

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологии капитального ремонта резервуара вертикального стального типа РВС 5000 м³ для хранения мазута

УДК 621.642.3-049.32

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A82	Набиев Д.Д.		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Планируемые результаты обучения по ООП

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

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

Студент гр. 10А82
Руководитель ВКР

Набиев Д.Д.
Ильященко Д.П.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. ФЮРА.РВС500.116.00.000 СБ Резервуар РВС 5000 м ³ (А1) 2. ФЮРА.000001.116.00.000 СБ Днище (А1). 3. ФЮРА.000002.116 ЛП План монтажной площадки (А1). 4. ФЮРА.000003.116 ЛП Основные технико-экономические (А1).
---	--

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

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Набиев Д.Д.		25.01.2022

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

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

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

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

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2022	1. Обзор и анализ литературы.	15
25.02.2022	2. Объект и методы исследования.	15
25.03.2022	3. Разработка технологического процесса.	20
25.04.2022	4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений.	15
25.05.2022	5. Проектирование участка сборки-сварки.	15
25.05.2022	6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	10
25.05.2022	7. Социальная ответственность.	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A82	Набиев Д.Д.		25.01.2022 г.

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

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А82	Набиев Далер Давронбегович

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

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР):	
<i>Материально-технических</i>	11741561,25 руб
<i>Энергетических</i>	1077015,24 руб
<i>Человеческих</i>	14913,68 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов:	
<i>Металл</i>	20274 кг
<i>Сварочные материалы</i>	286675 кг
<i>Используемая система налогообложения</i>	Общая
<i>Ставка налогов</i>	13%
<i>Ставка отчисления</i>	30%
3. Расчет количества приведенных затрат	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2022

Задание выдал:

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

Консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Набиев Д.Д.		25.01.2022 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A82	Набиев Д.Д.

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка ремонта котла на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	к.т.н.		03.02.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А82	Набиев Д.Д.		03.02.2022 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 166 с., 18 рисунков, 22 таблицы, 46 источников, 13 приложений, 4 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, режимы сварки, капитальный ремонт, сварочное оборудование, стойка, сварная конструкция, окрайка, промышленная безопасность, себестоимость.

Объектом разработки является процесс капитального ремонта резервуара РВС 5000 м³.

Целью работы является разработка технологии капитального ремонта резервуара вертикального.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, описание марки стали, выбор метода сварки, выбор сварочных материалов, нормирование операций, составление технологических карт.

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

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики резервуара: габаритные размеры 20920x16200 мм, масса 92900 кг., материал сталь С345 ГОСТ 27772 (09Г2С).

Область применения: Транспортировка нефтяной продукции.

Значимость работы: в процессе выполнения выпускной квалификационной работы для сварки резервуара применена сварка под слоем флюса, данное нововведение позволило сократить время изготовления резервуара и увеличить производительность труда.

Abstract

*Final qualifying work 166 p., 18 figures, 22 tables,
46 sources, 13 appendices, 4 liters of graphic material.*

*Keywords: fusion welding, welding modes, overhaul, welding equipment,
rack, welded structure, painting, industrial safety, cost.*

*The object of the development is the process of overhaul of the 5000 m³ RVS
tank.*

*The purpose of the work is to develop the technology of overhaul of the
vertical tank.*

*In the course of the work, the study of the component parts of the product, the
description of the steel grade, the choice of welding method, the choice of welding
materials, the rationing of operations, the compilation of technological maps were
carried out.*

*As a result of the work, welding modes were calculated, welding equipment
was selected, assembly and welding operations were normalized. The number of
reduced costs is calculated.*

*The main structural, technological and technical and operational
characteristics of the tank: overall dimensions 20920x16200 mm, weight 92900 kg.,
material steel C345 GOST 27772 (09G2S).*

Scope of application: Transportation of petroleum products.

*Significance of the work: in the process of completing the final qualification
work, welding under a layer of flux was applied to weld the tank, this innovation
allowed to reduce the time of manufacturing the tank and increase labor productivit*

Содержания

Введение	19
1 Обзор и анализ литературы	21
1.1 Ремонт конструкций резервуаров	21
1.2 Техническое диагностирование резервуаров.....	23
1.2.1 Цель технического диагностирования.....	23
1.2.2 Система контроля технического состояния резервуара	24
1.2.3 Периодичность проведения технического диагностирования.....	24
1.2.4 Требования к организации работ	25
1.2.5 Оценка технического состояния резервуара.....	26
1.2.6 Заключение технического диагностирования	27
1.3 Патентные способы ремонта резервуара.....	28
1.3.1 Способ ремонта основания стальных резервуаров и виброрейка для его осуществления.....	28
1.3.2 Устройство для ремонта вертикальной стенки стального рулонированного резервуара.....	29
2 Объект и методы исследования.....	31
2.1 Описание объекта капитального ремонта	31
2.2 Требования НД по ремонту предъявляемой к конструкции	33
2.3 Подготовка к ремонту вертикальных резервуаров.....	39
2.3.1 Ремонт или замена днища.....	40
2.3.2 Ремонт основания резервуара.....	40
2.3.3 Ремонт корпуса резервуара.....	41
2.3.4 Требования к оформлению документации.....	43
2.4 Требования к контролю.....	44
2.4.1 Контроль качества ремонтных работ, приемка РВС после ремонта.....	44
2.4.2 Контроль сварных швов физическими методами	46
2.5 Методы проектирования	47
2.6 Постановка задачи	48

3	Прочностной расчет стенки резервуара на необходимость замены участков	49
3.1	Расчет минимальной толщины стенки РВС-5000 м ³	49
3.2	Проверочный расчет на прочность стенки резервуара	50
4	Разработка технологического процесса ремонта резервуара.....	52
4.1	Предлагаемая технология ремонта	52
4.2	Общая характеристика и назначение, состав и свойства стали.....	58
4.3	Вырезка дефектных участков	61
4.4	Обоснование и выбор способа сварки	63
4.5	Выбор сварочных материалов	64
4.6	Расчет технологических режимов	65
4.7	Выбор основного оборудования.....	69
4.8	Контроль качества ремонтных работ, приемка РВС после ремонта.....	71
5.	Оборудование, механизмы и материалы для ремонта резервуаров	77
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	80
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	80
6.2	Экономический анализ монтажа	80
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды.....	81
6.2.2	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления ..	82
6.2.3	Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	83
6.2.4	Расчет себестоимости единицы продукции	83
6.2.5	Определение затрат на металл.....	83
6.2.6	Определение затрат на сварочные материалы.....	84
6.2.7	Определение затрат на заработную плату.....	85
6.2.8	Определение затрат на силовую электроэнергию	85
6.2.9	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.....	86
6.3	Расчет технико-экономической эффективности.....	88
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	88
7	Социальная ответственность	90
7.1	Описание рабочего места.....	90
7.2	Законодательные и нормативные документы.....	90

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	92
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	95
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	95
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	102
7.5 Охрана окружающей среды	103
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	103
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	105
Заключение	107
Библиография.....	108
(рекомендуемое).....	Ошибка! Закладка не определена.

Приложения А (Приспособления сборочные)	113
Приложение Б (Сборка и сварка соединения С7 S=8)	119
Приложение В (Сборка и сварка соединения Н1 катет 5)	124
Приложение Г (Сборка и сварка соединения Н1 катет 6)	128
Приложение Д (Сборка и сварка соединения С5)	133
Приложение Е (Сборка и сварка соединения Т3 катет 10)	137
Приложение Ж (Сборка и сварка соединения С7 S=11)	141
Приложение З (Сборка и сварка соединения С4 S=7)	146
Приложение И (Сборка и сварка соединения С7 S=7)	151
Приложение К (Сборка и сварка соединения Т3 катет 5)	156
Приложение Л (Сборка и сварка соединения Н1 катет 3)	161
Приложение М (Сборка и сварка соединения Т1 катет 5)	165
Диск CD-R	в конверте на обложке

ФЮРА.РВС500.116.00.000 СБ Резервуар РВС 5000 м³

Формат А1

ФЮРА.000001.116.00.000 СБ Днище

Формат А1

ФЮРА.000002.116 ЛП План монтажной площадки

Формат А1

ФЮРА.000003.116 ЛП Основные технико-экономические
показатели

Формат А1

Обозначения и сокращения

ПВТ – процесс обнаружения течей. НК – неразрушающий контроль.

ВИК – визуальный и измерительный контроль. РК – радиографический контроль.

ПВК – Капиллярная дефектоскопи.

ОСН – остаточные сварочные напряжения.

Опасный производственный объект – это производственный объект с особыми условиями эксплуатации оборудования и техники безопасности признанный по приказу федеральной службы по экологическому, технологическому надзору «Об утверждении требований к регистрации объектов в государственном реестре и ведению государственного реестра опасных производственных объектов, формы свидетельства о регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов» №471 от «30» ноября 2020 г.

Введение

В настоящее время надежность и эффективность работы резервуаров обеспечивается благодаря своевременному и оперативному техническому обследованию, а также качественному проведению ремонтных работ. Это позволяет не допустить аварийных ситуаций, которые могут оказать негативное влияние на окружающую среду, безопасность окружающих, а также на рабочий процесс. Аварийные ситуации на производстве могут повлиять и на финансовую стабильность предприятия.

Наличие в резервуарах жёстких сварных соединений и снижение пластичных свойств металла при отрицательных температурах вызывает значительные внутренние напряжения и создаёт условия, исключаящие возможность их перераспределения. В связи с тем, что большинство резервуаров находятся в уличной эксплуатации подвержены воздействию разных климатических условий, непосредственно влияющих на ослабление металла и разрушению защитных поверхностных слоев резервуара, эти и ряд других причин, таких как коррозия снижают эксплуатационную надежность резервуара, иногда приводят к его разрушению.

Периодическое обследование и комплексная дефектоскопия позволяют своевременно выявлять дефекты, которые были допущены при изготовлении, сооружении резервуаров, а также появившиеся в процессе эксплуатации. Диагностика резервуара заключается в выполнении комплекса мероприятий по техническому обследованию, дефектоскопии и обработки полученной информации, составлению заключения о техническом состоянии резервуара и выдачи рекомендаций по дальнейшему его использованию. Чем более надёжно оборудование и меньше его отказов, тем меньше простоев в работе транспорта нефти и нефтепродуктов, аварий с его разливом и других вредных для предприятий и окружающей среды последствий. В данном проекте, в технологической его части, рассматривается капитальный ремонт резервуара объемом 5000 м³.

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной с конической крышей 5000 м³. В настоящее время все ремонтные работы выполняются ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, в данной работе предлагается использовать механизированную сварку в среде защитных газов, которая обладает рядом преимуществ по сравнению с ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

Цель работы – усовершенствование технологии ремонта днища резервуара вертикального стального объемом 5000 м³.

Для реализации необходимо решить следующие задачи:

- выбрать наиболее производительный способ сварки;
- подобрать сварочные материалы;
- произвести расчет режимов сварки;
- выбрать необходимое сварочное оборудование;

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Ремонт конструкций резервуаров

Резервуары относятся к конструкциям, работающим в сложно деформированном состоянии. Напряженно-деформированное состояние конструктивных элементов стальных вертикальных резервуаров вызывается как действием гидростатической нагрузки, так и неравномерными осадками основания. Как известно, при длительной эксплуатации резервуаров появляется осадка основания, которая, как правило, бывает неравномерной по периметру и по площади днища. Это объясняется разной степенью уплотненности искусственного основания или разной влажностью грунта и температурного режима оттаивания грунта с южной и северной сторон, неравномерностью нагрузки в средней части основания (гидростатическая нагрузка составляет 0,10-0,12 МПа) и по периметру резервуара (нагрузка от массы стенки и кровли достигает 1 МПа).

Большая неравномерность осадки между периферийной и центральной частями днища, а также между отдельными участками периферии вызывает дополнительные деформации и соответствующие напряжения, которые в сочетании с рабочими напряжениями от эксплуатационных нагрузок могут достигать значений расчетного или даже временного сопротивления материала конструкции, что в свою очередь может привести к разрушению [1]. Наиболее часто встречающиеся такие поломки, как:

- трещины в местах сварки, переходящие на основное полотно;
- неровности поверхности дна резервуара;
- нарушение герметичности в местах соединения материалов, поверхности днища и стен;
- деформация формы резервуара, появление вмятин и складок;
- появление ржавчины на стенках, дне и крышке резервуара;
- повреждение отдельных частей конструктивных элементов

резервуара;

– изменение формы днища резервуара по всей площади.

Ремонт и устранение всех неполадок проходит в соответствии с требованиями по эксплуатации резервуаров, и осуществляется в следующих направлениях:

1) техническое обследование - плановая проверка всех швов, стыков и соединений внутри резервуара, мест примыкания арматуры к резервуару, проверка работы технического оборудования, обнаружение возможной деформации дна резервуара и появления вмятин или складок, обследование оборудования, для снятия статического электричества.

2) текущий ремонт - обслуживание работы резервуара по графику, плановые зачистки резервуара, ремонт отдельных частей конструкции резервуара (поручней, лестниц), восстановление герметичности резервуара, укрепление швов и мест стыка, ремонт противопожарной системы.

3) капитальный ремонт - смена отдельных частей резервуара на новые (днище, кровля, конструкции опор и креплений), устранение частей, не подлежащих замене, восстановление горизонтали при появлении кренов, укрепление фундамента и грунта, покраска и обработка антикоррозионными составами, тестирование работы всей системы с соблюдением всех требований безопасности и эко логичности.

Выбор метода ремонта резервуаров с использованием сварки зависит от характера и размеров, выявленных в нем дефектов и эксплуатационных повреждений.

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

1.2 Техническое диагностирование резервуаров

1.2.1 Цель технического диагностирования

РВС представляют собой конструкции из металла, которые находятся в сложном напряженно-деформированном пребывании, по мимо этого они подвержены гидростатическому и температурному влиянию, а также нагрузке от осадков, ветра и снега. Это влияет на образование дефектов. Из-за того, что дефекты снижают рабочую способность резервуара, необходимо производить диагностирование и надзор, которые нацелены на своевременное обнаружение неисправностей, которые могут оказаться причиной аварии, таких как [3]:

- допущенные при монтаже сварные дефекты;
- дефекты, произошедшие при заводской сварке;
- используемый металлопрокат, его марка или толщина не соответствуют проекту;
- неравномерная укладка фундамента трубопроводов;
- угловатость вертикальных монтажных швов;
- вмятины или выпучены в конструкции резервуара;
- изменение толщины днища и стенки посредством коррозии;
- режим работы РВС, который не предусмотрен проектом.

Техническое диагностирование РВС должно выявлять потенциальные вероятные проблемы [3]:

- нарушения герметичности резервуара, формы его элементов и геометрических размеров;
- дефекты в сварных соединениях;
- нарушение механических свойств металла и его структуры.

1.2.2 Система контроля технического состояния резервуара

К мероприятиям системы контроля технического состояния относятся:

- проверки резервуара при текущем ремонте и капитальном ремонтах;
- частичное ТД с наружной стороны, не требующей вывода резервуара из эксплуатации;
- полное ТД как снаружи, так и внутри резервуара с выводом его из рабочего режима, с сопутствующими опорожнением, дегазацией и зачисткой.

Системы контроля проводятся также после капитального ремонта; а именно неплановая полная ТД, которая производится в результате выявления дефекта, требующего проведения ремонтных работ, и последствий стихийных бедствий или террористических актов.

Надзор во время эксплуатации и ревизии при ТР и КР осуществляется соответствующими службами предприятия, эксплуатирующего резервуар.

1.2.3 Периодичность проведения технического диагностирования

Последовательность проведения диагностирования резервуара определяет его владелец, основываясь на их техническом состоянии, срока пребывания в рабочем состоянии, типа хранимого продукта.

В первую очередь техническому диагностированию, как правило, подвергаются резервуары [4]:

- в аварийном или послеремонтном состоянии;
- с уменьшившимся уровнем налива или ограниченным сроком эксплуатации, по причине дефекта в металлоконструкции;
- с временно отремонтированными дефектами, например, наклеек из у эпоксидных составов;
- произведённые из кипящей стали и сваренные электродами с меловой обмазкой;
- не имеющие внутренней защиты от коррозии, используемые для

хранения нефтепродуктов с большой коррозионной активностью;

– которые находятся в рабочем состоянии дольше обусловленного проектом срока службы.

Для резервуаров сроком службы до 20 лет рекомендуется проводить частичное и полное ТД 1 раз в 10 лет, после введения в эксплуатацию, ТД или ремонта. В свою очередь для резервуаров сроком службы более 20 лет рекомендуется проводить раз в 5 лет частичное диагностирование и раз в 10 лет полное.

1.2.4 Требования к организации работ

Организация проведения технического диагностирования согласно СА 03-008 - 08 [3] возлагается на владельца резервуаров или эксплуатирующую организацию, которые обязаны представить всю необходимую техническую и технологическую документацию экспертной организации. Подготовка резервуара к обследованию и обеспечение проведения натурного обследования вспомогательными техническими средствами (лестницами, подъёмниками, лесами и др. при необходимости) возлагается на владельца (заказчика).

Резервуар, подлежащий полному ТД, выводится из эксплуатации, с последующим сливом нефтепродукта, дегазацией. Перед проведением диагностирования проводится инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности после чего руководство даёт разрешение на проведение работ. Руководство предприятия обеспечивает свободный доступ к обследуемому резервуару. Качество подготовки поверхностей определяется согласно требованиям используемого метода контроля.

