию сварного соединения. К тому же защитный газ охлаждает сварочный пистолет.

Необходимо рассмотреть несколько видов защитных газов и газовых смесей для низколегированных сталей и сравнить их особенности, для выбора оптимального защитного газа.

Таблица 5 – Особенности защитных газов и газовых смесей

Защитный газ	Особенности в процессе сварки
80% Ar + 20% CO ₂	Достаточная прочность, небольшое набрызгивание по конуру сварного соединения, высокая устойчивость дуги
CO ₂	Глубокое проплавление, большая скорость сварки

продолжение таблицы 5	
60%He + 5%CO ₂ + 35% Ar	Высокая ударная вязкость, минимальная реакционная способность
Ar	Стабильная дуга и отличная передача электродного материала в ходе сварочного процесса деталей толщиной до 25 мм
Ar + 1 – 5%O	Улучшенная стабильность дуги, отличное слияние контура валика сварного шва, более жидкая управляемая сварочная ванна, минимум прожогов, скорость сварки больше в сравнении с сваркой чистым аргоном

Принимая во внимание то, что во многих источниках при сварке проволокой Св-08Г2С рекомендуется использовать либо 100% CO₂, либо смесь Ar 80% + CO₂ 20%. Из представленных в таблице 5 особенностей различных газовых смесей, для ремонта нижнего пояса РВС из стали 16Г2АФ можно выбрать любой из двух предложенных вариантов. Поэтому, с точки зрения оптимизации производственного процесса выберем чистый CO₂, так как он является наиболее распространенным и дешевым газом.

2.3 Сварочное оборудование

Источники сварочного тока, применяемые для сварки стальных вертикальных резервуаров, должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечение высоких динамических свойств (время перехода от короткого замыкания к рабочему режиму не более 0,01 секунды);
- регулирование сварочного тока и напряжения дуги с пульта дистанционного управления;

- обеспечение минимальных колебаний установленных значений сварочного тока и напряжения из-за взаимного влияния постов (не более плюс, минус 10 % от установленных значений).

Источники сварочного тока и оборудование, применяемые для сварки резервуаров, должны быть аттестованы в соответствии с положениями РД 03-614-03 «Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов.» [6]

2.3.1 Выбор сварочного оборудования для механизированной сварки

Для механизированной сварки используем проволоку СВ-08Г2С, которые по ГОСТ 2246 – 70 пригодны для сварки на постоянном токе.

Характерной чертой источников сварочного тока для механизированной сварки является жесткая внешняя статическая характеристика. Такая характеристика обеспечивает стабильность тока при колебаниях длины дуги и устойчивость процесса сварки. Она достигается при большом внутреннем сопротивлении источника по отношению к сопротивлению дуги.

Сварочный полуавтомат Kemppi Kemromat 3200

Кемпомат 3200 представляет собой компактную установку для сварки плавящимся электродом в среде защитного газа. Он предназначен, в основном, для применения в тяжелой промышленности.

Кемромат 3200 работает сетевым напряжением 230В / 400В 3-фазного тока. Сварочное напряжение регулируется переключателями с 40 ступенями.

Встроенный проволокоподающий механизм позволит применение горелок с воздушным охлаждением. В установке Kemromat 3200 имеется – четыре подающих ролика.

Характеристики:

- Номинальное напряжение – 230В/400В
- Мощность подключения – 6,6кВа/13,6кВа
- Диапазон регулирования сварочного тока – 40-320А
- Номинальное напряжение дуги – 42В
- КПД – 75%
- Проволок подающий механизм – 4 подающих ролика
- Рабочая температура – -20...+40°С
- Габаритные размеры – 970x480x970 мм
- Вес – 118кг

Цена – 96790руб

2.4 Расчет режимов сварки

Режим сварки – это комплекс основных и добавочных параметров, обеспечивающие получение качественных сварных швов заданных размеров и форм [7].

Основные характеристики положение сварки, рекомендуемые режимы указываются в паспортных данных, но для более точного результата проведем расчет по рекомендациям

Режимы сварки выбираем согласно рекомендациям РД-25.160.10-КТН-015-15[3].

Таблица 6 – Режимы механизированной сварки в CO₂ стыкового соединения

Номер слоя(шва)	Диаметр проволоки, мм	Род и полярность тока	Скорость подачи проволоки, см/мин	Напряжение, В	Скорость сварки, см/мин	Вылет электрода, мм
Корневой	1,2	Постоянный, обратная	250 - 380	19 - 23	14 - 16	15 - 20

продолжение таблицы 6						
Заполняющий	1,2	Постоянный, обратная	250 - 380	19 - 23	12 - 16	15 - 20
Облицовочный	1,2	Постоянный, обратная	250 - 380	19 - 23	15 - 20	10 - 15

Для того, чтобы проверить подходят ли нам данные рекомендации режимов сварке, приведённые в таблице 6. Произведем расчет согласно формулам и рекомендациям [8,9].

Для толщины металла 14мм выбираем диаметр электродной проволоки согласно рекомендациям 1,2 мм. Тогда по рекомендациям плотность тока $j = 170 \text{ А/мм}^2$.

Определяем силу сварочного тока:

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 170 = 192 \text{ А} \quad (3)$$

где $I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока;

$d_э$ – диаметр электродной проволоки;

j – плотность тока.

Определяем оптимальное напряжение дуги для данного диаметра проволоки и силы сварочного тока:

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{\text{св}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1,2^{0,5}} \cdot 192 = 26,1 \quad (4)$$

принимаем напряжение $U_{\text{д}} = 26$

Найдем скорость сварки:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{\text{н}}}, \quad (5)$$

где: $V_{\text{св}}$ – скорость сварки;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, г/А · ч;

$I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³

F_H – площадь наплавки, мм².

Чтобы найти α_H воспользуемся формулой (6):

$$\alpha_H = \alpha_p \cdot (1 - \Psi), \quad (6)$$

где: α_p – коэффициент расплавления;

Ψ – коэффициент потерь, подразумевается отношение количества металла, потерянного в виде разбрызгивания, к полному количеству расплавленного электродного металла.

Коэффициент потерь, при сварке в среде углекислого газа проволокой марки Св-08Г2С, зависит от плотности тока в проволоке, поэтому рассчитаем с помощью данной формулы:

$$\Psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2. \quad (7)$$

Подставив значения в формулу (7), получим:

$$\Psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 170 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 170^2 = 12,25\% \quad (8)$$

Тогда коэффициент расплавления будет равен:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{1}{d_э^2}, \quad (9)$$

где: $I_{св}$ – сила сварочного тока, равна 192 А;

l – вылет сварочной проволоки, согласно рекомендациям [3] принимаем $l = 20$ мм;

$d_э$ – диаметр электродной проволоки, равный 1,2 мм.

Подставив значения в формулу (9) получаем:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{192} \cdot \frac{20}{1,2^2} = 9,64 \text{ г/А} \cdot \text{ч}. \quad (10)$$

Определим коэффициент наплавки по формуле (11):

$$\alpha_H = 9,64 \cdot (1 - 0,1225) = 8,5 \text{ г/А} \cdot \text{ч}. \quad (11)$$

Чтобы определить площадь сечения наплавленного металла, воспользуемся формулой (12):

$$F_H = 0,73 \cdot e \cdot g, \quad (12)$$

где: e – ширина шва, возьмем по ГОСТ 14771-76, равным 12 мм;

g – усиление шва, возьмем по ГОСТ 14771-76, равным 2мм.

Определим значение площади сечения, подставив все значение:

$$F_H = 0,73 \cdot 12 \cdot 2 = 17,52 \text{ мм.} \quad (13)$$

Вычислим скорость сварки по формуле (5):

$$V_{\text{св}} = \frac{8,5 \cdot 192}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,17} = 0,34 \text{ см/с} = 12,24 \text{ м/ч.} \quad (14)$$

Определим скорость подачи проволоки по формуле (15):

$$V_{\text{пэ}} = \frac{\alpha_p \cdot I_{\text{св}}}{F_{\text{эл}} \cdot \gamma \cdot 3600}, \quad (15)$$

где: $F_{\text{эл}}$ – площадь поперечного сечения проволоки, согласно рекомендации [3], принимаем 3,14 мм².

Подставив значения в формулу (15), найдем скорость подачи проволоки:

$$V_{\text{пэ}} = \frac{9,64 \cdot 192}{0,314 \cdot 7,8 \cdot 3600} = \frac{0,21 \text{ см}}{\text{с}} = 7,56 \frac{\text{м}}{\text{ч}}. \quad (16)$$

Вывод главы 2

Рассмотрев оба способа сварки, все достоинства и недостатки, особенности каждого из видов сварки, определили как способ сварки наиболее производителен, для нашей технологии ремонта.

Подобрали сварочные материалы, а именно, это проволока Св-08Г2С, защитный газ – 100% CO₂.

Подобрали сварочное оборудование, удовлетворяющее всем требованиям, предъявляемым для данной технологии ремонта.

Также рассчитали режимы параметров сварки. Режимы подобранные согласно НТД, немного отличаются от тех, что были получены практическим способом. Это могло произойти по причине, не точных расчетов и погрешностей. Поэтому при разработке технологий ремонта нижнего пояса резервуара, будем руководствоваться согласно НТД.