Тепловая изоляция, которая препятствует проведению работ, должна быть частично или полностью удалена, в соответствии с необходимостью.

Техническое диагностирование выполняет экспертная организация, имеющая лицензию на данный вид деятельности, укомплектованная

оборудованием и штатом специалистов, необходимым для проведения ТД. Специалисты обязаны являться аттестованы и выполнять только ту работу, на которую они имеют аттестацию.

Методы и ресурсы контроля, используемые при ТД резервуаров, обязаны позволять точное определение дефектов. Не допускается применение средств диагностики и измерений, не прошедших аттестации, метрологической поверки или калибровки, либо с просроченным свидетельством об аттестации, поверке, калибровке.

После выполнения технического обследования резервуара эксперты составляют первичную документацию, на её основании оформляют решение о дальнейшей эксплуатации резервуара с сопутствующими условиями или необходимости проведения ремонта и вывода резервуара из эксплуатации.

1.2.5 Оценка технического состояния резервуара

Придерживаясь СА 03-008 – 08 [3] «Резервуары вертикальные стальные сварные для нефти и нефтепродуктов. Технического диагностирования и анализ безопасности» и Руководством по безопасности «Рекомендации по техническому диагностированию сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов» проводят оценку тех. состояния резервуара.

Оценка ТС резервуара проводится при присутствии результатов:

- по ознакомлению с документацией;
- внешнего осмотра резервуара;
- наличия программы полного или частичного ТД (типовые программы составляются согласно СА 03-008-08) [3];
- измерения толщин крыши, днища и стенки резервуара, патрубков и люков-лазов;
- контролю сварных соединений на герметичность днища и стенки физическими методами;

- проверки основания и отстойки;
- нивелирования внешнего контура и поверхности днища;
- при необходимости, проверки прочности и химического состава основного материала (металла) и сварных сопряжений;
- при необходимости, проверки на прочность с учётом хрупкого разрушения.

Сведения технологического освидетельствования резервуара, его элементов идут в качестве основания для составления плана ремонта и заключения об способности его последующей эксплуатации.

1.2.6 Заключение технического диагностирования

Все итоги диагностирования должны быть представлены в техническом заключении и приложениях.

Выявленные особенности и дефекты непосредственно фиксируются с указанием расположения, габаритов и других не менее важных данных.

Обозначения, используемые в техническом отчете для описания найденных неисправностей, обязаны отвечать условиям прилагающийся нормативно-технической документации.

Изложение итогов контроля и других материалов графическими документами обязаны прилагаться к ТЗ.

Технический отчёт, составляемый по результатам обследований состояния резервуара обязан содержать в себе:

- информацию о месте расположения объекта, его номер и дату диагностики;
- название организации, фамилии, а также посты, занимаемые исполнителями;
- характеристику резервуара, применяемых материалов и данные о режиме работы и свойствах продукта;
- данные о технологии сварки и материалов, применяемых при ней;

- даты и данные о предыдущих ТД, аварий и ремонтов;
- данные о проектной, реальной толщине стенки, крыши и днища РВС;
- результаты расчётов кольцевых напряжений;
- данные о внешнем осмотре конструкций и сварных соединений;
- данные о измерении отклонений формирующих стен от вертикали;
- данные о выравнивании внешнего контура и нижней поверхности;
- данные о физическом осмотре сварных стыков стен;
- данные о испытании на герметичность сварных соединений днища;
- схематические изображения крыши, снеки и днища с указанными на них местами неисправностей; местами крепления оборудования и д.р.;
- заключения согласно итогам освидетельствования с основными сведениями, определяющими положение единичных элементов или резервуара;
- итоги о состоянии РВС и советы по его дальнейшему эксплуатации.

Оформление ТЗ ратифицируется управляющим компании и имеет подпись исполнителей. После ТЗ прикрепляется к паспорту РВС, а его экземпляр находится в компании, которая проводила ТД.

1.3 Патентные способы ремонта резервуара

1.3.1 Способ ремонта основания стальных резервуаров и виброрейка для его осуществления

Данный способ основан на патенте RU2626504. Изобретение относится к области ремонта и защиты нефтепромыслового оборудования и находит применение в нефтедобывающей и нефтехимической промышленности.

Задача, решаемая изобретением, заключается в обеспечении качественного ремонта основания и гидроизоляционного слоя стальных

резервуаров объемом до 5000 м³, с их подъемом на высоту не менее 400 мм без применения грузоподъемного оборудования.

Способ ремонта заключается в том, что по периметру стенок резервуара приваривают вертикальные ребра жесткости и горизонтальные связи. К нижним торцам вертикальных ребер жесткости приваривают упоры. Изнутри резервуара к днищу приваривают два взаимно перпендикулярных внутренних ребра жесткости. С помощью домкратов резервуар приподнимают и фиксируют в горизонтальном положении, а по центру внутри резервуара устанавливают направляющую стойку из металлической трубы, в которую вставляют центрирующую стойку. На основании по периметру днища резервуара выполняют кольцевую опалубку и заполняют зазор между проектной отметкой днища резервуара и деформированным основанием гидроизолирующим составом, который разравнивают и уплотняют посредством виброрейки.

1.3.2 Устройство для ремонта вертикальной стенки стального рулонированного резервуара

Данный способ основан на патенте RU2553804. Изобретение относится к области ремонта и защиты нефтепромыслового оборудования и находит применение в нефтедобывающей и нефтехимической промышленности.

Изобретение относится к проведению ремонта резервуаров, а конкретно к устройствам для ремонта вертикальной стенки стального рулонированного резервуара, включающим в себя металлическую опору, и может быть использовано при ремонте резервуаров вертикальных стальных как рулонированных, так и листовых.

Изобретение предлагает устройство для ремонта рулонированного РВС, обеспечивающее повышение качества ремонта стенки резервуара за счет предотвращения возникновения хлопунгов в зоне ремонта.

Для достижения этой цели металлическая опора выполнена в виде соединенных между собой вертикальных стоек и горизонтальных балок, собранных в единую силовую раму, адаптированную для установки и закрепления внутри стального рулонированного резервуара, Вертикальные стойки в верхней части резервуара адаптированы для крепления к опорному кольцу стального рулонированного резервуара болтовым соединением, а в нижней части резервуара через стакан, приваренный к краевому листу. Вертикальные стойки адаптированы к выставлению по вертикали с помощью клиньев листа. Металлическая опора дополнительно включает в себя фиксирующие анкера, расположенные по периметру ремонтной зоны перпендикулярно вертикальным стойкам и горизонтальным балкам и адаптированные для закрепления на вертикальной стенке рулонированного резервуара листа. Количество вертикальных стоек и горизонтальных балок выбирается в зависимости от площади ремонтной зоны листа. Металлическая опора дополнительно включает в себя средство перемещения фиксирующих анкеров относительно вертикальных стоек, горизонтальных балок и вертикальной стенки резервуара.

Благодаря данной выгодной характеристике появляется возможность повышения качества ремонта стенки резервуаров, так как становится возможным точно подгонять новые ремонтные листы (марки) в проектное положение вместо удаляемых старых листов, образующих стенки резервуара, тем самым упростив ремонт резервуаров. Действительно, изнутри выгибать наружу загибающиеся внутрь края листов проще.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание объекта капитального ремонта

Резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м³ состоит из плоского днища, поясов стенки и стационарной конической крыши. Плоское днище крупных резервуаров состоит из двух и более монтажных элементов. Допускается монтаж днища из отдельных листов, свариваемых на песчаном основании внахлестку, с одной стороны, а в местах обирания встык на подкладки. Пояса стенки резервуара – это цилиндрический участок стенки, состоящий из листов одной толщины, при этом высота пояса равна ширине одного листа. Коническое покрытие крыши удерживаются по периметру обиранию на стенку резервуаров, и на центральную опорную стойку. Для обеспечения прочности и устойчивости резервуаров при эксплуатации, а также получении требуемой геометрической формы в процессе монтажа, на стенках резервуаров устанавливаются кольца жесткости. Кольца жесткости имеют неразмеченное сечение по всему периметру стенки и соединяются встык с полным проплавлением. Ёмкость резервуара определяется по внутреннему диаметру нижнего пояса и высоте корпуса от поверхности днища до обушка верхнего обвязочного уголка. Для сварных конструкций в основном применяют конструкционные низкоуглеродистые, низколегированные, а также легированные стали. Резервуар выполнен из стали 09Г2С, она относится к кремнемарганцовистым. Наличие марганца в сталях повышает ударную вязкость и хладноломкость, обеспечивая удовлетворительную свариваемость. Позволяет получить сварные соединения более высокой прочности при знакопеременных и ударных нагрузках. Термообработка значительно улучшает механические свойства стали, которые, однако, зависят от толщины проката.

Данный резервуар изготавливается из следующих материалов: окрайки, рулоны днища и стенка, элементы крыши резервуара и усиливающие накладки, а также все люки и патрубки в стенке и крыше

выполнены из стали С345 ГОСТ 27772 (09Г2С). Внешний вид резервуара представлен на чертеже ФЮРА.РВС500.028.00.000 СБ.

Габаритные размеры изделия:

20920x16200 мм. Масса, кг: 92900 кг.

Резервуар эксплуатируется на открытом воздухе и подвергается воздействию атмосферных осадков и перепаду температур. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

Площадка под капитальный ремонт РВСП-5000 м³ №403 располагается на существующей территории АО «Ачинский нефтеперерабатывающий завод восточной нефтяной компании».

Таблица 2.1 – Краткая характеристика объекта

1	2
1. Тип резервуара	резервуар вертикальный стальной с понтоном
2. Изготовлен по проекту	Т-1108
3. Проектная организация	СУ-4
4. Завод изготовитель	«Саратовский завод резервуарных металлоконструкций»
5. Монтажная организация	СУ-4
6. Место расположения	Ачинский нефтеперерабатывающий завод восточной нефтяной компании
7. Технологический номер	403
8. Вид хранимого продукта	Нефтепродукт
9. Дата начала ремонта	апрель 2022
10. Дата окончания ремонта	сентябрь 2022
11. Объем, м ³	5000 м ³
12. Высота резервуара, мм	11920 (РВС состоит из 8 поясов)
13. Диаметр резервуара (внутренний), мм	22790
14. Предельная высота разлива, мм	10500
15. Данные о металле	09Г2С
16. 1-й пояс корпуса резервуара	7 мм 09Г2С

Продолжение таблицы 2.1

1	2
17. 2-й пояс резервуара	7 мм 09Г2С
18. Окрайка	7 мм 09Г2С
19. Днище	7 мм 09Г2С
20. Толщина листов кровли резервуара, мм	3,0 мм СтЗпс4
21. Способ соединения элементов резервуара	Встык

2.2 Требования НД по ремонту предъявляемой к конструкции

Методы ремонта должны выбираться в зависимости от видов дефектов и их геометрических характеристик по результатам полного диагностирования резервуара и расчетов экономической целесообразности.

При капитальном ремонте выполнение отдельных видов работ (при их необходимости) должно осуществляться в следующей последовательности:

- подготовительные работы;
- техническое диагностирование;
- разработка и согласование проекта ремонта;
- разработка и согласование проекта производства работ;
- выполнение ремонтных работ:

Технология ремонтных работ резервуара выполняется в следующей последовательности:

- а) устранение дефектов, не требующих замены элементов конструкции;
- б) установка дополнительных элементов жесткости;
- в) замена элементов конструкции с недопустимыми дефектами;
- г) исправление геометрического положения;
- устройство антикоррозийной защиты;

- контроль качества выполнения ремонтных работ;
- гидравлические испытания на прочность, устойчивость и герметичность,
- оформление документации и приемка в эксплуатацию.

При выполнении ремонтных работ следует руководствоваться требованиями проекта ремонта, прошедшего экспертизу органов Госгортехнадзора РФ, и требованиями нормативных документов, указанных в проекте.

Работы по ремонту резервуаров проводятся с соблюдением действующих правил охраны труда и пожарной безопасности. При проведении огневых работ перед их началом оформляется наряд-допуск, который предусматривает весь объем работ в течение указанного в нем срока.

В проекте ремонта должна быть разработана технология ремонта с обоснованием принятых технических решений и стройгенплан объекта, на котором должны быть нанесены все временные сооружения, проезды для техники, коммуникации, линии подвода электроэнергии, телемеханики, канализации и водопровода, площадки укрупненной сборки металлоконструкций, стоянки с указанием порядка перемещения строительной техники, места установки средств пожаротушения и предупредительных знаков.

Контроль качества ремонтных работ осуществляется заказчиком или независимой организацией, имеющей лицензию, не зависимо от выполнения контроля качества силами монтажной организации. Авторский надзор выполняется организацией, разработавшей проект ремонта данного резервуара.

Гидравлические испытания на прочность и герметичность следует проводить после выполнения капитального ремонта (за исключением случаев, когда при ремонте не производилась замена металлоконструкций, а срок эксплуатации резервуара не превышает 20 лет).

Для ремонта и замены дефектных участков стенки, окраек днища,

несущих конструкций покрытия и колец жесткости, кровли резервуаров, понтонов и плавающих крыш резервуаров, эксплуатируемых в районах с различной расчетной температурой наружного воздуха, в зависимости от объема резервуаров рекомендуется применять марки сталей в соответствии с проектной документацией на резервуар.

Качество и марки сталей, применяемых при ремонтах резервуаров, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов или технических условий и подтверждаться сертификатами заводов-поставщиков.

В понтонах, плавающих крышах, затворах и резервуарном оборудовании допускается применять синтетические, резинотехнические и другие полимерные материалы, которые должны отвечать специальным техническим требованиям для каждого конкретного вида изделия. Эти материалы должны также удовлетворять требованиям правил охраны труда и пожарной безопасности.

Использование для ремонта применявшихся ранее кипящих и полуспокойных сталей, таких как ВСт2кп, ВСт3пс5-1, не допускается.

Выбор сварочных материалов следует проводить в соответствии с рекомендациями СНиП II-23. Для ручной дуговой сварки резервуара рекомендуется применять следующие марки электродов:

- типа Э42А марки УОНИ 13/45 и т.п.;
- типа Э46А марки Э-138/45Н и т.п.;
- типа Э50А марки ОЗС-24, УОНИ 13/55, ОК 48.04, ОК 53.70, Феникс, Гарант и т.п.

Упаковка и маркировка сварочной проволоки должны соответствовать требованиям ГОСТ 2246. Каждая партия проволоки должна иметь сертификат завода-изготовителя. На мотках проволоки должны быть заводские бирки.

Для сварки в среде углекислого газа использовать углекислоту сварочную с чистотой 99,5 % по ГОСТ 8050.

Для ремонта резервуаров следует применять приспособления и

инструмент, выпускаемые серийно промышленностью и имеющие заводскую маркировку. Целесообразно применять наиболее прогрессивное, технологичное оборудование, обеспечивающее высокую производительность ведения ремонтно-монтажных работ и значительно снижающее долю ручного труда.

Грузоподъемные механизмы, такелажное оборудование и оснастка должны подвергаться техническим освидетельствованиям в сроки, устанавливаемые инструкциями Госгортехнадзора РФ и ведомственными службами.

Работы по подъему, перемещению, транспортированию грузов должны выполняться в соответствии с ГОСТ 12.3.009 и ГОСТ 12.3.020.

Оборудование для резки, сварки, электрооборудование должно быть работоспособным, находиться в исправном состоянии, перед проведением работ проверено, а также удовлетворять требованиям электро- и пожаробезопасности при использовании его в резервуарных парках, техники безопасности, ПУЭ.

Резка заготовок листового металла, обработка кромок под сварку должны выполняться механическим способом или газовой резкой. Электродуговая резка листа штучными электродами не допускается. Кромки металла после газовой резки должны быть зачищены от заусениц, грата, окалины, наплывов до металлического блеска и не должны иметь неровностей, вырывов и шероховатостей, превышающих по высоте 1 мм.

Кромки деталей после кислородной резки должны быть зачищены механическим способом (шлифмашинками) на глубину не менее 2 мм. Следует зачистить до чистого металла поверхность свариваемых деталей на ширину 25-30 мм от оси стыка.

При кислородной резке необходимо оставлять перемычки длиной 40-60 мм в начале и конце реза и через каждые 2-3 м по длине реза. Перемычки разрезать не ранее чем через 1 час после окончания резки.

Сварка резервуара должна выполняться по проекту производства

работ, составленному в соответствии с требованиями СНиП 3.03.01, ВСН 311.

К ручной сварке, а также к установке прихваток допускаются сварщики не ниже 5 разряда (резервуары емкостью до 5000 м³ включительно) и сварщики 6 разряда (резервуары емкостью свыше 5000 м³), имеющие действительные удостоверения установленного образца на право производства ответственных сварочных работ и сварившие контрольные образцы.

При ремонте резервуаров применять ручную дуговую сварку. Механизированная сварка (автоматами и полуавтоматами) при ремонте резервуаров может применяться только при сварке днищ, уторного шва, центральной части металлического понтона и швов, соединяющих центральную часть металлического понтона с коробами, в соответствии с требованиями ГОСТ 8713 и ГОСТ 14771. Рекомендуется применять механизированную сварку под флюсом, в защитных газах и с порошковой проволокой.

Применение газовой сварки для ремонта элементов резервуаров не допускается.

Для сварки корневых слоев применять электроды диаметром не более 3,25 мм, для сварки заполняющих и облицовочных слоев - электроды диаметром не более 4 мм.