Глава 3 Технология ремонта РВС 20000м³ из стали 16Г2АФ

При разработке технологий ремонта резервуара из высокопрочной стали 16Г2АФ следует учитывать ее металлургические и технологические характеристики.

Технология ремонта резервуаров состоит из 4 операции:

- Заготовительная операция;
- Сборочная операция;
- Сварочная операция;
- Контроль качества сварных соединении.

Технология ремонта заключается в замене дефектного участка, путем вырезки и вставки новой ремонтной детали.

Подготовку, сборку и сварку при ремонте резервуара следует производить в соответствии с операционными технологическими картами.

До начала ремонтно-сварочных работ следует:

- установить силовые пункты питания электроэнергией;
- в непосредственной близости от места производства сварочных работ установить помещение (вагончик) в котором разместить сварочное оборудование;
- оборудовать склад для подготовки и хранения сварочных материалов;
- опробовать оборудование, сварочные материалы и подобрать режимы сварки на образцах;
- оградить свариваемые поверхности конструкций и рабочее место сварщика от атмосферных осадков и ветра;
- проверить состояние изоляции сварочных кабелей и правильность присоединения их к клеммам источников постоянного тока.

3.1 Заготовительные операции

Для замены участков стенки путем вставки ремонтных заплат, применяются заготовки заводского изготовления, изогнутые по радиусу резервуара. Толщина листового металла заготовки равна толщине пояса, на котором она устанавливается.

Перед проведением ремонтных работ, все поступившие металлоконструкции резервуара должны пройти входной контроль, с целью подтверждения его соответствия требованиям стандартов, по следующим параметрам:

- Наличие сертификата. Сертификат является основным сопроводительным документом качества. По сертификату проверяют (марку металла, геометрические размеры, прочностные характеристики, химический состав).
- Фактическое состояние поступивших листов (качество поверхности листов, качество кромок листа на отсутствие забоин, царапин и задиров)

Заготовительную операцию по замене дефектного участка стенки выполнять в следующей последовательности согласно проектной документации:

- разметить зону вырезки дефектного участка с допуском на обработку и разделку кромок, при этом расстояние от линии реза до границ дефектного участка должно быть не менее 100 мм;
- выполнить вырезку дефектного участка с помощью газокислородной резкой строго по разметке, обеспечив максимальную чистоту, точность резов и припуск на дальнейшую обработку кромок. Вырезку дефектного участка из стали 16Г2АФ следует выполнять с подогревом зон реза до температуры 100°C;
- произвести разделку кромок под сварку. Кромки обработать угловой

шлифмашиной до получения требуемой разделки. Поверхность свариваемых деталей должна быть зачищена до блеска металла на ширину не менее 20 мм в каждую сторону от оси стыка;

- Смонтировать и закрепить лист ремонтной вставки при помощи гребенок. Добиться совпадения внутренней плоскости ремонтной вставки с плоскостью стенки. Смещение кромок не должно превышать 10 % толщины ремонтной вставки. Выставить зазоры в стыках;
- после монтажа и закрепления ремонтной вставки выполнить сборку под сварку.

3.2 Сборочная операция

Сборочная операция предусматривает сборку и прихватку деталей перед сваркой.

Вертикальные и горизонтальные стыки между стенкой и ремонтной вставкой, закрепляют при помощи специальных сборочных приспособлений.

К выполнению прихваток предъявляются следующие требования:

- прихватки не должны располагаться в местах пересечения сварных швов;
- качество выполнения прихваток должно соответствовать качеству сварных швов;
- прихватки при вставке ремонтных вставок из стали 16Г2АФ следует выполнять с предварительным и последующим подогревом. При сборке запрещается зажигать дугу на основном металле вне зоны сварного шва, что может приводить к ожогам металла и образованию микротрещин;
- высота прихваток должна быть от 3 до 4 мм;
- длина прихваток должна быть не менее 50 мм при расстоянии между

ними от 300 до 500 мм. Начало и конец каждой прихватки должен быть зачищен до плавного перехода к основному металлу.

В процессе сварки корневого слоя шва все прихватки должны быть полностью переплавлены.

3.3 Сварочная операция

Сварка выполняется в соответствии с указаниями операционной технологической карты (приложение А).

Последовательность и направление сварки листовой вставки показана на рисунке 3.

Первыми выполняется сварка вертикальных стыков ремонтной вставки.

Сварка вертикальных стыков делится на сварку корневого слоя, затем сварка заполняющего и облицовочного слоя шва.

Сварку корневого слоя в пределах шва технологического участка выполнять участками длиной до 200 мм обратноступенчатым способом. Монтажные приспособления при сварке шва не удалять. Сварку участков шва в местах установки монтажных приспособлений выполнить после завершения сварки заполняющих и облицовочных слоев шва и удаления монтажных приспособлений. Запрещается удалять монтажные приспособления до полного остывания стыка. Последовательность расположения участков – сверху вниз. Направление сварки – на подъем. После завершения сварки корневого слоя шва следует выполнить визуальный осмотр его поверхности. Участки с излишним усилением (или с поверхностными дефектами) зашлифовать, обеспечив одинаковую высоту валика по всей длине сварного соединения. Обработать шлифовальной машинкой обратную сторону корневого слоя шва

Сварку заполняющих слоев шва выполнять обратноступенчатым

способом. Монтажные приспособления при сварке шва не удалять. Сварку участков шва в местах установки монтажных приспособлений выполнить после завершения сварки заполняющих и облицовочных слоев шва и удаления монтажных приспособлений. Запрещается удалять монтажные приспособления до полного остывания стыка. Рекомендуется выполнять сварку одновременно изнутри и снаружи резервуара. При сварке облицовочных слоев шва обратноступенчатым способом необходимо следить за соблюдением требуемой геометрии шва. По окончании сварки каждого слоя производить очистку швов от шлака и брызг металла. В процессе сварки увод кромок регулировать с помощью сборочных приспособлений

К сварке горизонтальных стыков приступать после завершения сварки вертикальных стыков. Монтажные приспособления при сварке шва не удалять. Сварку участков шва в местах установки монтажных приспособлений выполнить после завершения сварки заполняющих и облицовочных слоев шва и удаления монтажных приспособлений. Запрещается удалять монтажные приспособления до полного остывания стыка. Выполнить механизированную сварку корневого слоя шва. Сварку рекомендуется выполнять захватками. В пределах каждой захватки, разбитой на технологические участки, сварку выполнять обратноступенчатым способом участками длиной до 200 мм. После завершения сварки корневого слоя следует выполнить визуальный осмотр его поверхности. Участки с излишним усилением (или с поверхностными дефектами) зашлифовать, обеспечив одинаковую высоту валика по всей длине сварного соединения. Зачистить корневой шов от шлака. Одновременно с двух сторон выполнить сварку заполняющих и облицовочных слоев шва обратноступенчатым способом. Производить послойную очистку сварных швов от шлака. Места остановки сварочного процесса зашлифовать для плавного перехода. Замки смежных слоев должны быть смещены на расстояние не менее 100 мм

В процессе сварки ремонтной вставки производить контроль по

следующим параметрам:

- разделка кромок стенки под сварку;
- смещение кромок в стыках после сварки;
- угловатость кромок в стыках после сварки;
- местные отклонения стенки в горизонтальном и вертикальном направлении в месте установки ремонтной вставки;
- визуально – измерительный контроль качества сварных швов;
- контроль качества сварных швов физическими методами;
- контроль качества мест удаления сборочных приспособлений.

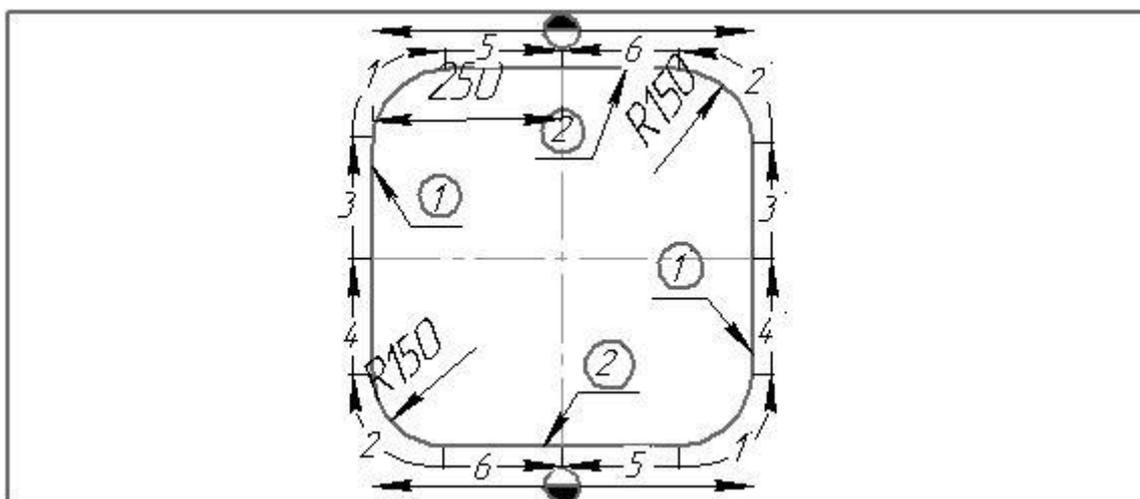


Рисунок 3 – Схема сварки ремонтной вставки «от центра до края»

Условные обозначения :



- номер шва и последовательность сборки;

1(1') – 6(6') - порядок сварки участков шва



- общее направление сварки и размещение сварщиков

3.4 Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними

Различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температуры при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений, сопровождающихся переохлаждением аустенита в околошовной зоне и образования продуктов закалки мартенсита.

В зависимости от времени существования собственных напряжений и деформаций различают:

- остаточные, остаются в изделии после снятия нагрузки;
- временные, существующие в конструкции лишь в определенный момент времени.

В зависимости от размеров области, в пределах которой имеют место и взаимно уравниваются внутренние напряжения, различают:

- напряжения I рода – уравниваются в крупных объемах соизмеримых с размерами изделий или отдельных его частей;
- напряжения II рода – уравниваются в микрообъеме тела в пределах одного или нескольких зерен;
- напряжения III рода – уравниваются в объемах соизмеримых с атомной решеткой и связаны с искажениями атомной решетки.

Напряжения также можно разделить по направлению действия:

- продольные вдоль оси шва;
- поперечные перпендикулярно оси шва.

По виду напряженного состояния сварочные швы бывают:

- линейные (одноосные);
- плоскосные (двуосные);
- объемные (трехосные).

Меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями.

Весь комплекс борьбы со сварочными напряжениями и деформациями можно разделить на две группы:

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений или уменьшающих влияние: к таким мероприятиям, можно отнести: последовательность сварки, закрепление, предварительный обратный выгиб; подогрев, интенсивное охлаждение свариваемых изделий;
- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие напряжений: к таким мероприятиям, можно отнести: механическая правка, проковка шва, термообработка, также можно предотвратить сварочные деформации за счет правильного выбора сварочных материалов, режимов сварки, минимальное вложение погонной энергии и правильное определение способа сварки.

3.5 Контроль качества сварных швов резервуара

Контроль качества сварных швов при ремонте и замене металлоконструкций резервуара должен производиться в соответствии с требованиями РД-23.160.10-КТН-283-09 «Руководство по ремонту железобетонных и стальных вертикальных резервуаров объемом 1000 – 50000 м³» и РД 25.160.10-КТН-001-12 «Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров».

Методы контроля качества сварных соединений приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Методы контроля качества сварных соединений резервуара

Типы сварных соединений	Способ контроля качества
Все сварные соединения	Визуальный и измерительный (ВИК)

продолжение таблицы 7	
Стыковые соединения нижнего пояса	Ультразвуковой (УЗК) – для всех стыковых сварных соединений Радиографический (РК) - для всех вертикальных и горизонтальных соединений

Визуальный и измерительный контроль сварных швов выполнять согласно требованиям РД 03-603-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».

По внешнему виду сварные швы, выполненные при сварочно – монтажных работах, должны удовлетворять следующим требованиям:

- по форме и геометрическим размерам швы должны соответствовать требованиям таблицы 12 РД 25.160.10-КТН-001-12 «Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров», таблице 1 приложения «Ж» РД 25.160.10-КТН-001-12, ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»;
- металл шва должен иметь плавный переход к основному металлу;
- швы не должны иметь недопустимых внешних дефектов (трещины всех видов и направлений, несплавлений, наплывов, грубой чешуйчатости, пористости, прожогов, свищей, незаваренных кратеров).

Не допускаются подрезы основного металла длиной, превышающей 10 % длины шва, глубиной более величин, указанных в таблице 8, причем под длиной шва следует понимать длину в пределах отдельного листа.

Таблица 8 – Допустимые величины подрезов РД 25.160.10-КТН-001-12[10]

Характеристика сварного соединения	Допустимая величина подреза
Вертикальные швы стенки, швы	Не более 0,2 мм

стенки с днищем	
продолжение таблицы 8	
Горизонтальные соединения стенки	5 % толщины, но не более 0,3 мм
Прочие соединения	5 % толщины, но не более 0,5 мм

Радиографический контроль должен выполняться в соответствии с ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».

Оценка внутренних дефектов сварных швов при радиографическом контроле должна производиться по РД 25.160.10-КТН-001-12.

Ультразвуковая дефектоскопия должна проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые». Квалификация дефектоскопистов при ультразвуковом контроле должна быть не ниже II уровня по ГОСТ Р ИСО 9712-2009.

Контроль качества сварных швов резервуара производить с применением ультразвукового дефектоскопа «ИНТРОКОР М-150».

3.6 Исправление дефектов сварных швов

Удалять дефектные участки сварных швов надлежит механизированной шлифовкой абразивным инструментом. Запрещается выплавлять дефекты сваркой.

При выполнении ремонтных работ по устранению дефектов сварных соединений произвести предварительный подогрев зоны ремонта до 100-120 0С независимо от температуры окружающего воздуха.

Отремонтированные участки сварных соединений должны быть вновь подвергнуты визуальному контролю и ультразвуковой дефектоскопии или радиографии. Если на отремонтированном участке шва вновь будут выявлены

недопустимые дефекты, ремонт таких участков должен выполняться под непосредственным контролем руководителя сварочных работ.

Все сведения о выполнении ремонта внутренних дефектов сварных швов должны быть занесены в «Журнал пооперационного контроля качества монтажно – сварочных работ».

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Ведерникову Ивану Сергеевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 43200 руб. Оклад студента - 25000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Премиальный коэффициент студента 30%; Надбавки руководителя 20-30%; Надбавки инженера 20-30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 28 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- Оценочная карта конкурентных технических решений
- График Гантта
- Расчет бюджета затрат НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Ведерников Иван Сергеевич		

Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Технология ремонта нижнего пояса вертикального стального резервуара для хранения нефти» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации.

Суть работы заключается в разработке технологий ремонта РВС механизированной сваркой в среде защитных газов плавящимся электродом.

Таблица 9 – Сегментирование рынка

	Показатели		
	Низкий показатель	Средний показатель	Высокий показатель
Качество сварного шва	3	2	1
Скорость сварки	3	2	1
Возможность сварки листовых материалов	3	2	1,2

Где 1 – Механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом;

2 – Механизованная сварка в среде защитных газов неплавящимся вольфрамовым электродом;

3 – Ручная дуговая сварка.

По данным результата сегментирования можно сделать вывод, что уровень конкуренции низок. Механизованная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом – хороший способ сварки, благодаря которому можно получать качественные сварные соединения при ремонте резервуаров.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Для этого составлена оценочная карта, приведенная в таблице 10.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Удобство в эксплуатации	0,1	3	4	3	0,5	0,2	0,3
2.Затраты сварочного материала	0,2	5	3	4	1	0,2	1
3.Качество сварного соединения	0,1	5	4	3	0,5	0,3	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Цена	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,25
2.Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,3
3.Конкурентоспособность работы	0,25	5	5	3	1,25	0,5	1

продолжение таблицы 10							
Итого	1	28	26	21	5	2,35	3,75

Где сокращения: B_{ϕ} – Механизированная сварка в среде защитных газов плавящимся электродом; $B_{к1}$ – Механизированная сварка в среде защитных газов неплавящимся вольфрамовым электродом; $B_{к2}$ – Ручная дуговая сварка.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (17)$$

где:

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таким образом, конкурентоспособность разработки составила 5 в то время, как двух других аналогов 2,35 и 3,75 соответственно. Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как удобство в эксплуатации, затраты на сварочные материалы, качество сварного соединения, цена и предполагаемый срок эксплуатации. Итогом данного анализа является то, что метод, предложенный в нашей научно-исследовательской работе эффективнее методов конкурентов.

4.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Преимущества SWOT анализа заключаются в том, что он позволяет достаточно просто, в правильном разрезе взглянуть на положение компании,

товара или услуги в отрасли, и поэтому является наиболее популярным инструментом в управлении рисками и принятии управленческих решений.

Результатом проведения SWOT анализа предприятия является план действий с указанием сроков выполнения, приоритетности выполнения и необходимых ресурсов на реализацию.

Периодичность проведения SWOT анализа. Рекомендуется проводить SWOT анализа минимум 1 раз в год в рамках стратегического планирования и при формировании бюджетов. SWOT анализ очень часто является первым шагом бизнес-анализа при составлении маркетингового плана.

Таблица 11 – Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> • Широкая область применения • Использование современного оборудования • Актуальность проекта • Наличие опытного руководителя • Автоматизация способа 	<ul style="list-style-type: none"> • Развитие новых технологий • Перенастройка оборудования • Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Получение качественных сварных соединений • Регулирование производительности • Повышение стоимости конкурентных разработок • Применения для оборудования работающего в полевых условиях. 	<ul style="list-style-type: none"> • Появление новых технологий • Государство не даст средства для реализации темы. • Введение дополнительных государственных требований и сертификации технологии. • Зависимость, незначительная от поставщика

4.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Реализация метода предусматривает следующие этапы:

- 1 – точная формулировка проблемы исследования;
- 2 – раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования;
- 3 – раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

	1	2	3
А. Диаметр сварочной проволоки, мм	1.2	1.2	—
Б. Марка электрода	Св-08Г2С	ЭВЛ-2 Ø3-150-ТУ	УОНИ 13/45 Ø 3
В. Защитный газ	CO ₂	CO ₂	—

Возможные варианты решения технической задачи:

- 1) А1Б1В3 – В первом случае, сварка низкоуглеродистых сталей при малых затратах на материал.