Режимы ручной дуговой сварки выбирать в соответствии с паспортом на применяемые электроды, наклеенным на упаковке.

Сварку под слоем флюса использовать для сварки швов в нижнем положении.

Автоматическую сварку в среде углекислого газа использовать для сварки швов в нижнем положении.

Сварку при ремонте и устранении дефектов резервуаров рекомендуется выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже минус 10 °С.

Сварку металлоконструкций при отрицательных температурах рекомендуется проводить при следующих условиях:

– сварка металлоконструкций резервуара из стали 09Г2С должна проводиться без предварительного подогрева при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20 °С для толщин до 16 мм. При более низкой температуре сварка должна проводиться с предварительным подогревом до температуры 120...160 °С;

– предварительный подогрев металла проводить в зоне сварки на ширину 100 мм по обе стороны от стыка или соединения, длина подогреваемого участка не более 800-1000 мм;

– предварительный подогрев рекомендуется проводить горелками типа ГВПН либо газопламенными горелками с наконечниками № 6 или № 7, температуру подогрева контролировать термокарандашами или пирометрами типа ТП-2;

– сборку конструкций проводить без ударов и резмерного натяжения собираемых элементов, холодная правка недопустима;

– режимы сварки устанавливать с увеличением сварочного тока на 15...20 %;

– сварку монтажных стыков проводить без перерыва. Недопустимо прекращать сварку до выполнения проектного размера шва и оставлять несваренные участки шва. В случае вынужденного прекращения работ процесс сварки может быть возобновлен только после повторного подогрева металла в зоне стыка до температуры 120-160 °С;

– при выполнении многослойных швов сварку в корне шва выполнять способом "двойного слоя", то есть не менее чем в два слоя участками длиной 170-220 мм;

– на рабочее место сварщику выдавать прокаленные электроды в количестве не более полусменной потребности;

– рабочее место сварщика, а также свариваемая поверхность должны быть ограждены от снега и сильного ветра. На монтажной площадке

оборудовать помещение с температурой 20-24 °С для обогрева сварщиков;

– приварку и срезку монтажных приспособлений при температуре ниже минус 20 °С выполнять с подогревом металла до 120...160 °С в радиусе 100-150 мм;

– риварку приспособлений выполнять электродами типа Э-50А, например, марки УОНИ 13/55.

Для выполнения сварочных работ при температуре ниже минус 30 °С сварщик должен пройти соответствующие испытания. Сварщик, прошедший указанные испытания, может быть допущен к сварочным работам при температуре окружающего воздуха на 10 °С ниже температуры пробной сварки.

Геометрические размеры собранных стыков, чистота свариваемых кромок должны быть проверены мастером непосредственно перед прихваткой.

2.3 Подготовка к ремонту вертикальных резервуаров

Заполнение резервуара дымовыми (негорючими) газами производится для вытеснения взрывоопасной паровоздушной смеси из его газового пространства. Перед началом подачи дымовых газов необходимо заглушить дыхательные клапаны и трубопроводы и открыть замерные и световые люки, через которые произойдет вытеснение. Подача дымовых газов прекращается при достижении концентрации углекислого газа не менее 10% газового пространства, а кислорода не более 5%. Соответственно в процессе заполнения резервуар дымовыми газами обеспечивает забор проб воздуха под его кровлей.

После достижения нужного состояния газового пространства резервуара световой и замерный люки герметизируются. Затем резервуар выдерживают в течение нескольких часов и вновь определяют концентрацию углекислого газа и кислорода для проверки герметичности. Допустимой

считается изменение концентрации данных газов не более чем 0,5%.

2.3.1 Ремонт или замена днища

При ремонте днища резервуара наиболее часто выполняется ремонт трещин, устранение выпуклостей либо полная замена днища.

Трещины возникают в сварных соединениях и в металле днища и окраек вследствие концентрации напряжений.

Трещины длиной до 100 мм устраняются следующим образом. Сначала определяется граница трещины, для чего дефектный шов травят 10% раствором азотной кислоты. На концах трещины просверливают отверстия диаметром от 6 мм до 8 мм. Далее трещину разделяют под сварку, устанавливают технологическую подкладку под шов и сваривают.

Трещины большей длины ремонтируют методом вырезания участка днища с трещиной с последующим завариванием вставкой встык. При таком методе также устанавливают подкладку.

При обнаружении в днище резервуара выпуклостей высотой до 200 мм пространство под ними заполняется гидрофобным составом. Выпуклости высотой более 200 мм удаляют, распустив сварные соединения с помощью газорезки.

Листы днища с сильной деформацией удаляют и заменяют на новые, подогнав их внахлест.

Для замены днища резервуара его полностью поднимают на 200 мм, вырезают старое днище, ремонтируют основание, на нем монтируют и испытывают новое днище, опускают резервуар и варят уторный шов.

2.3.2 Ремонт основания резервуара

При ремонте основания резервуара выполняется:

– подбивание краев песчаной подушки;

- заполнение пустот под днищем, образовавшихся в местах хлопунгов;
- заполнение участков просадки;
- исправление отмокки.

Для ремонта основания наша компания применяет гидрофобный состав, который готовится из песка и вяжущего вещества. Используется песок крупностью от 0,1 мм до 2 мм с содержанием глинистых частиц не более 30%. Песок смешивается с жидким битумом А-6 или Б-6, или с малосернистым мазутом так, чтобы содержание вяжущего вещества в готовом составе было от 8% до 10%. При подготовке гидрофобного состава важно исключить содержание в нем кислот и свободной серы.

Для проведения ремонтных работ на основание резервуара производится его подъем. Наши специалисты, как правило, проводят подъем резервуара двумя способами. Первый – подъем резервуара домкратами с их упором в специально приваренные к стенке ребра жесткости. В таком случае резервуар поднимается на высоту, большую величины осадки на 20 см. Второй способ – подъем резервуара под днище с помощью домкратов, расположенных в специальных приямках.

После подъема резервуара производится подбивание просевших частей основания до проектной отметки с помощью гидрофобного состава.

Далее резервуар опускается с последующей обязательной нивелировкой краев днища.

Также пустоты в основании резервуара можно заполнять, вырезав в днище двадцатисантиметровые отверстия, которые впоследствии завариваются металлической накладкой с нахлестом в 30-40 мм.

2.3.3 Ремонт корпуса резервуара

В корпусах резервуаров в процессе их эксплуатации также могут образовываться трещины, особенно часто – в местах пересечений швов.

Продольные и поперечные трещины в сварных соединениях, не

затрагивающие основной металл стенки резервуар, удаляют предварительно засверлив концы трещины и разделав дефектный участок под сварку. Заваривают трещину с обеих сторон.

Если трещина превышает 150 мм в длину, либо затрагивает основной металл, ремонт производится с вырезанием участка стенки шириной 1000 мм и высотой на всю высоту листа. Отверстие заваривается вставкой встык или внахлест.

Пересекающиеся трещины в сварных соединениях удаляют также с вырезанием отверстия диаметром 500 мм привариванием вставки диаметром 1000 мм изнутри. Для вставок применяется металл той же толщины, что и металл корпуса резервуара (в том поясе, где производится ремонт).

Трещины в основном металле I пояса резервуара могут возникать в месте установки технологического оборудования. В таких случаях лист удаляют полностью.

Также полная замена листа производится при обнаружении расслоений, раковин и крупных вмятин. Если заменяется лист толщиной до 5 мм, новый лист можно приваривать внахлест, а при толщине от 6 мм только встык.

При монтаже нового листа встык предусматривается зазор от 2 мм до 4 мм. Скос кромок свариваемых элементов предусматривается с углом 30-35°.

При ремонте корпуса резервуара обязательно необходимо измерить отклонение корпуса от цилиндрической формы, которые могут быть в виде вмятин или выпуклостей. Наиболее они появляются в средних и верхних поясах резервуара ввиду их меньшей жесткости. При превышении размера нормативных величин, их необходимо устранить. Нормативные величины приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Нормативные величины прогиба резервуара

Толщина стенки корпуса, мм	Размер стрелы прогиба, мм
4	30
5	40
6	50
7	60
8	80

Устранение вмятин при ремонте резервуаров для хранения нефтепродуктов и других жидкостей проводится следующим методом: в центр монтируется накладка круглой формы толщиной 6 мм, диаметром 150 мм с серьгой в центре. Вмятина вытягивается за серьгу лебедкой или трактором. После вытягивания важно тщательно исследовать дефектное место на наличие трещин.

Часто для устранения больших деформаций и гофр требуется полная замена листов.

2.3.4 Требования к оформлению документации

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами.

ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль». ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы». ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки». ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка».

2.4 Требования к контролю

2.4.1 Контроль качества ремонтных работ, приемка РВС после ремонта

Все новые сварные соединения, выполненные в процессе ремонта резервуара, подвергаются стопроцентному рентгеновскому контролю. Также все новые сварные соединения и близлежащие участки основного металла необходимо зачистить от шлака направлений и подвергнуть внешнему осмотру с применением лупы.

Внешний осмотр направлен на выявление следующих дефектов:

- неправильные форма, размер и состояние поверхности сварного соединения;
- трещины;
- поры;
- подрезы;
- незаваренные кратеры;
- шлаковые включения.

Нормы дефектности устанавливаются СНиП 3.03.01-87 и Правилами технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту.

Также часто необходимо применение вакуумного метода контроля сварных швов днища, окраек, а также уторного шва, который позволяет выявить сквозные дефекты.

Выявленные дефекты подлежат удалению.

После ремонта резервуар принимается на основании ППР по ремонту РВС. Принимающей комиссии предоставляется техническая документация:

- проект производства работ (ППР);
- сертификаты на металлоконструкции;
- сертификаты на материалы;
- копии удостоверений сварщиков;
- акты (заключения) по качеству сварных швов;

– акты скрытых работ.

Комиссией составляется Акт о приемке и вводе резервуара в эксплуатацию, к которому прикладываются вышеуказанные документы. Акт хранится с паспортом на резервуар.

Контроль качества сварных соединений в процессе строительства резервуаров должен предусматривать:

– применение способов сварки, методов и объемов контроля сварных швов, адекватных уровню ответственности резервуара;

– применение оптимальных технологических сварочных процедур и материалов в соответствии с требованиями проектов КМ и ППР;

– осуществление строительного контроля и авторского надзора.

Применяют следующие виды контроля качества сварных соединений:

– визуально-измерительный контроль всех сварных соединений

– резервуара;

– контроль герметичности (непроницаемости) сварных швов;

– капиллярный метод (цветная дефектоскопия), магнитопорошковая дефектоскопия для выявления поверхностных дефектов с малым раскрытием;

– физические методы для выявления наличия внутренних дефектов:

РК или УЗК;

– механические испытания сварных соединений образцов;

– гидравлические и пневматические прочностные испытания конструкции резервуара.

Методы контроля сварных соединений конструкций резервуаров представлены в таблице 32 [9].

Нормативы для оценки дефектности сварных швов или значения допустимых дефектов должны быть указаны в проектной документации.

Проводят визуально-измерительный контроль 100 % длины всех сварных соединений резервуара.

Контроль проводят в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Контролю на герметичность подвергают сварные швы, обеспечивающие герметичность корпуса резервуара, а также плавучесть и герметичность понтона и плавающей крыши (смотри таблицу 32 [9]).

Для контроля герметичности сварных соединений и конструкций применяют следующие методы контроля [9];

- вакуумирование (по ГОСТ 3242);
- проба «мел – керосин»;
- избыточное давление;
- гидроиспытания резервуара.

Капиллярный метод – цветной (хроматический) — применяют в соответствии с ГОСТ 18442 по 4-му классу чувствительности.

Контроль капиллярным методом проводят после проведения визуально- измерительного контроля.

2.4.2 Контроль сварных швов физическими методами

Применяют следующие методы физического контроля [9]:

– РК (рентгенографирование, гаммаграфирование, рентгенотелевизионный) по ГОСТ 7512;

– ультразвуковую дефектоскопию (на территории РФ по ГОСТ Р 55724);

– магнитопорошковый метод по ГОСТ 21105;

– цветной (хроматический) по ГОСТ 18442.

РК подлежат сварные швы стенок резервуаров и стыковые швы окраек в зоне сопряжения со стенкой.

РК проводят после приемки сварных соединений методом визуального контроля.

При контроле пересечений швов резервуаров рентгеновские пленки размещают Т-образно или крестообразно – по две пленки на каждое пересечение швов.

Длина снимка должна быть не менее 240 мм, а ширина – согласно

ГОСТ 7512. Чувствительность снимков должна соответствовать 3-му классу согласно ГОСТ 7512.

Оценка внутренних дефектов сварных швов резервуаров при РК – по ГОСТ 23055.

Допускаемые виды и размеры дефектов в зависимости от класса резервуаров определяют по ГОСТ 23055:

- для резервуаров класса КС-26 – по 6-му классу соединений;
- для резервуаров класса КС-2а – по 5-му классу соединений;
- для резервуаров классов КС-3а и КС-3б – по 4-му классу соединений. Непровары и несплавления в швах не допускаются.

Объемы радиографического контроля сварных швов (в процентах длины шва) стенок резервуаров в зависимости от класса резервуаров должны соответствовать требованиям таблицы 33 [9].

Для выявления внутренних и поверхностных дефектов в сварных швах и околошовной зоне основного металла применяют УЗК.

Оценку качества сварных швов по результатам УЗК следует выполнять в соответствии с действующими нормативными документами.

Результаты испытаний и контроля качества сварных соединений оформляются актами установленной формы и являются обязательным приложением к сопроводительной документации на резервуар.

2.5 Методы проектирования

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

Обзор литературы – это часть исследования, в которой был

рассмотрен обзор существующей литературы по теме современные методы контроля сварки.

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, техническое и материальное нормирование операций, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки резервуара.

2.6 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологических карт капитального ремонта резервуара.

Задачами данной выпускной квалификационной работы: изучить составные детали изделия, определить дефектные участки, описать марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, определить время на сборочные и сварочные операции, составить технологические карты.

3 Прочностной расчет стенки резервуара на необходимость замены участков

3.1 Расчет минимальной толщины стенки РВС-5000 м³

Минимальная расчетная толщина стенки t_e , в каждом поясе для условий эксплуатации определяется по формуле:

$$t_e = [g \cdot \rho \cdot (H - z) \cdot r] / (R_y \cdot \gamma_c) \quad (3.1)$$

где g – ускорение свободного падения;

H – высота налива нефтепродукта;

ρ – плотность нефтепродукта;

r – радиус пояса стенки резервуара;

z – расстояние от дна до нижней кромки пояса;

γ_c – коэффициент условий работы, для нижнего пояса равный 0,7; для всех остальных поясов равный 0,8; для условий гидравлических испытаний равный 0,9.

R_y – расчетное сопротивление материала.

Рассчитаем минимальную толщину стенки в первом поясе, для самых агрессивных условий эксплуатации, при условии максимального уровня налива продукта $H=10500$ мм, за рабочую жидкость примем подтоварную воду с плотностью $\rho=1020$ кг/м³.

Расчетное сопротивление материала R_y рассчитывается по формуле:

$$R_y = \frac{R_y^H}{\gamma_M \cdot \gamma_H} \quad (3.2)$$

где R_y^H – нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла стенки, равное минимальному значению предела текучести, принимаемому на листовой прокат по ГОСТ 27772-88;

γ_M – коэффициент надежности по материалу, $\gamma_M = 1,025$;

γ_H – коэффициент надежности по назначению, для резервуаров объемом по строительному номиналу 10000 м³ и более, $\gamma_H = 1,15$, объемом по строительному номиналу менее 10000 м³, $\gamma_H = 1,1$.

$$R_y = \frac{345}{1,025 \cdot 1,1} = 305 \text{ МПа.}$$

Минимальная расчетная толщина стенки t_e , в 1-ом поясе для условий эксплуатации рассчитаем по формуле:

$$t_e = \frac{g \cdot \rho \cdot (H - z) \cdot r}{R_y \cdot \gamma_y} = \frac{9,81 \cdot 1020 \cdot (10,5 - 0) \cdot 11,402}{305 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 5,61 \text{ мм.}$$

Минимальная расчетная толщина стенки t_e , в 1-ом поясе для условий гидравлических испытаний рассчитывается по формуле:

$$t_e = \frac{g \cdot \rho_e \cdot (H - z) \cdot r}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot (10,5 - 0) \cdot 11,402}{305 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 4,28 \text{ мм.}$$

3.2 Проверочный расчет на прочность стенки резервуара

Проверка каждого пояса стенки РВСП на прочность производится по формуле:

$$\sigma_2 = R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n, \quad (3.3)$$

где σ_2 – расчетное кольцевое напряжение в поясе, МПа;

R_y – расчетное сопротивление стали, МПа;

γ_c – коэффициент условий работы при расчете стенки на прочность, таблица 5 СНиП 2.09.03 - 85: $\gamma_c = 0,7$ для нижнего пояса, $\gamma_c = 0,8$ для остальных поясов;

γ_n – коэффициент надежности по назначению: для резервуаров объемом по строительному номиналу от 1000 до 5000 м³ – $\gamma_n = 1,0$.