2) А2Б2В3 – Во втором случае, низкоуглеродистых или низколегированных сталей при малых затратах материал.

3) А3Б3В1 - В третьем случае, сварка хромистых (нержавеющих) сталей аустенитного класса, с повышенными требованиями к материалу.

4.5 Планирование научно-исследовательских работ

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.

4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 13 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	

	8	Изучение технологии	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	10	Вывод по цели	Научный руководитель, студент

4.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} + 2t_{маxi}}{5} \quad (18)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{минi}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{маxi}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (19)$$

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

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

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

4.5.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Гантта – 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (20)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (21)$$

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

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48.$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (табл. 14).

После заполнения таблицы 11 строим календарный план-график (табл. 15).

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 14 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}			
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни										
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3	
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Рук.-студ.	1	1	1	2	2	2	
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Студ.-рук.	1	1	1	2	2	2	
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	2	3	3	
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3	
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Студент	10	10	10	15	15	15	
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студ.-рук.	3	4	4	5	6	6	
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Студент	2	3	3	3	5	5	
Проведение расчетов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студент	7	8	8	10	11	11	
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студ.-рук.	2	2	2	3	3	3	
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студент	3	3	3	4	4	4	

Таблица 15 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	3	★										
2	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	2	★	◆									
3	Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	2		◆									
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2			◆								
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3			◆								
6	Изучение литературы по теме	Студент	15				★	★	★					
7	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	5						★	◆				
8	Изучение технологии	Студент	6							★				
9	Модернизация технологии	Студент	3								★			
10	Изучение результатов	Студент	3									★		
11	Проведение расчетов по теме	Студент	10									★		
12	Анализ результатов	Студ.-рук.	2										★	◆
13	Вывод по цели	Студент	1											★

★ – студент; ◆ – руководитель.

4.5.4 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (23)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов 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 (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 16 – Материальный затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z _м), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	345	230	169
Картридж для принтера	шт.	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Св-ая пр-ка	кг.	0,5	0,5	0,5	80	80	80	63	63	63
ПГ,СГ,ЗГ	лит.	1	1	1	12	12	12	18	18	18
Итого								1980	1865	1805

4.5.5 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей

ТЕМЫ

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 17.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Составление и утверждение темы	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
2	Анализ актуальности темы	Студ.-рук.	1	1	1	4,4			5	5	5
3	Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	1	1	1	4,4			5	5	5
4	Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	2	3,6			4	8	8
5	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
6	Изучение литературы по теме	Студент	10	10	10	0,8			8,9	8,9	8,9
7	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	3	4	4	4,4			14,8	19,7	19,7
8	Изучение технологии	Студент	4	6	6	0,8			3,6	5,4	5,4

9	Модернизация технологий	Студент	2	3	4	0,8	1,8	2,7	3,6
10	Анализ результатов	Студ.-рук.	2	2	2	4,4	9,8	9,8	9,8
11	Вывод по цели	Студент	3	3	3	0,8	2,7	2,7	2,7
Итого:							71,6	83,2	84,1

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (24)$$

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

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

Максимальная основная заработная плата руководителя (кандидата технических наук) равна примерно 50400 рублей, а студента 31000 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (25)$$

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

Таким образом, заработная плата руководителя равна 48384 рублей, студента – 28000 рублей.

4.5.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (26)$$

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом от 23.04.2018 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 6 части 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году, водится пониженная ставка – 28%.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	43200	50400	50400	5184	6048	6048
Студент	25000	30000	31000	3000	3600	3720
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,28					
Итого						
Исполнение 1	21388 руб.					
Исполнение 2	25213 руб.					
Исполнение 3	25527 руб.					

4.5.7 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (27)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны: $Z_{\text{накл}} = 99752 \cdot 0,16 = 15960,32$ руб.

4.5.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты	1980	1865	1805	Пункт 4.5.4
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей	68200	80400	81400	Пункт 4.5.6, табл. 12
3. Затраты по дополнительной заработной	8184	9648	9768	Пункт 4.5.6, табл. 12
4. Отчисления во внебюджетные фонды	21388	25213	25527	Пункт 4.5.6, табл. 12
5. Накладные расходы	15960,32	18740,16	18960	16 % от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НТИ	115712,32	135866,16	137460	Сумма ст. 1-5

4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), 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 определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (28)$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

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

$$I_{финр}^{исп1} = \frac{115712,32}{137460} = 0,84; \quad I_{финр}^{исп2} = \frac{135866,16}{137460} = 0,99;$$

$$I_{финр}^{исп3} = \frac{137460}{137460} = 1.$$

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

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i, \quad (29)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 20).

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерий	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Сварочный материал	0,25	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,25	5	2	3
3. ПГ,СГ,ЗГ	0,15	4	4	4
4. Модернизация способа сварки	0,35	4	5	5
ИТОГО	1	4,5	3,15	3,8

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,15;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,8;$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}}, \quad (30)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,5}{0,84} = 5,35; I_{исп2} = \frac{3,15}{0,99} = 3,18; I_{исп3} = \frac{3,8}{1} = 3,8.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.21) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп i}}{I_{исп max}} \quad (31)$$

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,84	0,99	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,15	3,8
3	Интегральный показатель эффективности	5,35	3,18	3,8
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,6	0,71

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1В51	Ведерникову Ивану Сергеевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	Электронной инженерии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Резервуар вертикальный стальной объемом 20000м ³ . Предназначен для приема, хранения, и транспортировки нефти и нефтепродуктов.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>При проведении ремонтных работ на нижнем поясе резервуара могут возникнуть следующие виды вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – загазованность и запыленность рабочей зоны; – недостаточная освещенность; – повышенный шум; – электромагнитное излучение; – вибрация. <p>При проведении ремонтных работ на нижнем поясе резервуара могут возникнуть следующие виды опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оборудование, работающее под давлением; – повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов; – опасность поражения электрическим током; – опасность физических повреждений;
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Источники, оказывающие негативное воздействие на атмосферу, литосферу и гидросферу в процессе проведения ремонта РВС.</p> <p>Меры по снижению выбросов газов в атмосферу, методы утилизации производственных отходов.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>В процессе вывода резервуара из эксплуатации возможны ЧС в результате разгерметизации. Чрезвычайные ситуации в процессе проведения ремонта резервуара могут возникнуть по причинам природного характера (гроза, пожар) или по причинам техногенного характера (аварии)</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>В области охраны труда и безопасности жизнедеятельности трудовую деятельность регламентируют правовые, нормативные, инструктивные акты в области охраны труда и отраслевые документы.</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин В.Ф.	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В51	Ведерников Иван Сергеевич		

Глава 5 Социальная ответственность

5.1 Введение

Основной задачей при производстве работ по ремонту резервуара является соблюдение правил и требований производственной и экологической безопасности.

В процессе ремонта резервуара рабочее место будет расположено на открытой местности, где работники могут подвергаться воздействию вредных и опасных производственных факторов, возникающих в результате проведения сварочно-монтажных и строительно-монтажных работ.

5.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, которые формируют опасные и вредные факторы при выполнении капитального ремонта резервуара в таблице 22.

Таблица 22 - Элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении ремонта РВС-20000м³

Наименования работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Сварочные работы	1.Недостаточная освещенность рабочей зоны; 2.Повышенный уровень шума на рабочем месте 3.Повышенный уровень	1.Пожарная и взрывная безопасность 2.Повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов;	СанПиН 2.2.4.3359-16 СанПиН 2.2.4.548-96 ГОСТ 12.3.004-75 ГОСТ ИЕС 61140-2012 ГОСТ 12.4.011-89 ГН 2.2.5.1313-03

	электромагнитных излучений; 4.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны;	3.Повышенное значение напряжения в электрической цепи;	ГОСТ12.1.046-2014 ГОСТ12.1.003-2014 СП 155.13130.2014
Строительно-монтажные работы	1.Повышенный уровень шума на рабочем месте; 2.Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; 3.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны;	1.Движущиеся машины и механизмы	ГОСТ 12.1.003-2014 ГН 2.2.5. 1313-03 СанПиН 2.2.4.548-96 ГОСТ 12.1.008-76 ГОСТ 12.4.011-89

5.2.1 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Вредный производственный фактор – фактор производственной среды и (или) трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может сразу или впоследствии привести к заболеванию, в том числе смертельному, или отразиться на здоровье потомства пострадавшего, или в отдельных специфичных случаях перехода в опасный производственный фактор – вызвать травму [11].

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для резервуарных парков необходимо предусматривать общее равномерное освещение. Для освещения следует применять прожекторы на мачтах, расположенных за обвалованием. Осветительные устройства, установленные в пределах обвалования резервуаров, должны быть во взрывозащищенном исполнении. Освещенность должна быть не менее 20 лк независимо от применяемых источников света [12].

При работе вручную, при подъеме или перемещении грузов освещенность места работ должна быть не менее 5 лк и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов. Для освещения внутри резервуара необходимо применять переносные аккумуляторные фонари взрывозащищенного исполнения, которые включаются не ближе, чем за 20 м до газоопасной зоны (за каре резервуара). Для работы внутри резервуара средняя освещенность должна быть не менее 30 лк [12].

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум – это самое распространенное явление в промышленном производстве. На рабочем месте он оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания [13].

Источниками шума являются звуки, вызванные в результате производственной деятельности машин, используемых при ремонте резервуара (лебедки, краны, домкраты, тельферы, оборудование и устройства для резки и сварки металла, автопогрузчики). Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и нервную систему. Допустимые значения уровня шума не более 80 дБА.

Общая классификация средств и методов защиты от шума приведена в ГОСТ 12.1.029-80. Для защиты от прямого воздействия шума при

строительно-монтажных работах используют звукоизолирующие экраны, перегородки и средства индивидуальной защиты (СИЗ): противошумные наушники; противошумные вкладыши; противошумные шлемы и каски [14].

Повышенный уровень электромагнитных излучений

В процессе сварочно-монтажных работ при ремонте резервуара рабочие подвергаются электромагнитному излучению. Электромагнитные поля (ЭМП) радиочастотного диапазона обладают выраженным биологическим действием, характер которого зависит от интенсивности ЭМП, времени облучения, частоты и характера электромагнитного сигнала, с одной стороны, и состава тканей (в частности, содержания в них воды), формы организма, подвергающегося облучению – с другой. Они могут вызывать существенные изменения в состоянии практически всех систем организма человека, как обратимые, так и достаточно стойкие и должны соответствовать таблице 23

Оценка воздействия ЭМИ на человека согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 осуществляется по нескольким параметрам:

- по значениям интенсивности ЭМИ радиочастот;
- по энергетической экспозиции, которая определяется интенсивностью ЭМИ радиочастот и временем его воздействия на человека.

Таблица 23 - Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц-300 ГГц на рабочих местах персонала [15]

Параметры	Диапазонах частот (МГц)				
	0,03-3,0	3,0-30,0	30,0-50,0	50,0-300,0	300,0-300000
Предельно допустимое значение ЭЭВ, (В/м) ² ч	20000	7000	800	800	—

Предельно допустимое значение ЭЭ _н , (А/м) ² ч	200	—	0,72	—	—
Предельно допустимое значение ЭЭ _{шэ} , (мкВт/см ²) ² ч	—	—	—	—	200
Максимальный ПДУ Е, В/м	500	296	80	80	—
Максимальный ПДУ Н, В/м	50	—	3,0	—	—
Максимальный ПДУ ППЭ, В/м	—	—	—	—	1000

Защита персонала от воздействия электромагнитных полей радиочастот (ЭМИ РЧ) осуществляется путем проведения организационных и инженерно-технических, лечебно-профилактических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты. К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда

(комбинезоны, халаты и т.д.). Средства индивидуальной защиты следует использовать в случаях, когда снижение уровней ЭМИ РЧ с помощью общей защиты технически невозможно. Если защитная одежда изготовлена из материала, содержащего в своей структуре металлический провод, она может использоваться только в условиях, исключающих прикосновение к открытым токоведущим частям установок [16].

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны

Так как ремонт резервуара может проводиться как в теплый период времени года, так и в холодный, то рассмотрим требования к организации работ на открытой территории в зимний и летний период года.

Работы в охлаждающей среде проводятся при соблюдении требований к мерам защиты работников от охлаждения. Лиц, приступающих к работе на холоде, следует проинформировать о его влиянии на организм и мерах предупреждения охлаждения.

Охлаждение работающих на открытом воздухе зависит от комплекса факторов: температуры воздуха, скорости ветра, теплозащитных показателей спецодежды и других средств индивидуальной защиты и продолжительности пребывания на открытом воздухе.

Предельные величины температуры и скорости ветра, при которых работы на открытом воздухе должны быть прекращены, устанавливаются для каждого района работы.

При эквивалентной температуре ниже минус 45°C или скорости ветра более 15 м/с при любой отрицательной температуре, выполнение работ на открытом воздухе следует прекращать. В случае необходимости производства работ при более низкой эквивалентной температуре следует предусматривать использование специальных средств защиты, предупреждающих охлаждение организма работающих ниже предельных значений.

Для нормализации теплового состояния и предупреждения переохлаждения организма необходимо проводить, обогрев работающих.

Режим обогрева, частота и длительность представляемых регламентированных перерывов устанавливаются в зависимости от эквивалентной температуры и тяжести труда.

Для обогрева и отдыха работающих в зоне производства строительно-монтажных работ устанавливаются специально оборудованные мобильные вагоны-дома или другие помещения контейнерного типа. Помещения для обогрева должны размещаться на расстоянии не более 75 м от максимально удаленных рабочих мест.

В помещениях для обогрева должна поддерживаться температура на уровне $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ в зависимости от эквивалентной температуры на открытой местности, скорость движения воздуха не должна превышать 0,3 м/с, относительная влажность 40 – 60%. При этом перепад температур воздуха по вертикали не должен превышать 5°C , а температура поверхности стен опускаться ниже $+20^{\circ}\text{C}$. При эквивалентной температуре до минус 25°C

обогрев должен осуществляться при температуре воздуха в помещении плюс 24 – 25° С. При эквивалентной температуре ниже минус 25° С в помещении следует поддерживать температуру плюс 25 – 26° С.

Обогрев работающих должен проводиться при снятой верхней одежде и обуви. В пунктах для обогрева рекомендуется оборудовать устройства для быстрого согревания рук и ног (столы с обогреваемыми ячейками для рук, обогреваемые ящики-подставки для ног) с возможностью регулирования в них температуры от +30 до +45° С, а также устройства для быстрого прогрева (просушки) рукавиц, головных уборов, верхней одежды и обуви. В помещениях для обогрева следует предусмотреть возможность приготовления и хранения горячих напитков (чай, кофе).

Для защиты от холода работающим должна выдаваться теплая спецодежда и спецобувь с учетом профессии и климатического пояса, в котором ведутся работы. Для улучшения защиты рук от холода рекомендуется при температуре ниже +5° С поддевать под защитные рукавицы шерстяные перчатки, а при понижении температуры ниже –20° С меховые рукавицы. Для защиты ног от переохлаждения следует применять утепленную обувь. Рекомендуется валяная обувь с утолщенной подошвой, либо кожаная обувь с влагозащитной пропиткой, вкладышем-утеплителем и вкладной утепленной стелькой. Для защиты ног рекомендуется также одевать две пары шерстяных носок разного размера. Для защиты открытых участков кожных покровов рекомендуется применять жировые вещества, типа гусиного жира.

Работы в условиях нагревающего микроклимата следует проводить при соблюдении мер профилактики перегревания. В целях профилактики перегревания работников при температуре воздуха выше допустимых величин, время пребывания на этих рабочих местах следует ограничить величинами, указанными в таблице 24

Таблица 24 – Оптимальное время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин [17]

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более при категориях работ, ч		
	Ia – Ib	IIa – IIб	III
32,5	1	–	–
32,0	2	–	–
31,5	2,5	1	–
31,0	3	2	–
30,5	4	2,5	–
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	–	7	5,5
27,0	–	8	6
26,5	–	–	7
26,0	–	–	8

Время непрерывного пребывания на рабочем месте, указанное в таблице 3, для лиц, не адаптированных к нагревающему микроклимату (вновь поступившие на работу, временно прервавшие работу по причине отпуска, болезни и др.), сокращается на 5 минут, а продолжительность отдыха увеличивается на 5 минут.

Для оптимального водообеспечения работающих целесообразно размещать устройства питьевого водоснабжения (установки газированной воды - сатураторы, питьевые фонтанчики, бачки и т.п.) максимально приближенными к рабочим местам, обеспечивая к ним свободный доступ.

Для восполнения дефицита жидкости целесообразно предусматривать выдачу работающим чая, минеральной щелочной воды, клюквенного морса, молочнокислых напитков (обезжиренное молоко, пахта, молочная сыворотка),

отваров из сухофруктов при соблюдении санитарных норм и правил их изготовления, хранения и реализации.

Для повышения эффективности возмещения дефицита витаминов, солей, микроэлементов, применяемые напитки следует менять. Не следует ограничивать работников в общем количестве потребляемой жидкости, но объем однократного приема регламентируется (один стакан). Наиболее оптимальной является температура жидкости, равная 12-15°C [17].

Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны.

Контроль воздушной среды должен проводиться:

- с периодичностью 1 раз в 30 мин;
- по первому требованию ответственного лица за проведение работ;
- по первому требованию исполнителей работ по наряду-допуску;
- после перерыва в работе.

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при зачистке резервуара от донных отложений посредством газоанализаторов АНТ-3, АНТ-3м, Колион-1. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м³.

Уменьшение неблагоприятного воздействия запыленности воздуха достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны.

Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РП-КМ и др.), защитных очках и комбинезонах. [18].