Расчетное кольцевое напряжение в поясе для резервуаров типа РВСП определяется по формуле:

$$\sigma_2 = \frac{[g \cdot \rho \cdot (H_n - z) + P_u] \cdot R}{t_i}, \quad (3.4)$$

где g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

ρ – плотность нефти, $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$;

H_n – максимально допустимый уровень взлива нефти в резервуаре, м;

z – расстояние от днища до нижней кромки пояса, м;
 $P_{и}$ – избыточное давление в газовом пространстве резервуаров, Па;
 R – радиус резервуара, м;
 t – расчетная фактическая толщина пояса, принятая по результатам технической диагностики РВС, м.

Избыточное давление в газовом пространстве резервуара:

$$P_u = \gamma_f \cdot P_u^H, \quad (3.5)$$

где γ – коэффициент надежности по нагрузке, применяемый 1,2 для нагрузки избыточным давлением газа;

$P_{и}^H$ – рабочее значение избыточного давления в газовом пространстве, принимаемое 0,2 Па.

$$P_u = 1,2 \cdot 0,2 = 0,24 \text{ кПа.}$$

Для первого пояса:

$$\sigma_2 = \frac{[9,81 \cdot 900 \cdot (10,5 - 0) + 240] \cdot 11,4}{0,0052} = 203,7 \text{ МПа,}$$

$$[\sigma_2] = 305 \cdot 0,7 / 1 = 213,5 \text{ МПа.}$$

Условие $\sigma_2 \leq [\sigma_2]$ выполняется. Соответственно минимальная толщина стенки первого пояса должна составлять 5,2 мм.

Для второго пояса:

$$\sigma_2 = \frac{[9,81 \cdot 900 \cdot (10,5 - 1,5) + 240] \cdot 11,4}{0,0038} = 239,1 \text{ МПа,}$$

$$[\sigma_2] = 305 \cdot 0,8 / 1 = 244 \text{ МПа.}$$

Условие $\sigma_2 \leq [\sigma_2]$ выполняется. Соответственно минимальная толщина стенки первого пояса должна составлять 3,8 мм.

4 Разработка технологического процесса ремонта резервуара

4.1 Предлагаемая технология ремонта

Для ремонта дна резервуара предлагается улучшить технологию для сокращения времени и экономических ресурсов. Работы по ремонту следует начинать с приварки опор вокруг резервуара в количестве 24 штуки, затем необходимо отрезать нижнюю часть резервуара от крайки (рисунок 4.1) используя газовый резак или угловую шлифовальную машинку. Затем вырезать старое днище резервуара.

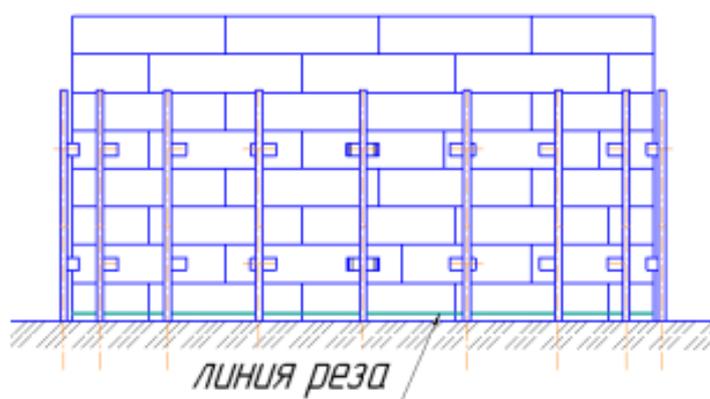


Рисунок 4.1 – Демонтаж нижней части резервуара

Выполнить демонтаж нижней части половины резервуара (рисунок 4.2).

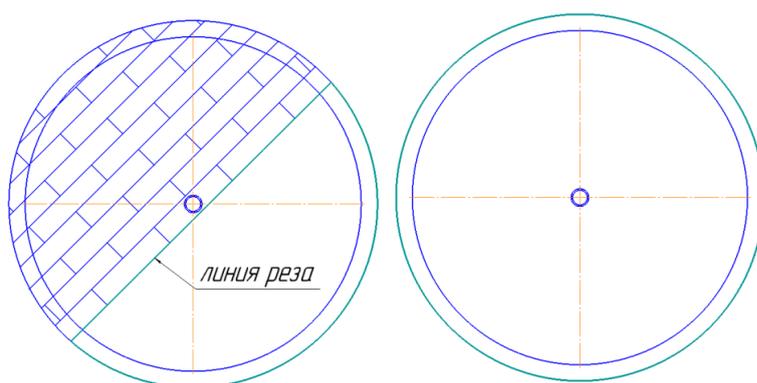


Рисунок 4.2 – Демонтаж старых листов

Следующим выполнить вырез оставшейся части резервуара по всему кругу РВС (рисунок 4.3).

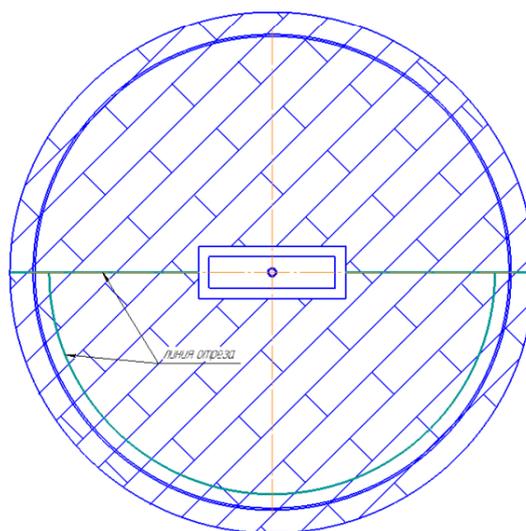


Рисунок 4.3 – Демонтаж днища по кругу РВС
Срезать крайку по всему кругу резервуара (рисунок 4.4).

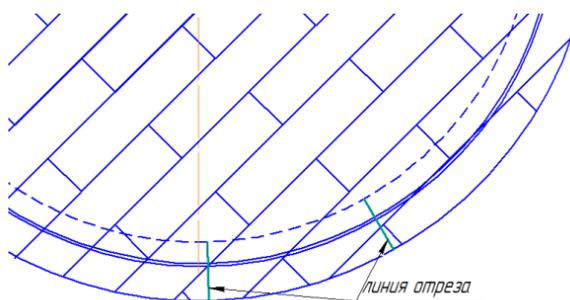


Рисунок 4.4 – Вырезание крайки

Раскроить новый лист на четыре части для установки на место крайки (рисунок 4.5).

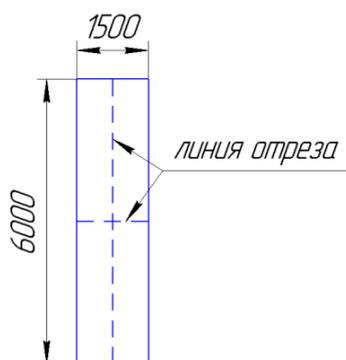


Рисунок 4.5 – Деление листа

После установки новой крайки, необходимо прихватить механизированной сваркой в среде защитного газа листы новой крайки по всему периметру резервуара (рисунок 4.6).

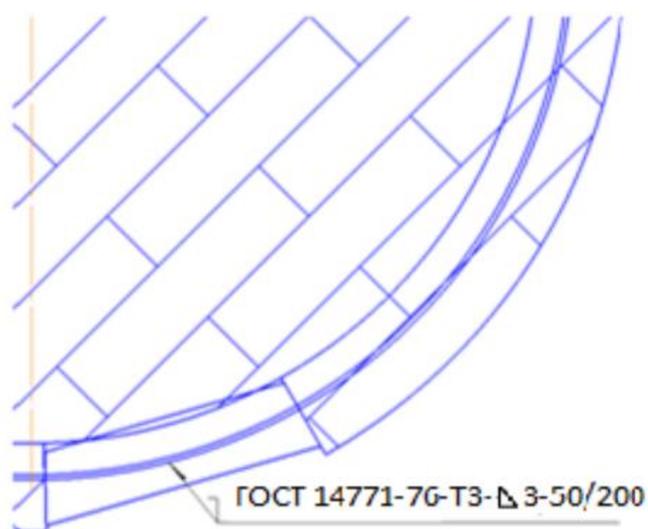


Рисунок 4.6 – Простановка прихваток на окрайке

Выполнить сварку окрайки и первого листа стенки резервуара половины периметра резервуара механизированной сваркой в среде защитного газа (CO_2) предварительно зачистив кромки сварных соединений до металлического блеска, удаляя грязь, ржавчину (рисунок 4.7).

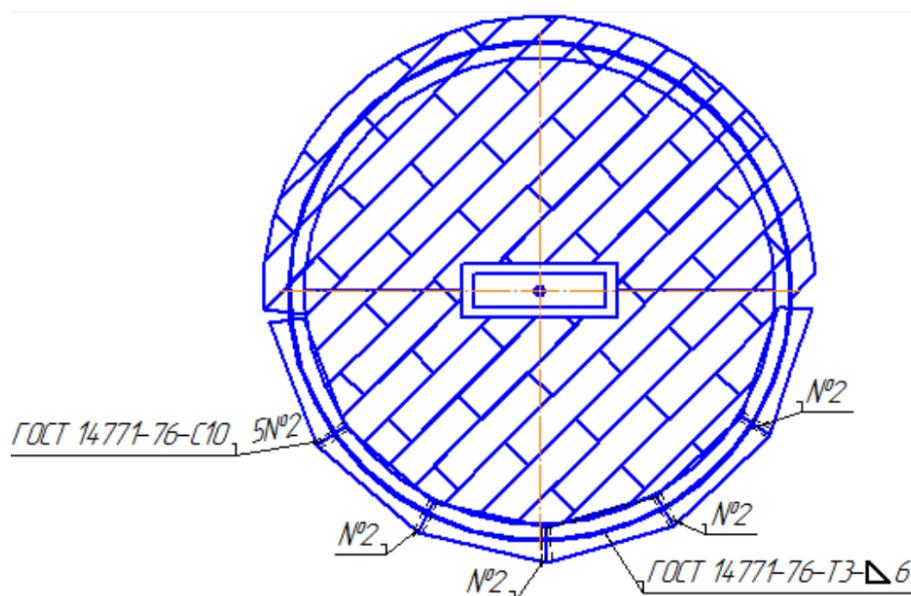


Рисунок 4.7 – Сварка половины периметра РВС

Установить новые листы половины днища резервуара нахлесточным соединением (рисунок 4.8).

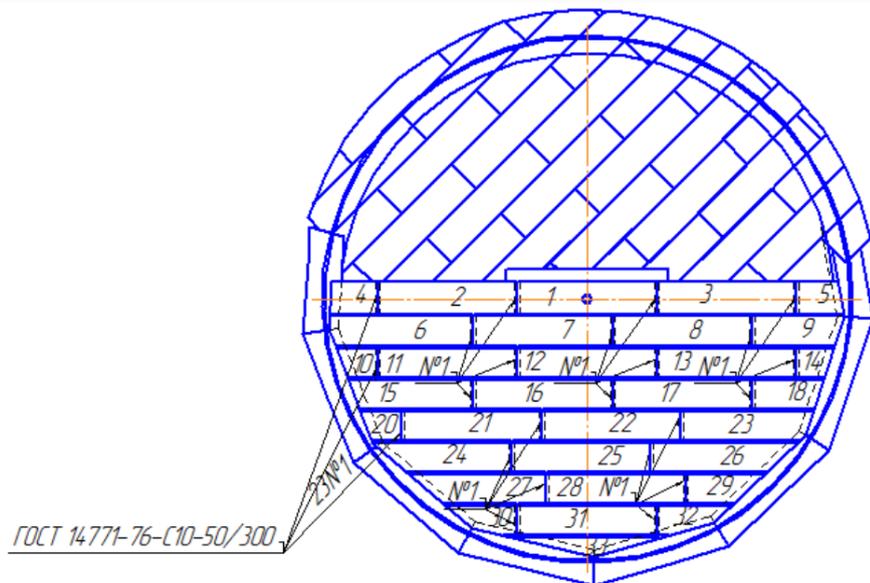


Рисунок 4.8 – Установка и сварка новых листов

После установки новых листов на днище резервуара необходимо выполнить прихватки нахлесточных соединений днища (рисунок 4.9).

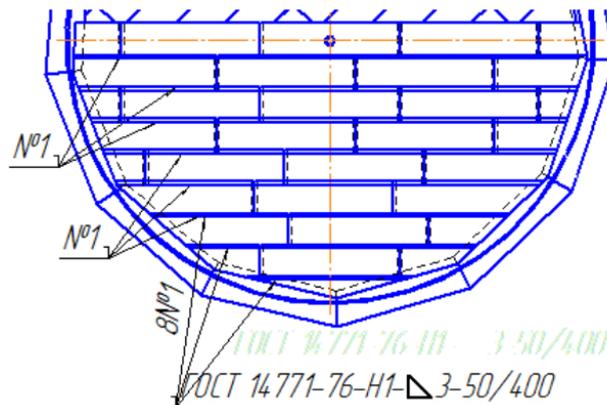


Рисунок 4.9 – Расстановка прихваток нахлесточных швов

После установки днища резервуара выполнить прихватки листов дна к окрайке по контуру на половину резервуара (рисунок 4.10).

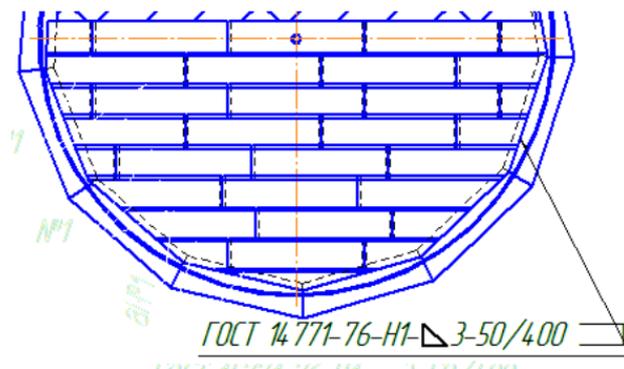


Рисунок 4.10 – Простановка прихваток по дуговому контуру дна к окрайке

После выполнения прихваток необходимо произвести сварку листов днища по меньшей стороне листа механизированной сваркой в среде защитных газов (рисунок 4.11).

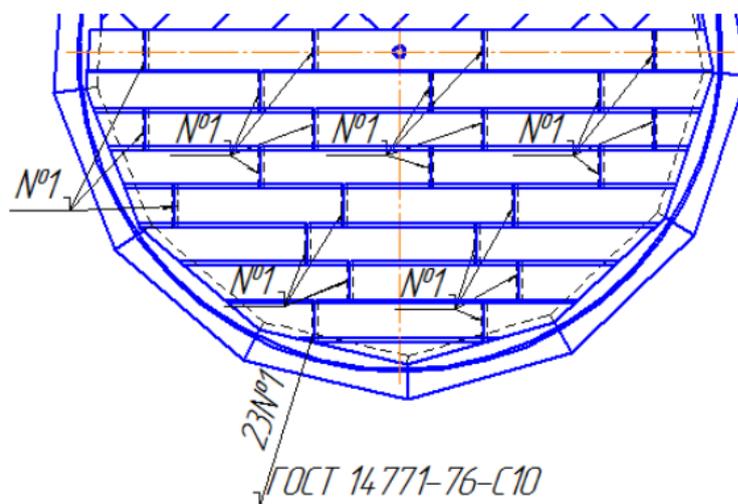


Рисунок 4.11 – Сварка участков стыков листов по меньшей стороне

После сварки стыковых соединений по малой стороне листа, необходимо выполнить сварку по большей стороне листов нахлесточных швов (рисунок 4.12).

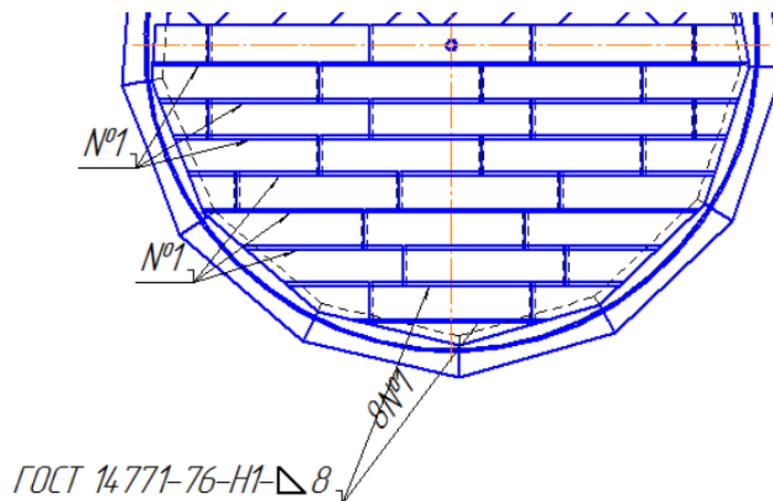


Рисунок 4.12 – Сварка нахлесточных швов

Выполнить сварку листов днища с окрайкой половины контура резервуара механизированной сваркой в среде защитного газа (рисунок 4.13).

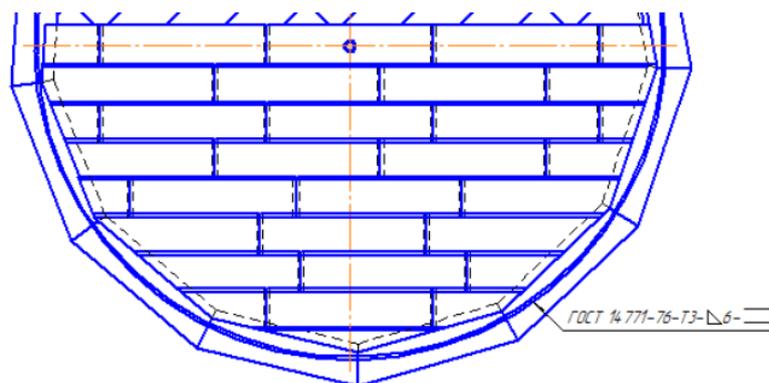


Рисунок 4.13 – Сварка по дуговому контуру днища с окрайкой

Необходимо обеспечить перекрытие нахлесточных соединений на расстоянии 20–50 мм при монтаже как показано на рисунке 4.14.