5.2.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Опасный производственный фактор – фактор производственной среды и (или) трудового процесса, воздействие которого в определенных условиях на организм работающего может привести к травме, в том числе смертельной [18].

Пожарная и взрывная безопасность

В процессе хранения нефти в резервуаре, углеводороды, входящие в состав нефтяных паров при взаимодействии с воздухом, образуют взрывоопасную смесь. Одна из причин образования паровоздушных смесей – это утечки через фланцевые соединения приемо-раздаточных патрубков резервуара.

Нефть относится к категории и группе взрывоопасных смесей - ПА–ТЗ, где ПА – категория смеси, соответствующая промышленным парам нефти, ТЗ– группа, соответствующая температуре самовоспламенения свыше 200°С до 300°С.

Резервуарный парк относится:

- к категории «А» по взрыво- и пожароопасности;
- к классу взрывоопасности «В-1а»;
- к категории молниезащиты «II».

С целью обеспечения взрыво- и пожаробезопасности в резервуарных парках для паров углеводородов установлена предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация ПДВК = 2100мг/м³.

Методы устранения причин взрывов и пожаров в резервуарном парке.

Организационные меры:

- выполнение требований проекта производственных работ и наряда-допуска;
- обучение и разработку планов эвакуации людей в случае пожара;

Технические меры:

- обеспечение места проведения огневых работ первичными средствами пожаротушения (огнетушитель ОП-50 – 2шт., асбестовое полотно 2х1,5 -2шт, ящик с песком – не менее 1,5м³, багор и т.д.);
- обеспечение на месте проведения огневых работ пожарного хода [19].

Повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов

Сварка, применяемая при капитальном ремонте резервуара, наплавка и резка открытой и полузакрытой электрической дугой являются работами повышенной опасности. Места производства электросварочных и газопламенных работ при отсутствии несгораемого защитного настила, защищенного несгораемым материалом, должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и оборудования (газогенераторов, газовых баллонов и т.п.) – не менее 10 м. При резке элементов конструкций резервуара должны быть приняты меры против случайного обрушения отрезанных элементов. При сварке на открытом воздухе следует ставить ограждения в случае одновременной работы нескольких сварщиков вблизи друг от друга и на участках интенсивного движения людей. Сварочные работы на открытом воздухе во время дождя, снегопада должны быть прекращены [20].

Для максимальной защиты лица и глаз используются щитки по ГОСТ 12.4.035-78 со светофильтром по ГОСТ 12.4.080-79, покровным стеклом по ГОСТ 111-78. Сварщик должен обеспечиваться брезентовым или комбинированным комбинезоном, надежно защищающим от искр и брызг расплавленного металла, механических воздействий, влаги, вредных излучений. Одежда, предназначенная для рук, — это краги, предохраняющие руки от электрического напряжения, искр и горячего металла, а также защитная каска, респиратор или противогаз, строительный пояс, наушники, ручные захваты, налокотники и наколенники. При сварочных работах внутри

резервуара электросварщик должен обеспечиваться диэлектрическими перчатками, галошами и ковриками [21].

Повышенное значение напряжения в электрической цепи

Электронасыщенность современного проведения капитального ремонта резервуара формирует электрическую опасность, источником которой могут быть электрические сети, электрифицированное оборудование и инструменты, работающие с помощью электричества.

Поражение человека электрическим током может произойти при прикосновениях: к токоведущим частям, находящимся под напряжением; отключенным токоведущим частям, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения; к металлическим нетокведущим частям электроустановок после перехода на них напряжения с токоведущих частей. Кроме того, возможно электропоражение напряжением шага при нахождении человека в зоне растекания тока на землю, электрической дугой в установках с напряжением более 1000 В; при приближении к частям, находящимся под напряжением, на недопустимо малое расстояние, зависящее от значения высокого напряжения [16].

Согласно ГОСТ ИЕС 61140-2012 для максимальной защиты персонала от поражения током необходимо предпринимать следующие меры:

- применять исправные изолированные и исправные инструменты;
- изолировать токоведущие части оборудования;
- заземлять точки источника питания или искусственной нейтральной точки;
- применять перчатки, не проводящие токи, диэлектрическую обувь (боты, галоши), диэлектрические дорожки и коврики; изолирующие поверхности — подставки, изготовленные из резины;
- устанавливать знаки предостережения в местах повышенной опасности.

Движущиеся машины и механизмы

При ремонте резервуара применяются различные виды машин и механизмов, такие как краны, грузоподъемники, лебедки и т.д. Поэтому увеличивается вероятность получения травм при движении различных механизмов. Скорость движения автотранспорта, по строительной площадке и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например двуручное управление), предотвращающие травмирование рабочего персонала.

Перемещение, установка и работа машин вблизи выемок, траншей и котлованов разрешается только за пределами призмы обрушения грунта.

Также необходимо соблюдать технику безопасности при работе оборудования, машин и механизмов, а их эксплуатацию должны выполнять только лица, имеющие на это право.

К средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные;
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности [22].

5.3 Экологическая безопасность

Согласно РД 51-1-96 при разработке проектной, прединвестиционной документации по технологическому объекту повышенной опасности необходимо ознакомиться и составить аналитическую документацию, характеризующую воздействие данного объекта на окружающую среду.

Экологический мониторинг в период ремонта резервуаров организуется с целью получения достоверной информации об экологическом состоянии окружающей среды, на которую оказывается воздействие в ходе выполнения строительно-монтажных работ. В задачи мониторинга в период ремонта РВС входят:

- осуществление регулярных наблюдений за техногенным воздействием производственного объекта на компоненты природной среды;
- осуществление регулярных наблюдений за состоянием компонентов природной среды и оценка их изменения;
- анализ и обработка полученных в процессе мониторинга данных.

Результаты экологического мониторинга используются в целях контроля за соблюдением проектных решений при производстве строительных работ, а также за реализацией и эффективностью предусмотренных проектом природоохранных мероприятий, направленных на снижение или ликвидацию отрицательного антропогенного воздействия на природную среду в процессе ремонта, на сохранение и рациональное использование природных ресурсов.

Воздействие на литосферу

В процессе проведения ремонта РВС воздействие на литосферу характеризуется загрязнением почвы производственными отходами, применяемыми при тех или иных технологических процессах.

При ремонте резервуаров образуются следующие виды отходов:

- шлам от зачистки резервуаров для хранения нефтепродуктов;

- отработанные обтирочные материалы (ветошь);
- огарки сварочных электродов;
- окалина, сварочный шлак;
- твердые отходы при очистке конструкций резервуара от ржавчины и старых лакокрасочных покрытий;
- вода после гидравлического испытания;
- твердые бытовые отходы.

В целях снижения уровня загрязнения литосферы выбросами углеводородов при ремонте резервуаров осуществляют мероприятия по сокращению потерь нефти (нефтепродуктов) из резервуаров.

Для снижения негативных экологических последствий, возникающих при ремонте резервуаров, которые влияют на почвенно-растительный покров должны быть предусмотрены мероприятия:

- сбор твердых отходов в контейнеры-накопители;
- сооружение подъездных дорог в каре резервуара с покрытием железобетонными дорожными плитами в местах переездов через подземные технологические нефтепроводы и инженерные коммуникации;
- складирование плодородного слоя почвы для последующего его использования при рекультивации нарушенных земель;
- сокращение количества потерь отходов материалов, образующихся при сварочно-монтажных работах;
- сбор кварцевого песка (отработанного);
- сбор отходов ржавчины металла и старого лакокрасочного покрытия;
- утилизация промышленных и бытовых отходов.

Приказом, назначается лицо, ответственное за сбор, временное хранение и организацию своевременного вывоза отходов, образующихся в результате проведения работ.

На участке должен проводиться постоянный контроль за состоянием рабочих емкостей и контейнеров с отходами. Места временного хранения и накопления отходов должны соответствовать требованиям техники безопасности, санитарно-гигиеническим нормам.

Места сбора и накопления отходов должны быть оборудованы углекислотными огнетушителями, ящиками с песком, лопатой, войлоком, кошмой или асбестом [23].

Воздействие на атмосферу

Загрязняющие атмосферный воздух вещества могут образовываться при проведении нижеперечисленных работах на резервуарах:

- при монтаже или ремонте конструкций резервуара, связанного с электродуговой сваркой, пескоструйной очисткой металлической поверхности резервуара под нанесение защитного антикоррозионного покрытия;
- при обезжиривании металлической поверхности конструкций резервуара протиркой уайт-спиритом;
- при окраске поверхности металлических конструкций эмалевыми красками;
- при работе двигателей транспортной, строительно-монтажной техники.

Наибольшее воздействие на атмосферу представляют различные машины, используемые при ремонте резервуара. Второстепенное воздействие оказывают сварочные работы, работы по резке металла, покрытие резервуаров от коррозии. При работе различных частей машин и механизмов выделяются оксиды углерода, оксиды азота, диоксиды сера, керосин, углерод. При сварочных работах выделяется сварочный аэрозоль, в состав которого входят: оксид железа, марганец и его соединения, пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния, фтористые газообразные соединения, оксид азота (IV),

оксид углерода. Для защиты резервуара от коррозии используются импортные покрывные материалы. Чаще всего покрытие осуществляется методом распыления, что чревато выделением аэрозоля краски. Для снижения уровня загрязнения необходимо:

- использование экологически безопасных источников энергии;
- использование безотходной технологии производства;
- борьба с выхлопными газами автомобилей [24].