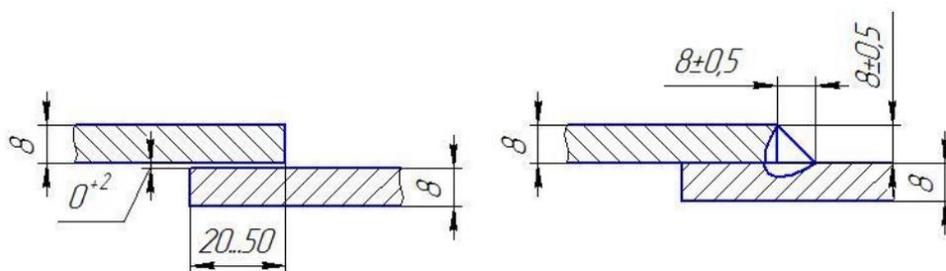


Рисунок 4.14 – Разделка кромок и параметры шва (условное обозначение Н1)

Во время проведения сварки необходимо соблюдать проплавление кромок стыкуемых элементов и обеспечивать полное перекрытие кромок соединений как показано на рисунках 4.15, 4.16.

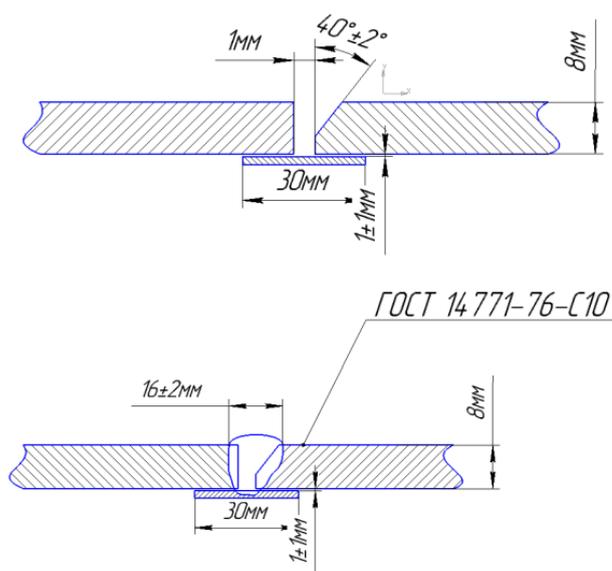


Рисунок 4.15 – Разделка кромок и параметры шва (условное обозн. С10)

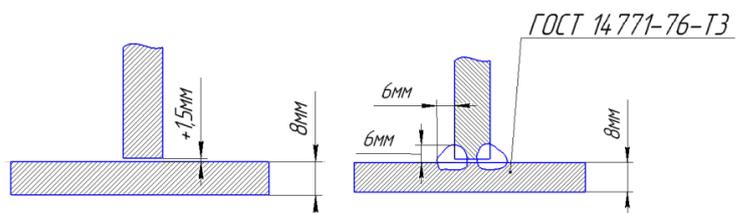


Рисунок 4.16 – Разделка кромок и параметры шва (условное обозначение ТЗ)

После выполнения сварки необходимо зачистить сварные швы угловой шлифовальной машинкой от брызг металла, до металлического блеска, для проведения неразрушающего контроля. Процесс замены днища производится на половину резервуара, вторая половина днища резервуара меняется аналогичным способом.

4.2 Общая характеристика и назначение, состав и свойства стали

Ремонтируемое изделие резервуар РВС5000 м³ согласно классификации НАКС относится к опасным производственным объектам: Нефтегазодобывающее оборудование (НГДО) Резервуар изготовлен из стали С345. Химический состав и механические свойства стали С345 ГОСТ 27772 (09Г2С) приведен в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Химический состав стали С345 ГОСТ 27772 (09Г2С) [9]

<i>Mn</i> , %	<i>C</i> , %	<i>Si</i> , %	<i>S</i> , %	<i>P</i> , %	<i>Cr</i> , %	<i>Ni</i> , %	<i>Cu</i> , %
	Не более						
1,3-1,7	0,15	0,8	0,04	0,035	0,3	0,3	0,3

Таблица 4.2 – Механические свойства стали С345 ГОСТ 27772 (09Г2С) [9]

σ_T , Мпа	σ_B , Мпа	δ_5 , %
≥ 345	≥ 490	≥ 21

Углеродистая низколегированная марганцовистая сталь повышенной прочности марки С345 выпускается по ГОСТ 27772 «ПРОКАТ для строительных стальных конструкций. Общие технические условия». Применяется для изготовления проката, предназначенного для строительных

стальных конструкций со сварными и другими соединениями [10].

Сталь С345 относится к 1 группе свариваемости (Хорошая). Сварка производится без особых приемов [10].

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [11].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъемное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объем сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

– резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;

– изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;

– возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;

– образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

– образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

– При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определении технологической свариваемости должно входить:

– определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;

– оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

– оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;

– оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не

может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [11]:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

При сварке плавлением качество сварочных материалов и технология сварки должны обеспечивать прочность и вязкость металла сварного соединения не ниже, чем требуется для исходного основного металла. Углеродный эквивалент стали с пределом текучести 390 МПа и ниже для основных элементов конструкций не должен превышать 0,43. Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [9]:

$$C_{\text{эКВ}}=C+(Mn/6)+(Si/24)+ (Cr/5)+ (Ni/40) +(Cu/13)+(V/14) +(P/2), \quad (3.1)$$

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали С345 ГОСТ 27772 (09Г2С):

$$\begin{aligned} C_{\text{эКВ}} &= 0,15 + (1,3/6) + (0,8/24) + (0,3/5) + (0,3/40) + (0,3/13) + (0/14) + (0,035/2) = \\ &= 0,508 \%. \end{aligned}$$

4.3 Вырезка дефектных участков

ТК и КР резервуара должны проводиться по графику, составленному предприятием, эксплуатирующим резервуар. Данный график делается с учетом особенностей работы резервуара и ратифицируется главным инженером организации.

Трещины в днище, стенке, крыше, расслоения, коррозионные повреждения и другие структурные дефекты, сварные швы или дефектные участки основного материала должны быть удалены и отремонтированы.

Дефектные участки стен, уторные швы, целые листы днища и крыш устраняются механической или газовой резкой, а затем шлак и отложения расплавленного металла удаляются с помощью зубил, напильников, щётками или машинами для шлифования.

Участки дефектных сопряжений сварки удаляются с помощью вырубки пневматическим зубилом, газовой и воздушно-дуговой резкой, и с помощью абразивного круга.

Резка дефектной части сварного сопряжения или основного материала производится перемещением горелки вдоль линии реза. В этом случае на кромках удаляемой области образуется канавка с чистой поверхностью и закругленными углами, которая больше не требует очистки и обработки.

Рекомендуемый режим резки металла приведён в таблице 4.3 [11].

Таблица 4.3 – Режим резки металла

Размер канавки, мм		Рабочее давление газа, МПа		
Ширина	Глубина	Кислород	Ацетилен	Коксовый или природный
1	2	3	4	5
5...15	2...10	0,8...1,2	не менее 0,01	не менее 0,02
Скорость резания, м/мин		Расход газа		
6	7	8	9	
0,5...5,0	74	Для РПА-2 - 1,2	4,5	

Глубина канавки и скорость её резки зависят от угла наклона резака.

Подрубка корня шва, удаление заклепок, разделка трещин, выплавка дефектных участков листа, V-образная подготовка кромок листов под сварка и т.д., а также разделительная резка низкоуглеродистой, низколегированной и нержавеющей стали производится воздушно-дуговой резкой. Рекомендуемые

режимы воздушно-дуговой резки приведены в таблице 4.4 [11].

Таблица 4.4 – Режимы воздушно-дуговой резки

Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение сети, В	Скорость строжки, мм/мин	Ширина канавки, мм
1	2	3	4	5
6	270...300	35...45	770...570	6,5...8,5
8	360...400	35...45	900...640	8,5...10,5
10	450...500	35...45	1000...700	10,5...12,5
12	540...600	35...45	1000...700	12,5...14,5
Глубина канавки, мм	Расход			
	Электроэнергии, кВт-ч/м	Электрода мм/м	Сжатого воздуха, л/м	
6	7	8	9	
3...4	0,13	100...110	600	
4...5	0,17	85...90	650	
5...6	0,21	55...60	700	
6...8	0,24	50...55	800	

4.4 Обоснование и выбор способа сварки

Так как резервуар относится к опасным производственным объектам, то выбор технологий выполнения сварки производим согласно ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».

Согласно ГОСТу, соединения элементов центральной части днища выполняются автоматической сваркой под флюсом (АФ). Все остальные элементы резервуара выполняются механизированной сваркой в смесях защитных газов (МП) [12]. Однако из-за сильных неровностей поверхности опоры резервуара (грунт) применение автоматической сваркой под флюсом ограничено либо невозможно. Поэтому будем использовать МП.

4.5 Выбор сварочных материалов

Выбор сварочных материалов должен осуществляться в зависимости от:

- технологии сварки конструктивного элемента резервуара;
- класса прочности стали и типоразмера свариваемых деталей;
- требований к механическим свойствам сварных соединений резервуаров;
- наличия специальных требований к сварным соединениям;
- сварочно-технологических свойств конкретных марок сварочных материалов.

Сварочные материалы должны обеспечивать равнопрочность металла шва с основным металлом конструкций резервуаров по пределу прочности, т.е. предел прочности металла шва должен быть не ниже нормативного значения предела прочности основного металла. Дополнительным требованием к сварочным материалам является равнопрочность по пределу текучести. Сварочные материалы должны также удовлетворять требованиям к ударной вязкости металла шва и зоны термического влияния. [12]

Сварочные материалы (электроды, сварочная проволока, флюсы, защитные газы) должны выбираться в соответствии с требованиями технологического процесса изготовления и монтажа конструкций и выбранных марок стали. При этом применяемые сварочные материалы и технология сварки должны обеспечивать механические свойства сварного шва не ниже свойств, установленных требованиями для рекомендуемых в настоящих Правилах выбранных сталей [12].

Для механизированной сварки в смесях защитных газов принимаем проволоку Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблицах 4.5 и 4.6.

Таблица 4.5 – Химический состав проволоки по ГОСТ 2246-70 [13]

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

Таблица 4.6 – Механические свойства металла шва [14]

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

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны применяется смесь *ISO* 14175 – *M21*, двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

4.6 Расчет технологических режимов

Режимом сварки называют совокупность основных и дополнительных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

Основные параметры режима механизированной сварки в защитных газах, оказывающие существенное влияние на размеры и форму швов, сила сварочного тока, плотность тока, напряжение дуги, скорость сварки, химический состав (марка) сварочной проволоки, род тока и его полярность.

При расчёте режима сварки технолог должен обеспечить получение катета шва, назначенного конструктором при расчёте прочности или по конструктивным соображениям. По заданному катету шва определяют площадь поперечного сечения наплавленного металла при получении плоского шва (рисунки 4.14-4.16) [14]:

$$F_H = \frac{k^2}{2} = \frac{8^2}{2} = 32 \text{ см}^2$$

где k – катет шва;

F_H – площадь наплавки, см^2 .

Согласно [12] для толщины металла 8 мм воспользуемся проволокой диаметром 1,2 мм.

Тогда по рекомендации литературы, плотность тока $j = 170 \text{ А/мм}^2$.
Определяем силу сварочного тока по формуле:

$$I_{\text{св}} = \pi j \frac{d_{\text{э}}^2}{4}$$

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

$d_{\text{э}}$ – диаметр электрода;

j – плотность тока.

Подставляем значения в формулу (3) и получаем:

$$I_{\text{св}} = 3,14 * 170 * \frac{1,2^2}{4} = 192 \text{ А}$$

принимаем $I_{\text{св}}=200 \text{ А}$. Для данного диаметра электрода и силы сварочного тока определяем оптимальное напряжение дуги [12]:

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 * 10^{-3}}{\sqrt{d_{\text{э}}}} * I_{\text{св}} \pm 1$$

где $d_{\text{э}}$ – диаметр электрода; $I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока.

Подставляем значения в формулу и получаем:

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 * 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} * 200 \pm 1 = 29,1 \pm 1$$

принимаем $U_{\text{д}}=30 \text{ В}$. Найдём скорость сварки [2]:

$$V_{\text{св}} = \frac{a_H * I_{\text{св}}}{3600 * \gamma * F_H}$$

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

a_H – коэффициент наплавки, $\text{г/А} \cdot \text{ч}$;

γ – плотность наплавленного металла, г/см^3 ;

F_H – площадь наплавки, мм^2 .

Чтобы найти воспользуемся формулой [12]:

$$a_H = a_P(1 - \psi),$$

где a_P – коэффициент расплавления;

ψ – коэффициент потерь, под которым понимают отношение количества металла, потерянного в виде разбрызгивания, к полному количеству расплавленного электродного металла.

Расчитаем величину коэффициента потерь, при сварке в среде углекислого газа электродной проволокой марки Св-08Г2С, величина коэффициента потерь для сварки при оптимальных напряжениях дуги зависит от плотности тока в электроде [12].

$$\psi = -4,72 + 17,6 * 10^{-2} * j - 4,48 * 10^{-4} * j^2$$

$$\psi = -4,72 + 17,6 * 10^{-2} * 170 - 4,48 * 10^{-4} * 170^2 = 12,25\%$$

Коэффициент расплавления [2]:

$$\alpha_P = 9,05 + 3,1 * 10^{-3} * \sqrt{I_{св}} \frac{l}{d_э^2}$$

где $I_{св}$ – сварочный ток, равный 200 А;

l – вылет электрода, $l=10-20$ мм, принимаем $l=20$ мм;

$d_э$ – диаметр электрода, равный 1,2 мм.

Подставляем значения в формулу и получаем:

$$\alpha_P = 9,05 + 3,1 * 10^{-3} * \sqrt{200} \frac{20}{1,2^2} = 9,66 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}.$$

Найдём коэффициент наплавки

$$a_H = 9,66(1 - 0,1225) = 8,5 \text{ г/Ач}$$

Вычислим скорость сварки

$$V_{св} = \frac{8,477 * 200}{3600 * 7,8 * 0,125} = 0,483 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 17,4 \text{ м/ч}$$

Определим погонную энергию

$$q_{\Pi} = \frac{I_{св} U_D \eta_U}{V_{св}}$$

где η – эффективный КПД нагрева изделия дугой в пределах от 0,75 до 0,85,

принимая $\eta = 0,84$.

Подставляем значения в формулу (9) и получаем:

$$q_{\text{П}} = \frac{200 * 30 * 0,84}{0,483} = 10434 \text{ Дж/см}$$

Коэффициент формы провара

$$\psi_{\text{ПР}} = k'(19 - 0,01 * I_{\text{СВ}}) \frac{d_{\text{э}} U_{\text{Д}}}{I_{\text{СВ}}}$$

где k' – коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности, для сварки постоянным током обратной полярности, для $j > 170 \text{ А/мм}^2$ равен 0,92.

Подставляем значения в формулу (10) и получаем:

$$\psi_{\text{ПР}} = 0,92(19 - 0,01 * 200) \frac{1,2 * 30}{200} = 2,82$$

При сварке в углекислом газе $A = 0,0081$. Тогда глубина провара H для этих условий [12]:

$$H = 0,0081 \sqrt{\frac{q_{\text{П}}}{\psi_{\text{ПР}}}} = 0,0081 \sqrt{\frac{10434}{2,82}} = 0,49 \text{ см}$$

Определим площадь проплавления по формуле [6]:

$$F_{\text{ПР}} = \frac{\pi \psi_{\text{ПР}} H^2}{4}$$

где $\psi_{\text{ПР}}$ – коэффициент формы провара, равный 2,82;

H – глубина проплавления.

Подставляем значения в формулу и получаем:

$$F_{\text{ПР}} = \frac{3,14 * 2,82 * 4,9^2}{4} = 53,15 \text{ мм}^2$$

Площадь наплавки равна 53,15 мм². Рассчитаем долю участия основного металла в металле шва по формуле [2]:

$$\gamma_0 = \frac{F_{\text{ПР}}}{F_{\text{Н}} + F_{\text{ПР}}}$$
$$\gamma_0 = \frac{53,15}{32 + 53,15} = 0,62$$

Запишем полученный режим сварки в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

Толщина метала, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U , В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход Ar + CO_2 , л/мин.	$n_{пр}$
10	1,2	190-220	28-30	4	9-11	3

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	Расход газа, л/мин	$n_{пр}$
3	T3-10	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	3
4	C7	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	2
5	C4	1,2	8-12	260-280	26-28	16,2	14-16	1
6	T3- 5	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	1
7	C7	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	1
8	H1-3	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	1
9	H1-5	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	1
10	T1- 5	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	1
11	C7	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	1

4.7 Выбор основного оборудования

Выбираем сварочное оборудование для механизированной сварки в среде защитных газов: выпрямитель ВС-300Б [19] и полуавтомат ПДГ-312 [20]. Технические характеристики выпрямителя ВС-300Б представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Технические характеристики выпрямителя ВС-300Б [19]

Параметр	Значение
Питание сети,	380 В, 50 Гц, 3 фазы
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ, %)	315 (80)
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-350
Номинальное рабочее напряжение, В	32
Напряжение холостого хода, В, не более	45
Количество ступеней регулирования	20
Потребляемая мощность, кВа, не более	25
Масса, кг, не более	120
Габариты, мм, не более	850x420x800

Сварочный выпрямитель марки ВС-300Б (с блоком управления полуавтоматом, встроенным) используется в качестве источника для полуавтоматической дуговой сварки сварочной проволокой в среде защитных газов на постоянном токе коррозионностойких, углеродистых, легированных сталей.