Воздействие на гидросферу

В процессе проведения ремонта резервуара, появляется большое количество отходов производства. Утилизация таких отходов должна быть осуществлена только в специально предназначенные для этого места. Не допускается сброс отходов в водные источники, во избежание загрязнений водного ресурса для того, чтобы воздействие при ремонте резервуара было минимальным необходимо проводить следующие мероприятия: все горюче-смазочные материалы должны быть слиты в отведенные для этого места; промышленные и бытовые отходы должны быть утилизированы в отведенные для этого места; вывоз отходов должен быть санкционированным и своевременным; мойку и ремонт машин, применяемых при ремонте резервуара необходимо осуществлять только в отведенных для этого местах[25].

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности

людей. Под источником чрезвычайной ситуации понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация [26].

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в процессе эксплуатации резервуаров по различным причинам:

- по причине техногенного характера;
- попадание в резервуар молнии;
- лесные пожары.

Аварии в резервуарном парке могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. Основными причинами возникновения аварий являются: коррозионные разрушения, малые и большие дыхания, перепады температур, вакуум, неверное техническое обслуживание, отказ приборов контроля и сигнализирования, факторы внешнего воздействия (молнии, ураганы и прочее).

Для предупреждения попадания молний в резервуар с нефтью необходимо устанавливать молниеотводы, корпус резервуара должен быть заземлён. По периметру резервуара необходимо устанавливать заземлители через каждые 50 м. Также, заземляют все коммуникации, находящиеся на объекте.

Для защиты резервуарных парков от лесных пожаров необходимо выкорчёвывать деревья и кусты на 25 м от территории резервуарного парка.

При переливе нефтепродукта из резервуара ответственному смены следует остановить заполнение резервуара, вызвать пожарную охрану, известить своего или вышестоящего руководителя, соблюдая меры безопасности, приступить к ликвидации аварии.

При разработке мероприятий по предупреждению ЧС предусматриваются:

- проведение инженерных изысканий с целью оценки частоты и интенсивности проявлений опасных природных процессов, и установление категории их опасности;
- мероприятия по инженерной защите территории объекта, зданий и т.д. от опасных геологических процессов, затоплений и подтоплений, ветровых и снеговых нагрузок, природных пожаров и т.д.;
- мероприятия по молниезащите;
- создание системы мониторинга опасных природных процессов и оповещения о ЧС природного характера;
- оповещение населения об опасности, его информировании о порядке действий в сложившихся чрезвычайных условиях;
- инженерную защиту населения и территорий;
- соблюдения обслуживающим персоналом правил эксплуатации оборудования;
- совершенствования пожарной защиты и контроль системы пожарной безопасности;
- своевременное обслуживание техники и оборудования [27].

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.5.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.

При проведении ремонта резервуар необходимо вывести из эксплуатации и провести зачистку внутренней его полости. Лица моложе 18

лет и женщины к работе по очистке резервуаров, которые содержали нефтепродукты, не допускаются.

Женщины не допускаются к электросварочным работам, проводимым внутри резервуара.

Продолжительность непрерывной работы в резервуаре в противогазе не должна превышать 15 минут; по истечении этого времени работник должен отдыхать на свежем воздухе не менее 15 мин [28].

Лицам, производившим зачистку внутренней полости резервуара и электросварщикам на основании Постановления Госкомтруда СССР и Президиума ВЦСПС от 25 октября 1974 г. N 298/П-22 "Об утверждении списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день" с изменениями и дополнениями установить продолжительность дополнительного отпуска в размере 12 рабочих дней. Электросварщикам положено выдавать по 0,5 литра молока за смену в соответствии с 222 статьей Трудового Кодекса РФ.

5.5.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

При проведении капитального ремонта резервуара выполняются огневые, газоопасные и работы с повышенной опасностью.

К огневым работам относятся производственные операции, связанные с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температуры, способной вызвать воспламенение материалов и конструкций (электросварка, газосварка, паяльные работы, механическая обработка металла с образованием искр и т.п.) [29].

В местах проведения огневых работ и на площадках, где установлены сварочные агрегаты, трансформаторы, контрольно-измерительные приборы, должны быть обеспечены меры пожарной безопасности:

- полностью устранена возможность проникновения огнеопасных газов и паров нефтепродуктов к месту производства этих работ;
- на расстоянии 15 м от площадки, на которой выполняют огневые работы, и мест установки сварочных агрегатов территория должна быть очищена от мусора, горючих, предметов, различных нефтепродуктов;
- места, где были пролиты нефтепродукты, необходимо засыпать песком или землей слоем не менее 5 см;
- в радиусе 5 м от места проведения огневых работ не должно быть сухой травы.

При выполнении ремонтно-монтажных работ огневые работы разрешается проводить не ближе 20 м от резервуарных парков и отдельно стоящих резервуаров с нефтепродуктами.

При проведении газосварочных работ баллоны с кислородом необходимо устанавливать от места сварки на расстоянии не менее 10 м, от ацетиленового генератора — не менее 5 м. Расстояние от горелок до отдельных баллонов с кислородом и горючими газами должно быть не менее 5 м. На месте газосварочных работ разрешается иметь не более двух закрепленных баллонов с кислородом.

При кислородной резке бачок с горючим должен находиться не ближе 5 м от баллонов с кислородом и от источников открытого огня и не ближе 3 м от рабочего места резчика. При этом бачок должен быть расположен так,

чтобы на него не попадали пламя и искры при работе. Место заправки от места выполнения огневых работ и открытых источников огня должно быть расположено не ближе 20 м. Хранение запаса горючего допускается в

количестве не более сменной потребности. Горючее необходимо хранить в исправной, небьющейся, плотно закрывающейся специальной таре [30].

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был усовершенствован технологический процесс ремонта нижнего пояса РВС объемом 20000м³ для приемки, хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов, с заменой способа сварки на более производительный.

Также при разработке технологий ремонта были учтены все металлургические и технологические характеристики высокопрочной стали 16Г2АФ.

Также в результате работы были подобраны сварочные материалы, рассчитаны режимы сварки и произведен выбор сварочного оборудования.

В экономической части проведен анализ эффективности различных способов сварки для ремонта нижнего пояса стенки резервуара. С точки зрения ресурсоэффективности наиболее экономически выгодным является применение механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом.

Проведен анализ вредных и опасных ситуаций на производстве. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения.

Список используемых источников

1. Лебедев Г.К., Колесников В.Г., Зиканов Г.Е. Правила технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту: утверждены Госкомнефтепродуктом СССР 26.12.86 / Государственный комитет СССР по обеспечению нефтепродуктами; Недра, 1988. — 268 с;
2. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали: учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1985. – 408с;
3. РД-25.160.10-КТН-015-15 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Сварка при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров/ Часть 1. Технологии сварочно-монтажных работ. – М: Руководящий документ, 2014. – 219 с;
4. РД-25.160.10-КТН-050-06 Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров. – М: Руководящий документ, 2005. – 372 с;
5. В.А. Фролов, В.Р. Петренко, А.В. Пешков, А.Б. Коломенский, В.А. Казаков ; под ред. проф. В.А. Фролова Технология сварки плавлением и термической резки металлов : учебное пособие — М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2014. — 448 с;
6. РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;
7. Дедюх Р. И. Расчёт режимов дуговой сварки. – Томск: Изд-во ТПУ, 1983. – 18 с.
8. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4- х т./ Под. ред. А.И. Акулова и др. - М: Машиностроение, 1978.
9. Трущенко Е. А. Расчет режимов дуговой сварки. – Томск: Методические указания. 2005. – 27с;

10. РД 25.160.10-КТН-001-12 «Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров».
11. ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Термины и определения».
12. ГОСТ 12.1.046-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Строительство. Нормы освещения строительных площадок».
13. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности».
14. ГОСТ 12.1.029-80 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация».
15. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
16. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.]. — 5-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2009. — 335 с.: ил. — Для высших учебных заведений. — Безопасность жизнедеятельности. — Библиогр.: с. 333.
17. СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ»
18. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
19. СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
20. Строительные нормы и правила СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».
21. ГОСТ 12.3.003-86 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности (с изменением 1)».
22. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».
23. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и

санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» .

24. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».

25. ГОСТ 17.1.3.13-86 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения».

26. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения».

27. РД 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз».

28. Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2016. – 72 с.

29. РД 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных, взрывопожароопасных объектах».

30. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ФЮРА 02190.001

1

1

ТПУ ИШНКБ

ФЮРА 02190.001

Ремонт нижнего пояса стенки резервуара

У

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

Доцент ОЭИ

____ Першина А.А.

«__» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДЕНО

Доцент ОЭИ

____ Першина А.А.

«__» _____ 20__ г.

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
на процесс ремонта нижнего пояса стенки резервуара

ПРОКОНТРОЛИРОВАНО

Доцент ОЭИ

____ Першина А.А.

«__» _____ 20__ г.