Данный выпрямитель имеет жесткую внешнюю характеристику и ступенчатую регулировку выходного напряжения. Большая мощность, и малые габариты позволяют успешно конкурировать с похожими выпрямителями в тяжелых производственных условиях и при ремонтно-восстановительных работах.

Выпрямитель сварочный ВС-300Б имеет 20 ступеней регулировки и может стыковаться с подающими механизмами типа ПДГ [19].

Технические характеристики полуавтомата ПДГ-312 представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Технические характеристики полуавтомата ПДГ-312 [20]

Пара метр	Значение
Напряжение питания, В	27
Частота, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А	315
Диапазон регулирования сварочного тока, А	40-25
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Номинальный режим работы ПВ при цикле 5 мин., %	60
Мощность электродвигателя подающего механизма, Вт	145
Диаметр стальной сплошной проволоки, мм	0,8-1,6
Пределы регулирования скорости подачи проволоки, м/ч	40-960
Тип разъема горелки	KZ-2
Масса, кг	20
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	600x240x450

Полуавтомат дуговой сварки СЭЛМА ПДГ-312-5 предназначен для дуговой сварки плавящимся электродом на постоянном токе в среде защитных газов изделий из малоуглеродистых и низколегированных сталей, с естественным охлаждением горелки.

Управление полуавтоматом осуществляется с помощью органов управления, расположенных на механизме подачи, и кнопки на горелке. Полуавтомат имеют независимое, плавное регулирование скорости подачи электродной проволоки, которое регулируется ручкой потенциометра, расположенного на механизме подачи.

4.8 Контроль качества ремонтных работ, приемка РВС после ремонта

Нормы дефектности устанавливаются СНиП 3.03.01-87 и Правилами технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту.

При полном обследовании РВС, при контроле сварных соединений

днища, окраек и уторного шва, для обнаружения сквозных дефектов применяют вакуум-метод.

При ремонте резервуаров применяются следующие виды контроля качества сварных соединений [21];

- визуальный контроль;
- измерительный контроль;
- контроль герметичности сварных швов методом керосиновой пробы, избыточного давления, вакуумных камер или цветной дефектоскопии;
- физические испытания (радиография или ультразвуковая дефектоскопия) для определения внутренних дефектов;
- гидравлические и пневматические испытания.

Визуальному контролю должны подвергаться 100 % ремонтируемых сварных соединений.

К недопустимым внешним дефектам сварных резервуаров относятся трещины любых видов.

Контроль качества сборочных и сварочных работ при ремонте резервуаров проводится в соответствии с ГОСТ 23118 - 2019 «Конструкции металлические строительные. Общие технические условия» [22].

Контроль выполненных работ осуществляют [10]:

- визуальным осмотром мест и элементов исправления в процессе сборки, сварки резервуаров с измерением геометрических параметров сварных швов;
- испытанием швов на герметичность;
- проверкой сварных соединений рентгено- и гамма-просвечиванием или другими физическими методами;
- окончательным испытанием резервуара на прочность, устойчивость и герметичность.

Наружному осмотру подвергаются 100 % всех сварных соединений, выполненных при ремонтных работах.

В старых клепаных резервуарах подвергаются проверке заклепочные

соединения в зонах, прилегающих к ремонтируемому участку. Проверку выполняют простукиванием легким молотком по головкам заклепок (качественные заклепки не издадут дребезжащего звука), затем проверяют герметичность вакуум-методом.

Контроль сварных соединений посредством визуального осмотра необходимо проводить на соответствие требованиям ГОСТ 8713 - 79 [15], ГОСТ 23118 - 99 [22]. Внешнему осмотру и измерению геометрических размеров сварных швов подлежат все сварные соединения четырех нижних поясов и прилегающие к ним зоны основного металла на расстоянии не менее

20 мм, которые перед осмотром должны быть очищены от краски, грязи и нефтепродукта.

Визуальный осмотр, измерения геометрических размеров швов проводятся шаблонами в условиях достаточной освещенности с целью выявления следующих наружных дефектов [23]:

— несоответствия размеров швов требованиям проекта, ГОСТ 23118 – 99 [22];

— трещин всех видов и направлений; подрезов, прожогов, незаваренных кратеров, непроваров, пористости и других технических дефектов,

— отсутствия плавных переходов от одного сечения к другому; несоответствия общих геометрических размеров сварного узла требованиям проекта.

Геометрические размеры стыковых, нахлесточных и угловых швов измеряются с целью определения с помощью шаблонов соответствия их размеров требованиям проекта и стандартов.

При осмотре сварных швов окрайка днища с наружной стороны необходимо установить качество сварки стыкуемых кромок по всему

периметру, а также измерить расстояние между сварными швами окрайка днища и вертикальными сварными швами первого пояса.

Стыки нижнего пояса стенки резервуаров и листов днища, а также стыки верхнего пояса стенки и верхнего обвязочного уголка должны быть

расположены в разбежку. Расстояние между стыками смежных элементов должно быть не менее 200 мм, а расстояние между монтажными стыками — не менее 500 мм.

Вертикальные сварные швы первого пояса стенки резервуара не должны быть расположены между приемо-раздаточными патрубками.

Все сварные соединения, выполненные в период ремонтных работ, подвергаются 100 %-ному контролю на герметичность вакуум-методом или керосиновой пробой.

Сварные стыковые и нахлесточные соединения стенки, сваренные сплошным швом с наружной стороны и прерывистым с внутренней, проверяют на герметичность путем обильного смачивания их керосином.

В зимних условиях для ускорения процесса контроля разрешается смачивать сварные соединения керосином, предварительно нагретым до температуры 60...70 °С. В этом случае процесс контроля герметичности сокращается до 1 часа.

Испытание на герметичность сварных соединений днища резервуаров производится вакуум-методом.

Испытание на герметичность сварных соединений закрытых коробов понтона и плавающих крыш проводят путем нагнетания в них воздуха компрессором до избыточного давления | кПа с одновременным смазыванием всех наружных швов мыльным раствором или другим пенным индикатором.

Испытания на герметичность сварных соединений кровли и обвязочного уголка проводят одним из следующих способов: вакуум-камерой, керосином или внутренним избыточным давлением воздуха.

В резервуарах повышенного давления при испытании герметичности кровли на избыточное давление необходимо при достижении эксплуатационного давления проявлять осторожность (медленное повышение давления) во избежание потери устойчивости торцевой части.

Обнаруженные в процессе испытания на герметичность дефекты в сварных соединениях отмечают мелом или краской, удаляют на длину

дефектного места плюс 15 мм с каждого конца и заваривают вновь.

Исправленные дефекты в сварных соединениях должны быть **ВНОВЬ** подвергнуты повторному контролю на герметичность. Исправлять одно и то же дефектное место разрешается не более двух раз.

Обнаруженные дефекты в сварных соединениях кровли резервуара (не повышенного давления) устраняют повторной подваркой без удаления дефектных участков.

Отремонтированные участки сварных стыковых соединений окрайка днища и вертикальных стыковых соединений первого пояса, соединений второго, третьего и четвертого поясов (преимущественно в местах пересечений этих соединений с горизонтальными) резервуаров вместимостью 2000 м³ и более подвергаются контролю просвечиванием – рентгена- или радиографированием. Оценка качества сварных соединений по данным просвечивания осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7512 - 82 [24].

Просвечивание осуществляется до гидравлического испытания резервуара.

Допускается контроль швов ультразвуковым методом с последующим просвечиванием дефектных и сомнительных мест.

В резервуарах вместимостью до 1000 м³ с разрешения главного инженера допускается контроль качества сварных швов керосином.

Сварные соединения двух нижних поясов стенки резервуаров вместимостью 2000 м³ и более, изготовленных из кипящей стали, после КР должны подвергаться 100 %-ному контролю просвечиванием.

Окончательные испытания резервуара на прочность, устойчивость и герметичность проводят в случае КР основания, днища, окрайка, стенки, покрытия и анкерных устройств (за исключением работ по герметизации и устранению мелких дефектов отдельных мест кровли, днища и верхних поясов стенки), посредством заполнения резервуара водой на полную высоту и создания соответствующего избыточного давления или вакуума.

В процессе испытания ведется наблюдение за появлением возможных дефектов в отремонтированных местах: в стыковых соединениях стенки, в сопряжении стенки с днищем и других ответственных соединениях. Если в процессе испытания по истечении 24 часов на поверхности стенок резервуара или по краям днища не появится течи и уровень воды в резервуаре не будет снижаться, то резервуар считается выдержавшим гидравлическое испытание.

После окончания гидравлического испытания резервуара и спуска воды для проверки качества отремонтированного основания (равномерности осадки) проводится нивелирная съемка по периметру резервуара не менее, чем в восьми точках и не реже, чем через 6 м.

Контроль геометрической формы стенки после исправления значительных выпучин и вмятин осуществляется путем измерения отклонения середины и верха каждого пояса по отношению к вертикали, проведенной из нижней точки первого пояса в местах исправлений. Измерения отклонений стенки резервуара от вертикали при заполнении его до расчетного уровня

проводят по отвесу, геодезическими и другими способами. После выполнения комплекса окончательных испытаний и при отсутствии

дефектов в виде свищей, трещин, вмятин или значительных деформаций, превышающих допустимые отклонения согласно ГОСТ 23118 - 99 [22], испытание считается законченным и в установленном порядке составляется акт о приемке и вводе резервуара в эксплуатацию с приложением документации на выполненные работы.

5. Оборудование, механизмы и материалы для ремонта резервуаров

При проведении ремонта может быть применено следующее оборудование, приспособления и инструмент [17]:

- грузоподъемные механизмы (лебедки, краны, домкраты, тельферы);
- такелажное оборудование и оснастка;
- устройства и приспособления для работы на высоте (инвентарные строительные леса, подмости, навешиваемые и прикрепляемые на крыше резервуара люльки, стремянки и т.п.);
- оборудование и инструмент для резки металла, сварных соединений;
- сварочное оборудование и инструмент для выполнения сварочных работ (ручная электродуговая сварка, сварка полуавтоматами и т.п.);
- строительное оборудование для производства работ по устранению осадок резервуара, укреплению и уплотнению оснований и фундаментов;
- вспомогательные монтажные приспособления и инструмент (клинья, скобы, тросы, стяжки, талрепы, молотки, кувалды и т.п.);
- материалы (швеллеры, уголки, тавровые и двутавровые балки и другая сортаментная сталь);
- приспособления и приборы для проведения испытаний на прочность и герметичность (вакуум-камеры, насосы, манометры); измерительный инструмент (рулетки, штангенциркули, кронциркули и т.п.);
- средства индивидуальной защиты и спецодежда (монтажные каски, предохранительные пояса и т.п.).

Для ремонта резервуаров следует применять приспособления и инструмент, выпускаемые серийно промышленностью и имеющие заводскую маркировку. Целесообразно применять наиболее прогрессивное технологическое оборудование, обеспечивающее высокую производительность ведения ремонтно-монтажных работ и значительно снижающее использование ручного труда.

Грузоподъемные механизмы, такелажное оборудование и оснастка

должны подвергаться техническим освидетельствованиям в сроки, устанавливаемые инструкциями и ведомственными службами Госгортехнадзора России.

Сроки и даты проверки, допустимые нагрузки, грузоподъемность указываются на регистрационных — табличках, установленных на соответствующем оборудовании и механизмах.

Работы по подъему, перемещению, транспортированию грузов должны выполняться в соответствии с ГОСТ 12.3.009 - 76 [18] и ГОСТ 12.3.020 – 80 [19].

Оборудование для резки, сварки, электрооборудование должно быть работоспособным, находиться в исправном состоянии, проверено перед проведением работ, а также удовлетворять требованиям электро- и пожаробезопасности, правилам охраны труда, ПУЭ.

Измерительный инструмент и приборы, используемые для определения линейных, массовых, объемных, электрических и других величин должен иметь метрологическую аттестацию и поверяться в сроки, определяемые Госстандартом или ведомственной метрологической службой.

Для ремонта и замены дефектных участков стенки, окрайка днища, несущих конструкций и колец жесткости, кровли резервуаров (в том числе повышенного давления), понтонов и плавающих крыш резервуаров, эксплуатируемых в районах с различной расчетной температурой наружного воздуха, в зависимости от вместимости резервуаров рекомендуется применять необходимые марки сталей, которые должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий и удостоверяться сертификатами заводов-поставщиков.

Для ремонта стенки и днища горизонтальных сварных резервуаров следует применять сталь марки ВСт3Зсп3 по ГОСТ 380 - 2005 [20] «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки».

Для ремонта стенки и днища резервуаров емкостью 3 и 5 мз, а также для колеи жесткости, треугольных опорных диафрагм и стяжных хомутов

резервуаров всех емкостей в районах с расчетной температурой до минус 30 °С допускается применение стали марки СтЗкп2 по ГОСТ 380 - 94 [20].

При ремонте теплоизоляции резервуаров и трубопроводов из ППУ дефектные места (отслоения, смятия и пр.) очищаются до металла. Затем металл зачищается, покрывается грунтовкой, и на него напыляется ШТУ.

Аналогично ремонтируются трещины теплоизоляции из ППУ. При ремонте теплоизоляции на верхних поясах резервуаров применяются люльки различных КОН структур или автоподъемники.

Для ремонта и устранения дефектов с применением эпоксидных составов должны применяться следующие материалы: эпоксидная смола ЭД-20, смола низкомолекулярная полиамидная Л-20, полиэтиленполиамин, дибутилфталат, стеклоткань, пудра алюминиевая ПАК-1, ацетон технический, наждачная бумага № 3...5, шпатлевка 31-0010. толуол технический, бензин, гексаметилендиамин, растворитель Р-4.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

6.2 Экономический анализ монтажа

Разработка процесса монтажа резервуара допускает различные варианты решения.

Сварочная техника позволяет изготавливать одни и те же конструкции различными способами. После выбора способов сварки по качественным критериям часто возникает ситуация, при которой несколько вариантов удовлетворяет факторам выбора. Для окончательного принятия решения и выбора единственного варианта технологии в этом случае требуется сравнительная экономическая оценка. Наиболее оптимальной и эффективной будет технология с минимальными затратами и, как правило, с максимальной производительностью.

Показатель приведенных затрат является обобщенным показателем. В нем находят отражения большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса. Расчет приведенных затрат $Z_{п}$, руб/изд. производят по формуле [30]:

$$Z_{п}=C+ E_{н} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

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

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

В разработанной технологии монтажа резервуара в качестве способа сварки предложена автоматическая сварка под слоем флюса и механизированная сварка в защитном газе. Сварка под слоем флюса выполняется проволокой проволоку *ESAB OK Autrod 12.10* диаметром 3 и 5 миллиметров. Для защиты сварочной дуги применяется флюс *ESAB OK FLUX 10.80*. Автоматическая сварка выполняется трактором *LT-7* питаемым от выпрямителя *Idealarc DC-600*. Механизированная сварка в среде защитных газов выполняется проволокой Св-08Г2С, сварочная дуга защищается смесью *ISO 14175 – M21*. Механизированная сварка выполняется выпрямителем ВС-300Б [19] и полуавтоматом ПДГ-312

Проведем технико-экономический анализ разработанного процесса монтажа резервуара.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [30]:

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

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

K_n – стоимость приспособлений;

$K_{n.o.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{зд}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

6.2.2 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [28]:

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

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

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

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [19,20,31,32]

Наименование оборудования		Цо, руб
ПДГ-312-5	2 шт.	44679
BC-300 Б	2 шт.	64200
LT-7	1 шт.	1542701
DC-600	1 шт.	934817

$$K_{CO} = 44679 \times 2 \times 0,752 = 67165 \text{ руб} \times \text{год}.$$

$$K_{CO} = 64200 \times 2 \times 0,527 = 696510 \text{ руб} \times \text{год}.$$

$$K_{CO} = 1542701 \times 1 \times 0,064 = 98313 \text{ руб} \times \text{год}.$$

$$K_{CO} = 934817 \times 1 \times 0,064 = 59574 \text{ руб} \times \text{год}.$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		K_{CO} , руб. · год
ПДГ-312-5	2 шт.	67165
BC-300 Б	2 шт.	696510
LT-7	1 шт.	98313
DC-600	1 шт.	59574
Итого		321561

6.2.3 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в автокран СКГ-631 [33] грузоподъемностью $Q=63$ т. определяют по формуле:

$$K_{n.o.} = C_{n.o.} \times n_{n.o.}, \quad (6.4)$$

где $C_{n.o.}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$n_{n.o.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{n.o.} = 11420000 \times 1 = 11420000 \text{ руб.}$$

6.2.4 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

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

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_z \times (C_M + C_{с.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{об}), \quad (6.5)$$

где C_M – затраты на основной материал, руб;

$C_{с.м.}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{зп.сд.}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{э.с.}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования.