РАЗРАБОТАНО

Студент ИШНКБ

____ Ведерников И.С.

«__» _____ 20__ г.

ТЛ

Титульный лист

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

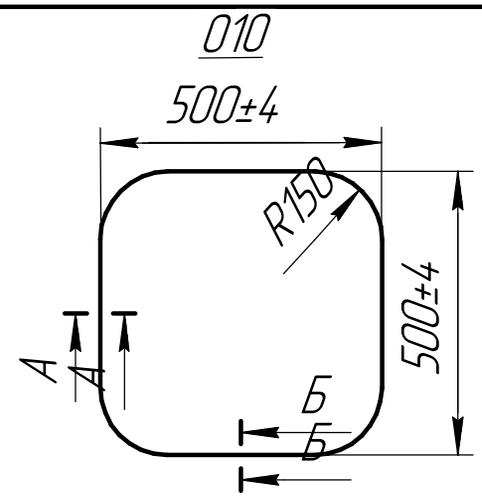
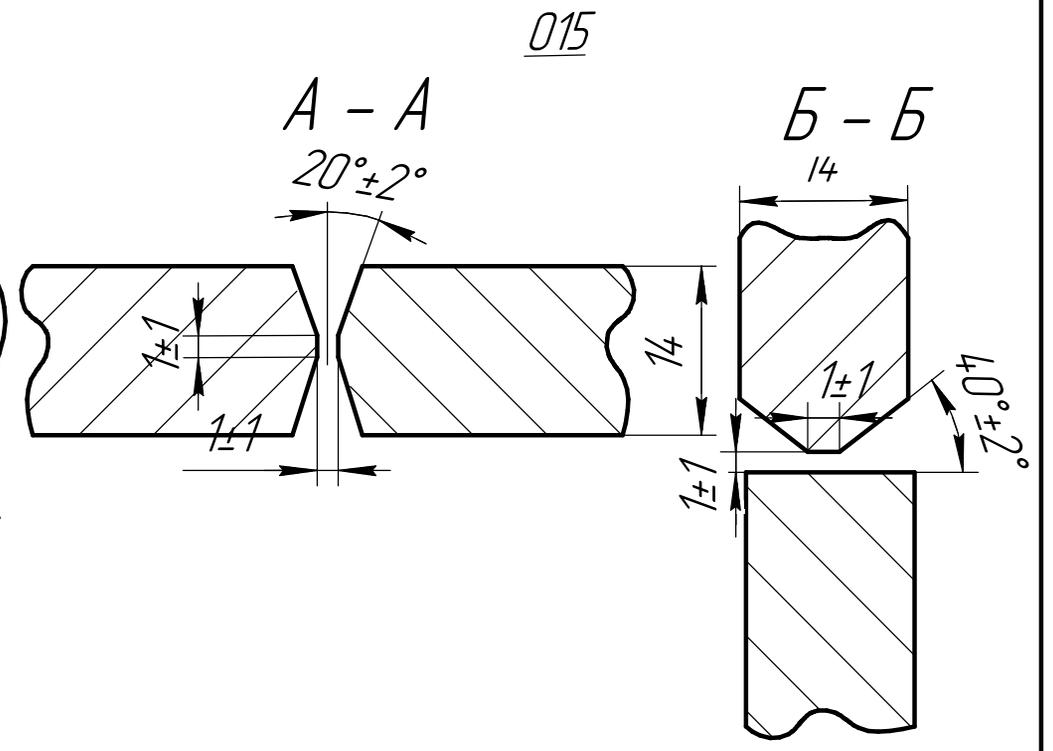
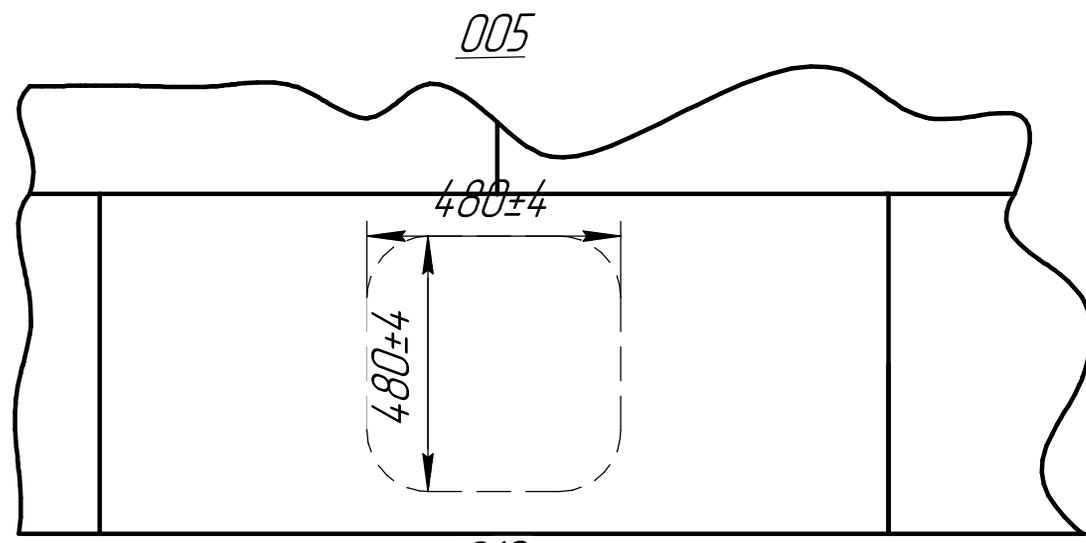
ФЮРА 02190.001 2 1

Разраб.	Ведерников И.С.		
Проверил	Першина А.А.		

ТПУ ИШНКУБ

ФЮРА 20190.001

Н. контр. Першина А.А. Ремонт нижнего пояса стенки резервуара У



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.001

2

2

Разраб. Ведерников И.Л.
 Проверил Першина А.А.

ТПУ ИШНКУБ

ФЮРА 20190.002

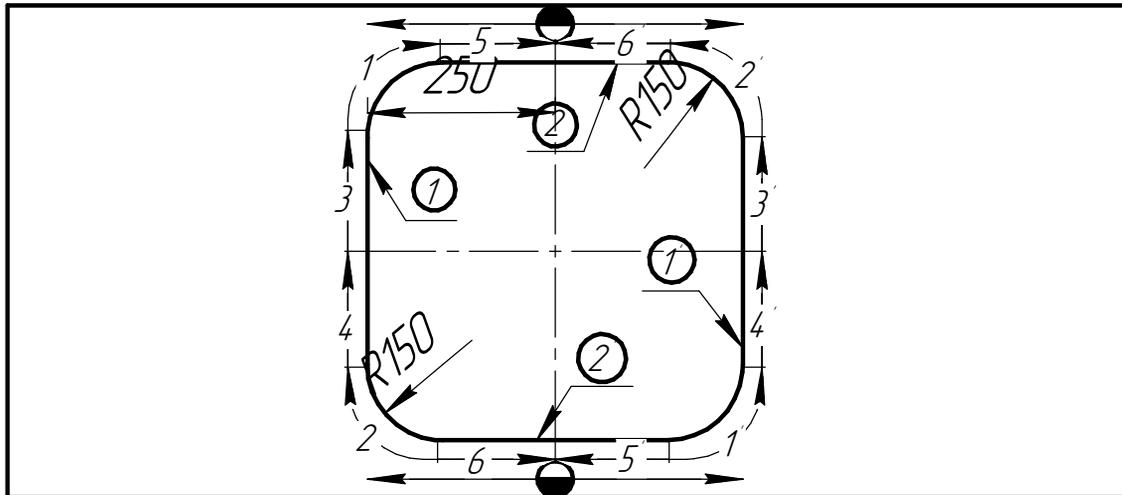
Н. контр. Першина А.А.

Ремонт нижнего пояса стенки резервуара

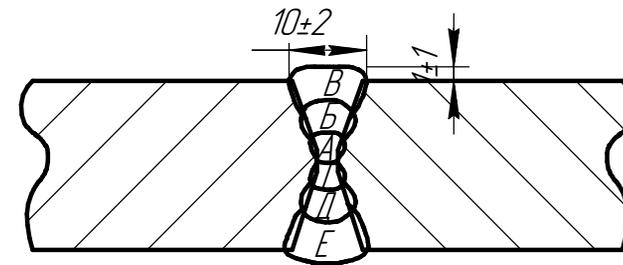
У

от центра до края

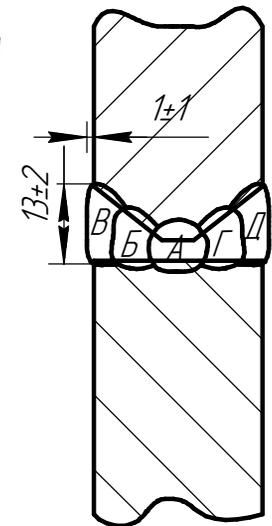
035



A - A



Б - Б



Примечание 1:

Сварку выполняют 2 сварщика в диаметрально противоположных краях

① - Номер шва и последовательность сборки

1(1) - 6(6') - порядок сварки участков шва

● - общее направление сварки и размещение сварщиков

Примечание 2:

А, Б, В, Г, Д, Е - сварочный шов