6.2.5 Определение затрат на металл

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия, определяем по формуле [28]:

$$C_M = m_M \times k_{m.z.} \times C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (6.6)$$

где m_M – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_M – средняя оптовая цена стали С345, на 01.01.2022, руб./кг для стали С345

$C_M = 46,12$ руб./кг [34], при $m_M = 92900$ кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [32].

$$C_M = 1,04 \times (92900 \times 60,7) = 4455929,92 \text{ руб./изд.}$$

6.2.6 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [30]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^n G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.} \text{ руб./изд.}, \quad (6.7)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:

$G_d = 123,784$ кг – для проволоки Св-08Г2С для сварки в защитном газе;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода)

$k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,

$\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.} = 169$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С для сварки в защитном газе, руб/кг на 01.01.2021 [35];

$$C_{п.с.средн.} = 11,133 \times 250 \times 1,02 \times 1,0 + 11,133 \times 250 \times 1,02 \times 1,0 = 38842,59 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [30]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 0,66$ м³/ч.

$C_{г.з.}$ – стоимость смеси, м³, $C_{г.з.} = 62,52$ руб./ м³;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 52,75$ ч.

$$C_{з.г.} = 0,66 \times 62,52 \times 52,75 = 2173,07 \text{ руб./изд.}$$

Расход сварочного флюса можно определить через расход сварочной проволоки по формуле [18]:

$$M_{\phi} = K_{\phi} \times M_{эп}, \quad (6.9)$$

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

$$M_{\phi} = 1,2 \times 40,49 = 48,59 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс [18]:

$$C_{\phi} = M_{\phi} \times C_{\phi}, \quad (6.10)$$

где C_{ϕ} – цена на флюс *OK Flux 10.81* [37], $C_{\phi} = 207,8$ руб;

$$C_{\phi} = 48,59 \times 207,8 = 10096,57 \text{ руб.}$$

6.2.7 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [30]:

$$C_z = t_k \cdot ЧТС \cdot K_{доп} \cdot K_{д.з.} \cdot K_c, \quad (6.11)$$

где t_k – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС – 74,85 руб. [30];

$K_{доп}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{д.з.}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 1,3 [30].

$$C_z = 70,18 \cdot 74,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 14913,68 \text{ руб/изд.}$$

6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

С учетом полевых условий работы, в данный расчет следует включить:

- расход дизельного топлива, потребляемого генератором:

$$C_{топ} = t_{дг} \times M_{топ} \times C_{топ}, \text{ руб.} \quad (6.12)$$

где $t_{дг}$ – продолжительность работы дизельного генератора во время сварки двух стыков, при нагрузке 70%, $t_{дг} = 70,177$ ч;

$M_{топ} = 34$ л/час – расход топлива за час работы при нагрузке 70%;

$C_{топ} = 45$ руб/л – цена дизельного топлива [38];

$$C_{mon}=70,177 \times 34 \times 45= 107371,37 \text{ руб.},$$

- расход масла:

$$C_{мас}=t_{дз} \times M_{мас} \times Ц_{мас}, \text{ руб.} \quad (6.13)$$

где $M_{мас}=0,07$ л – расход масла за час работы при нагрузке 70%;
 $Ц_{мас}=70$ руб/л – цена масла [39].

$$C_{мас}=70,177 \times 0,07 \times 70= 343,87 \text{ руб.},$$

Затраты на электроэнергию составят:

$$З_{мэ}= 107371,37+343,87 =1077015,24 \text{ руб.}$$

6.2.9 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [30]:

$$C_{об} = \frac{K_o \cdot \mu_o}{T_o \cdot N_z} + \frac{K_{п} \cdot \mu_n}{T_{п} \cdot N_z} + \frac{K_{п.о} \cdot \mu_{п.о}}{T_{п.о} \cdot N_z}, \quad (6.14)$$

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

T_o – срок службы основного сварочного оборудования, $T_o = 5$ лет;

$K_{п}$ – стоимость приспособлений;

$T_{п}$ – срок службы приспособлений, $T_{п} = 5$ лет

$K_{п.о.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{п.о}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{п.о}=20$ лет [40];

$N_{Г}$ – годовая программа выпуска, $N_{Г}=1$ шт.

$$C_{об}=1110055,2 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [30]:

$$C_{\text{рво}} = \frac{(K_O \times \mu_o + K_{II} \times \mu_n + K_{II.O} \times \mu_{n.o}) \times k_{\text{рво}}}{N_z} \quad (6.15)$$

где $k_{\text{рво}}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{рво}} = \frac{((44679 + 64200) \times 2 + (1542701 + 934817) \times 1 + 0 \times 0 + 11420000 \times 1) \times 0,03}{1} = 423458,28 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.3.

Таблица 6.3 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	4455929,9 2
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	38842,59
2.3	Затраты на защитный газ	2173,07
2.4	Стоимость флюса	10096,57
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	14913,68
4	Затраты на электроэнергию	1077015,24

Продолжение таблицы 6.3

1	2	3
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	
5.1	Амортизационные отчисления	1110055,2
5.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	423458,28
ИТОГО технологическая себестоимость:		1307686,25

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C = I \times (4455929,92 + 38842,59 + 2173,07 + 10096,57 + 14913,68 + 1077015,24 + 1110055,2 + 423458,28) = 7132484,54 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 321561 + 11420000 = 11741561,25 \text{ руб/изд. год,}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z^2 = 7132484,54 + 0,15 \cdot 11741561,25 = 8893718,73 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Основные технико-экономические показатели участка

№	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	1
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	70,18
3	Количество комплектов оборудования, шт.	3
4	Количество производственных рабочих, чел	2
5	Норма расхода материала, кг	92900
6	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	8893718,73
7	Себестоимость одного изделия, руб	1307686,25

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

- капитальные вложения 11741561,25 руб;
- себестоимость продукции 7132484,54 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 8893718,73 руб/изд. год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе производится сварка и контроль качества резервуара для хранения мазута РВС 5000 м³. По разработанному технологическому процессу производится механизированная сварка сплошной проволокой и сварка под слоем флюса. В качестве сварочного оборудования используется выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312. В качестве контролирующих методов используются: визуально-измерительный; метод неразрушающего радиографического контроля с помощью импульсный рентгеновский аппарат ПИОН-2ММ; ультразвуковой контроль, применяется ультразвуковой дефектоскоп А1214 Эксперт; вакуумный контроль; капиллярный контроль (цветная дефектоскопия).

7.2 Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве. Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;

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

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

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

К нормативным документам относятся:

- 1 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
- 2 ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное

заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

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

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

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

6 Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

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

8 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

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

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

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Производственные условия характеризуются, как правило, наличием опасных и вредных факторов. Произведем анализ факторов применимо к данному проекту.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При дуговой сварке вне помещения, т.е. в нестационарных условиях и последующем рентгенографическом контроле могут быть выявлены следующие опасные и вредные факторы [41]:

- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- ультрафиолетовое и инфракрасное излучение;

- психофизиологические нагрузки на рабочего;
- пожароопасность;
- опасность поражения электрическим током.

При изготовлении трубопроводов с применением дуговой сварки производится выделение в окружающую среду пыли (до 180 мг/м³) с содержанием марганца до 13,7%, а также СО₂ до 0,5-0,6%, СО – до 160 мг/м³, окислов азота до 8 мг/м³, озона – до 0,35 мг/м³. содержание аэрозолей и пыли в воздухе рабочей зоны не превышает предельно-допустимой концентрации, так как работы производятся на открытом воздухе и не требуют применения вентиляции. Озон и окислы азота, образующиеся в результате радиолиза воздуха вне помещения опасности, не представляют, так как рассеиваются в большом объеме окружающего воздуха.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- выпрямитель ВС-300Б;
- полуавтомат ПДГ-312;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток (m = 2 кг) ГОСТ 2310-77, шабер, углошлифовальная машина Вихрь УШМ-125/800 ГОСТ 12.2.013.3-2002, молоток рубильный МР – 22.

Шумом принято называть любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека, и представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Характеристикой шума является уровень звукового давления. Источниками шума на участке служит источник тока и треск при проведении сварочных работ [42].

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Допустимый уровень звукового давления (дБ) и уровень звука (дБА) должны быть следующими: уровень звукового давления 99-85 дБ при среднегеометрической частоте октавных полос 63-8000 Гц, уровень звука – 85 дБА. На проектируемом участке уровень шума ниже предельно-допустимого и защиты от шума не требуется.

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противощумовые наушники.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172÷293 Дж/с (150÷250 ккал/ч) [43].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать сборочно-сварочное приспособление.

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

5. Вибрация.

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

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

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают углошлифовальные машинки.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Освещение, обеспечивающее нормальные зрительные условия работы, является важным фактором в организации производственного процесса.

Требуемый уровень освещения определяется степенью точности сборочных работ.

При сварке резервуара применимо только световое время суток. В разные времена года оно различно. Так в летний период времени рабочий день составляет 12 часов, а в зимний – не более 8 часов, поэтому практический расчет освещения производится не будет.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Ультрафиолетовое и инфракрасное излучение от нагретого металла, сварочной ванны и сварочной дуги, так называемое лучистое тепло, может быть опасным для работающего. Нагретые твердые тела становятся источниками теплоты и путем конвекции нагревают воздух вокруг себя. Под действием ультрафиолетового и инфракрасного излучения, в организме человека происходят биохимические сдвиги и нарушение работы сердечно-сосудистой и нервной систем.

Импульсный рентгеновский аппарат ПИОН-2ММ может представлять опасность как источники рентгеновского излучения. При проведении рентгенографического контроля персонал может подвергаться воздействию прямого и рассеянного излучения.

2. Защита от сварочных и рентгеновских излучений.

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

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

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

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.1.

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

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь

гладкий покрой, а брюки необходимо носить навыпуск [44].

Таблица 7.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
1	2
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
иток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Другим опасным фактором является ионизирующее излучение. При эксплуатации рентгеновских аппаратов следует руководствоваться «Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99), «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-99), «Санитарными правилами и нормативами» (СанПиН 2.6.1.1015-01), а также инструкциями по эксплуатации аппаратов.

В соответствии с НРБ-99 установлены следующие категории облучаемых лиц:

- персонал, то есть работающие с источниками радиоактивного облучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б);
- население.

Для этих категорий установлены следующие дозовые пределы, превышение которых рассматривается как повышенное или аварийное облучение (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Пределы облучения

Категория	Дозовый предел эффективной дозы, м ³ в/год	Проектная мощность дозы, мР/смену
Группа А	20, но не более 50	8
Группа Б	5, но не более 12,5	2
население	1, но не более 5	0,03 мР/ч

Снижение уровня дозовой нагрузки до указанных предельных значений осуществляют следующим образом:

- применение барьерной защиты из поглощающих материалов;
- защита расстоянием, т.е. удалением от аппарата на безопасное расстояние;
- защита временем, т.е. ограничением времени работы аппарата.

Практически возможна комбинированная защита всеми тремя способами или их попарными сочетаниями. Применяемые методы защиты определяются условиями, в которых проводится рентгенографический контроль.

При просвечивании в полевых условиях защита осуществляется расстоянием, а при необходимости и ограничением времени наработки в смену. При этом персонал должен находиться в наиболее безопасной зоне вне прямого пучка. Для импульсных рентгеновских аппаратов такой зоной является конус с углом при вершине 150° , ось которого совпадает с продольной осью аппарата, направление противоположно пучку излучения, а вершина находится в фокусе рентгеновской трубки. Безопасное расстояние в этой зоне составляет 20 м для персонала группы А и 100 м для персонала группы Б. Мощность экспозиционной дозы при этом для первых не превышает 1,5 мкР/с, а для вторых – 0,15 мкР/с. В этом случае время работы ограничено только тепловыми режимами аппарата и составляет 50% общего рабочего времени. Если необходимое для контроля время еще меньше, то и безопасная зона может быть уменьшена. При необходимости нахождения оператора на меньшем расстоянии, чем указано выше и 50% сменной наработке, следует использовать дополнительные ширмы и экраны. Граница радиационно-опасной зоны должна

обозначаться знаками радиационной безопасности и предупреждающими плакатами с расстоянием видимости не менее 3 м.

Рабочий пучок излучения следует ограничивать тубусами, коллиматорами и т.д. За изделием рекомендуется ставить свинцовый экран.

Во время работы аппаратуры оператор не должен оставлять без присмотра пульт управления.

До начала работ должны быть разработаны, согласованы и утверждены инструкции по радиационной безопасности, определены перечни лиц, которые будут работать в сфере действия рентгеновского излучения, обеспечены их обучение и инструктаж, назначены приказами лица, отвечающие за радиационную безопасность, контроль, учет и хранение аппаратов. Должна проводиться периодическая проверка знаний по технике безопасности, а также контроль за соблюдением правил и норм радиационной безопасности и за дозами облучения персонала.

3. Электрический ток.

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

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

4. Электробезопасность.

Для защиты от поражения электрическим током в полевых условиях применяют защитное заземление. Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрического и технологического оборудования, которое может оказаться под напряжением. Защитное заземление обеспечивает снижение напряжения между оборудованием и землей до безопасной величины.

В полевых условиях для заземления применяют естественные

заземлители: металлические конструкции зданий и сооружений, имеющие соединение с землей, обсадные трубы, металлические шпунты гидротехнических сооружений и т.д. Естественные заземлители необходимо связывать с заземляющей сетью не менее, чем двумя проводниками, присоединенных к заземлителям в разных местах.

Сопротивление заземляющего устройства для установок мощностью до 100 кВт должна быть R_3 менее 4 Ом.

Применяем для заземления вертикально забитые трубы длиной 2 м и диаметром 50 мм.

Сопротивление одиночного заземления вертикально устанавливаемого в землю определяется по формуле [45]:

$$R_{TP} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l_T} \times \ln \frac{2 \times l_T}{d}, \quad (7.1)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом см; $\rho = 1 \times 10^5$ Ом см;

l_T – длина трубы, мм; $l_T = 2000$ мм;

d – наружный диаметр трубы, см; $d = 5$ см.

$$R_{TP} = \frac{1 \times 10^5}{2 \times 3,14 \times 200} \times \ln \frac{2 \times 200}{5} = 13 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{TR}}{R_3 \times \eta_3}, \quad (7.2)$$

где R_3 – требуемое сопротивление осуществляемого заземления, Ом, $R_3 = 5$ Ом;

η_3 – коэффициент экранирования, $\eta_3 = 0,8$.

$$n = \frac{13}{5 \times 0,8} = 3,25 \text{ шт.}$$

Принимаем $n = 4$ шт.

Сопротивление металлической полосы, применяемой для соединения трубчатых заземлителей определяется по формуле:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \times h \times l} \times \ln \frac{2 \times l^2}{b/n}, \quad (7.3)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом см;

l_{Π} – длина полосы, см;

b – ширина полосы, см;

h – глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [45]:

$$l_n = 1,05 \times a \times (n-1), \quad (7.4)$$

где a – расстояние между заземлениями, см;

$$a = 2 \times l_{mp} = 2 \times 2 = 4 \text{ см.} \quad (7.5)$$

$$l_n = 1,05 \times 4 \times (4-1) = 13 \text{ м.}$$

$$R_{\Pi} = \frac{1 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 4200} \times \ln \frac{2 \times 1300}{80 / 4} = 18,4 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление всей системы, с учетом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_C = \frac{R_{TP} \times R_{\Pi}}{R_{TP} \times h_{\Pi} + R_{\Pi} \times \eta_{\Sigma} \times n}, \quad (7.6)$$

где $R_{тр}$ – сопротивление заземления одной трубы, Ом;

n – число труб заземлений, шт;

η_{\odot} – коэффициент использования труб контура, $\eta_{\odot} = 0,8$;

$h_{п}$ – коэффициент использования соединительной полосы, $h_{п} = 0,7$.

$$R = \frac{13 \times 18,4}{13 \times 0,7 + 18,4 \times 0,8 \times 4} = 3,5 \text{ Ом.}$$

В результате проведённых расчётов получаем, что система заземления состоит из четырёх труб, вертикально вбитых в землю диаметром 50 мм и длиной 2 метра. Сопротивление одиночного заземлителя равно 13 Ом. Соединены между собой отдельно вбитые элементы заземления металлической полосой.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м²;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

В процессе сварки выделяются вредные и токсичные вещества, а также их оксиды их соединения. Так как сварка магистральных трубопроводов производится в полевых условиях, то о целесообразности охраны окружающей среды вопрос не стоит. Но при применении кабины в механизированной сварке есть возможность установки фильтра очистки во избежание вредных выбросов в атмосферу.

При сварке вблизи леса необходимо наличие рядом со сварщиком не менее 2 огнетушителей и ящика с песком чтобы не допустить возгорание лесного массива.

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

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

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

ЧС военного времени. Особенности опасностей (чрезвычайных ситуаций) военного времени:

- они планируются, подготавливаются и реализуются человеком, его разумом и поэтому имеют более сложный и изощрённый характер, чем природные и техногенные опасности;

- в реализации опасностей военного времени меньше стихийного и случайного; оружие применяется, как правило, в самый неподходящий момент для жертвы агрессии и в самом уязвимом для неё месте;
- развитие средств поражения всегда опережает развитие адекватных средств защиты;
- для создания средств поражения всегда используются последние научные достижения, привлекаются лучшие научные силы, лучшая научно-производственная база; всё это ведёт к тому, что от некоторых средств нападения практически невозможно найти средств и методов защиты (например, ракетно-ядерное оружие);
- современные и будущие войны всё чаще носят террористический, антинациональный характер; мирное население воюющих стран превращается в один из объектов вооружённого воздействия с целью подрыва воли и способности противника оказывать сопротивление.

Основные принципы защиты населения при ЧС мирного и военного времени:

- обучение всех групп населения правилам поведения и основным способам защиты от ЧС, приёмам оказания первой медицинской помощи пострадавшим, правилам пользования средствами коллективной и индивидуальной защиты;
- обучение руководителей всех уровней управления действиям по защите населения от ЧС;
- выработка у руководителей и специалистов в области защиты от ЧС навыков по подготовке и управлению силами и средствами, входящими в единую государственную систему предупреждения и ликвидации ЧС;
- практическое усвоение работниками в составе сил РСЧС своих обязанностей при действиях в ЧС.

Защита населения в ЧС представляет собой комплекс мероприятий, проводимых с целью не допустить поражения людей или максимально снизить степень воздействия поражающих факторов.

Обязательным является комплексность проведения защитных мероприятий, использования одновременно различных способов защиты. Это связано со значительным разнообразием опасных и вредных факторов и повышает эффективность имеющихся в настоящее время способов защиты.

К основным способам защиты населения в ЧС относятся:

- укрытие населения в защитных сооружениях (средства коллективной защиты);
- использование средств индивидуальной защиты и медицинской защиты;
- рассредоточение и эвакуация населения из опасных зон.

Рабочие места обеспечиваются следующими средствами тушения пожара:

- огнетушитель химический пенный ручной ОП-10, предназначенный для тушения пожара твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 для тушения небольших поверхностей горючих жидкостей, электрооборудования и установок, находящихся под напряжением.

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

При организации труда необходимо учитывать психологические особенности отдельных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на

участке рабочие испытывают нервно-психологические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и т.д.

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

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

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

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

Заключение

В представляемой выпускной квалификационной работе разработана технология сборки-сварки резервуара РВС5000 м³.

В ВКР представлен рациональный выбор способа сварки, произведен выбор режимов сварки. В работе предложено применять для сварки днища резервуара сварку под слоем флюса. Представлены методы контроля качества резервуара четырьмя методами.

Разработаны мероприятия по технике безопасности и охрана труда при выполнении сборочно-сварочных и слесарных операций.

Приведен технико-экономический анализ разработанной технологии монтажа резервуара.

Количество приведенных затрат составило 8893718,73 руб/изд.

Библиография

1. ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия»
2. Розенштейн И.М. Особенности хрупкого разрушения сварных стальных конструкций// Заводская лаборатория. – 2007. – № 3.
3. Корольков П.М. Термическая обработка сварных соединений. – Киев: Екотехнологія, 2006. – 176 с.
4. ОСТ 36-50—86. Трубопроводы стальные технологические. Термическая обработка сварных соединений. Типовой технологический процесс; Введ. 01.01.1987. – М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1987. — 48 с.
5. РТМ 26-44-82. Термическая обработка нефтехимической аппаратуры и ее элементов. – Волгоград: ВНИИПТ-химнефтеаппаратуры, 1983. –17 с.
6. Поповский Б.В., Филиппов В.В., Яковлева С.П., Розенштейн И.М. / Местная термическая обработка сварных соединений вертикальных стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов // Безопасность труда в промышленности – 2012 - №8 С. 72-74
7. Ивличева Е.А. / Установка люков и патрубков на резервуар // Наука через призму времени – 2020 – №12 С. 49-50
8. Носов А.С. / Определение надежности сварного шва первого пояса РВС // Вестник современных исследований – 2018 – №11.1 С. 300-304.
9. Новиков В.Ф., Прилуцкий В.В., Сорокина С.В., Муратов К.Р., Рышков В.А. / Магнитный неразрушающий контроль напряжений в РВС // Новые технологии – нефтегазовому региону – 2010 С. 64-66.
10. Характеристика материала С345 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [С345 - Сталь для строительных конструкций Марочник стали и сплавов \(splav-kharkov.com\)](#)

11. Томас К.И., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» – 2011. – 247 с.
12. ПБ 03-605-03 «Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов».
13. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
14. СВ-08Г2С [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [СВ-08Г2С \(esab.ru\)](http://esab.ru)
15. Сварочная проволока ESAB ОК Autrod 12.10 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст: [Флюсы и проволоки для углеродистых и низколегированных сталей : Сварочная проволока ESAB ОК Autrod 12.10](#)
16. ОК FLUX 10.80 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст: [ОК Flux 10.80 \(esab.ru\)](#)
17. Флюс сварочный ESAB ОК FLUX 10.80 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст: [Сварочный флюс ESAB ОК FLUX 10.80 для сварки углеродистых и низколегированных сталей \(ventsvar.ru\)](#)
18. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
19. СВАРОЧНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ ВС-300 Б [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочный выпрямитель ВС-300 Б \(btsm-weld.ru\)](#)
20. СЭЛМА ПДГ-312-5 ПОЛУАВТОМАТ ДУГОВОЙ СВАРКИ [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [СЭЛМА ПДГ-312-5 Полуавтомат дуговой сварки купить со скидкой, цены снижены с доставкой по России \(100kwatt.ru\)](#)
21. Трактор LT-7 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Трактор LT-7 \(lincolnelectric.com\)](#)
22. LINCOLN ELECTRIC IDEALARC DC-600 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Lincoln Electric Idealarc DC-600 сварочный инвертор - купить с БЕСПЛАТНОЙ доставкой по России \(welding-russia.ru\)](#)
23. IDEALARC® DC-600. [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Microsoft Word - E5.40, Idealarc DC-600.doc \(lincolnweld.ru\)](#)

24. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: ИП РадиоСофт, 2007 – 288 с.
25. ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод
26. ГОСТ 24054-80 Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования
27. ГОСТ 18442-80* Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
28. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
29. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
30. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24
31. Сварочный трактор Lincoln Electric LT-7 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочный трактор Lincoln Electric LT-7 в Самаре - Велдинг Групп Самара \(gcver.ru\)](#)
32. Сварочный аппарат Lincoln Electric Idealarc DC-600 K1365-23 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочный аппарат Lincoln Electric Idealarc DC-600 K1365-23 - купить в интернет-магазине SvarDom](#)
33. Гусенечный кран СКГ-631 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Гусеничный кран СКГ-631 \(63 тонны\) - купить, цена от 3 840 000 руб. \(kran-dek.ru\)](#)
34. Лист стальной С345 в Кемерово [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Лист стальной С345 в Кемерово купить у 22 поставщиков \(pulscen.ru\)](#)

35. Проволока сварочная Св-08Г2С-О (15 кг; 1.2 мм; D300) Fubag 38889 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Проволока сварочная Св-08Г2С-О \(15 кг; 1.2 мм; D300\) Fubag 38889 - цена, отзывы, характеристики, фото - купить в Москве и РФ \(vseinstrumenti.ru\)](#)

36. Проволока сварочная ESAB ОК Autrod 12.10 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочная проволока сплошного сечения ESAB ОК Autrod 12.10 для полуавтоматической износостойкой наплавки под флюсом \(ventsvar.ru\)](#)

37. ОК Flux 10.81 ESAB 1081000200 эсаб флюс сварочный [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [ОК Flux 10.81 ESAB 1081000200 эсаб флюс сварочный \(svarportal.ru\)](#)

38. Цены на бензин, ДТ, газ в Кемеровской области [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Цены на бензин, ДТ, газ в Кемеровской области \(benzin-price.ru\)](#)

39. Автомобильные масла оптом по лучшим ценам, сравните прямо сейчас [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Oil-Clubs — Автомобильные масла оптом по лучшим ценам!](#)

40. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия

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

42. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.

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

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

46. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. – 96 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
 Приспособления сборочные

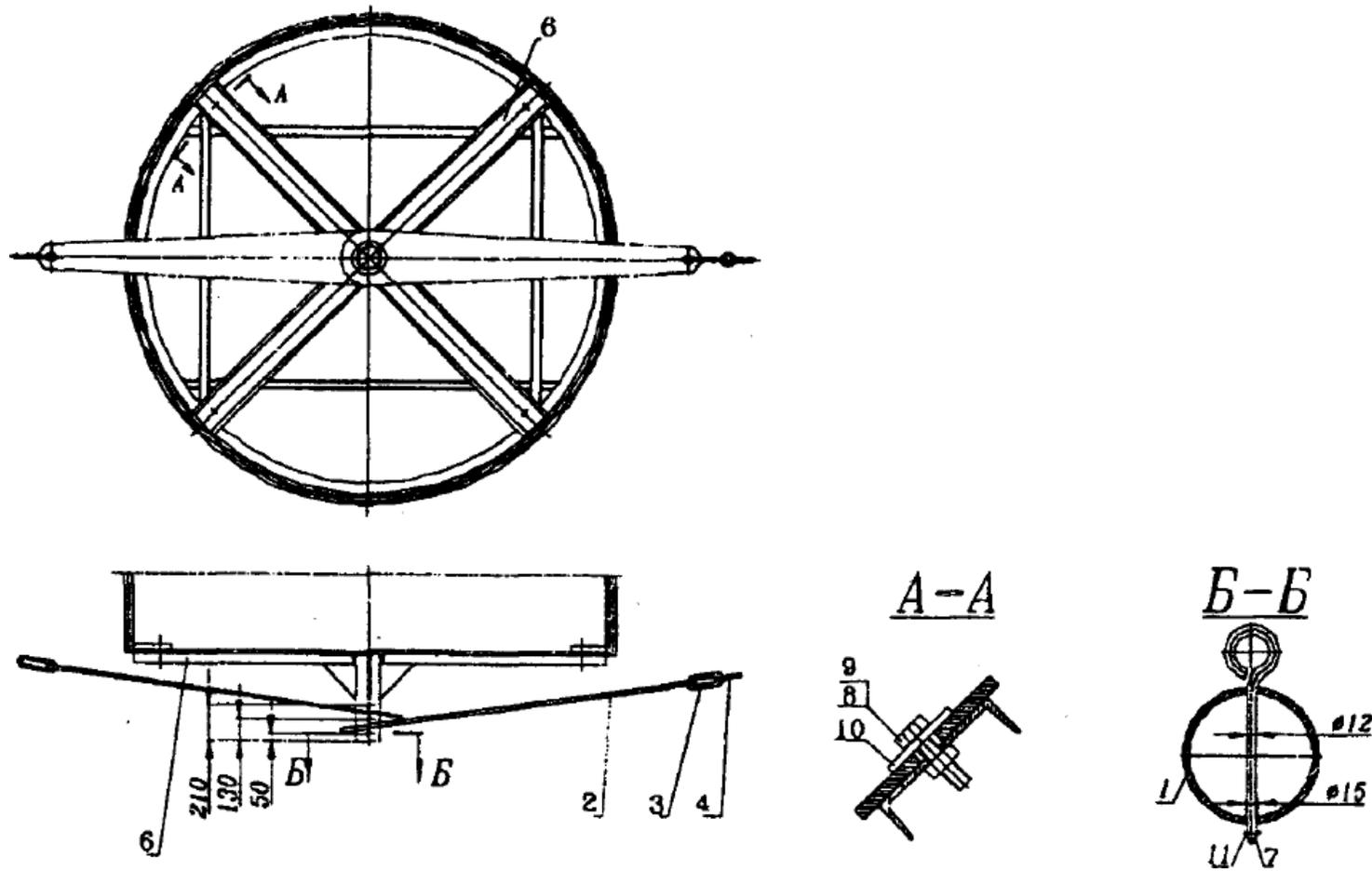


Рисунок а. Приспособление для раскатки рулонов

1 - труба 159 x 8,1 = 500 мм; 2 - щека; 3 - кольцо; 4 - канат 19,5, 1 = 200 м; s = 170; 5 - труба 159 x 8,1 - 13000 мм; 6 - крестовина; 7 - штырь; 8 - болт М20 x 70; 9 - гайка М20; 10 - шайба 100 x 22 x 10; 11 - шплинт 3 x 20

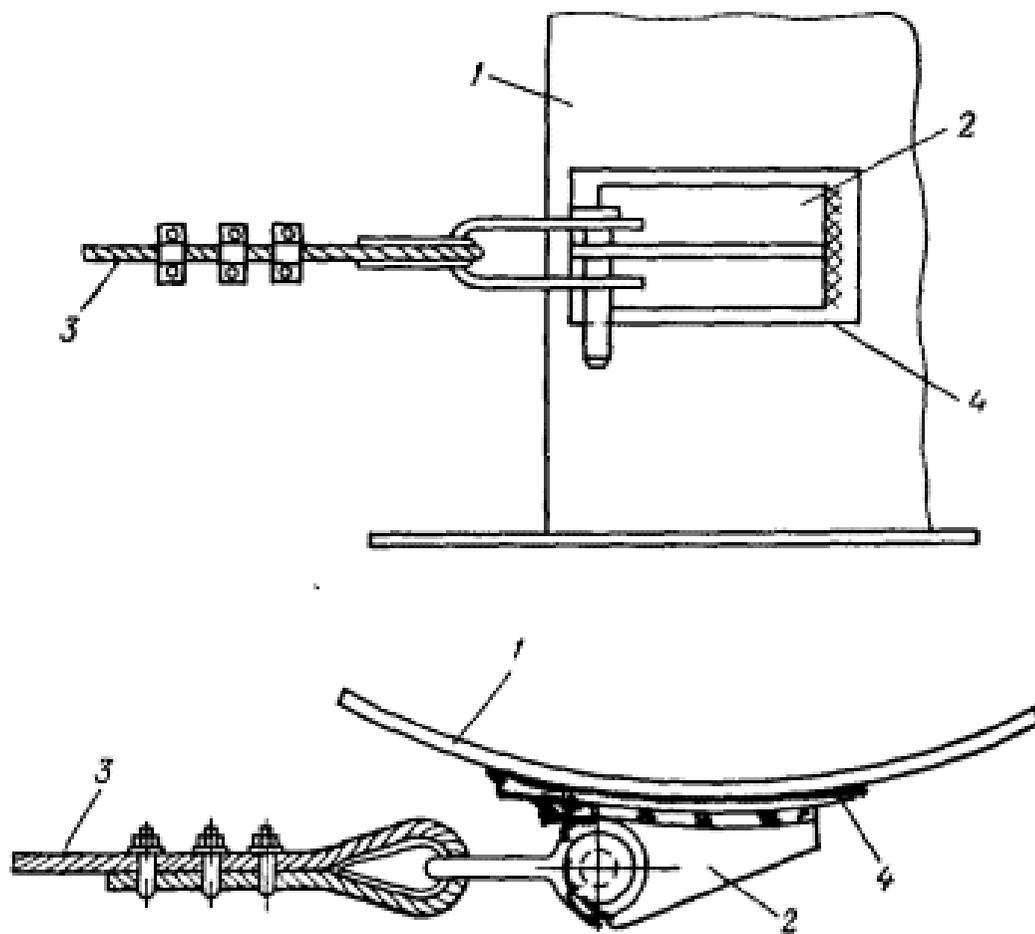


Рисунок б. Скоба для разворачивания рулона стенки

1 – лист; 2 – скоба; 3 – трос; 4 – пластина

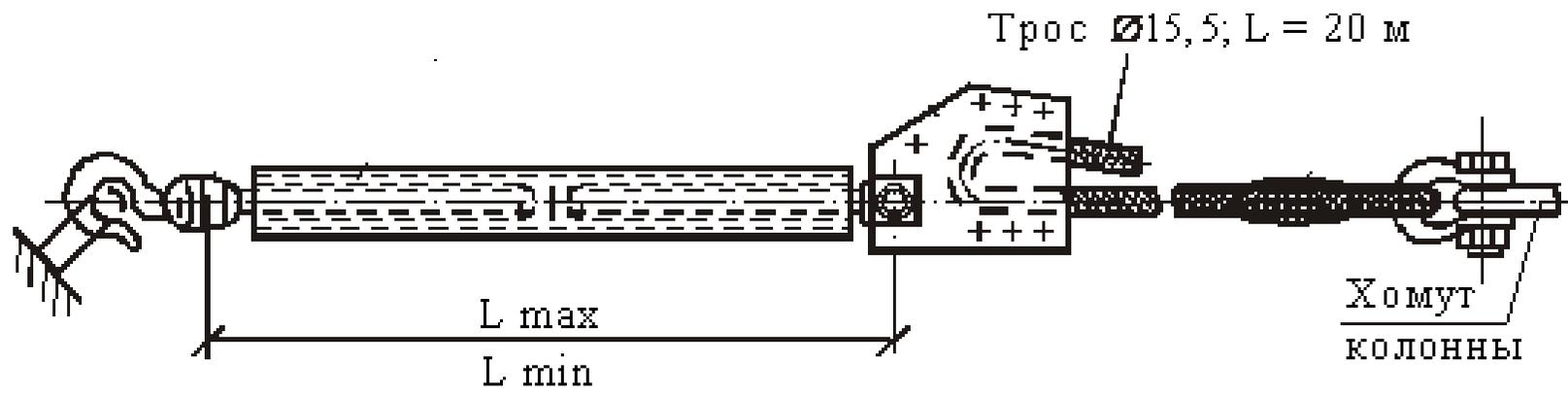


Рисунок в. Расчалка



Рисунок в. Скоба С-1

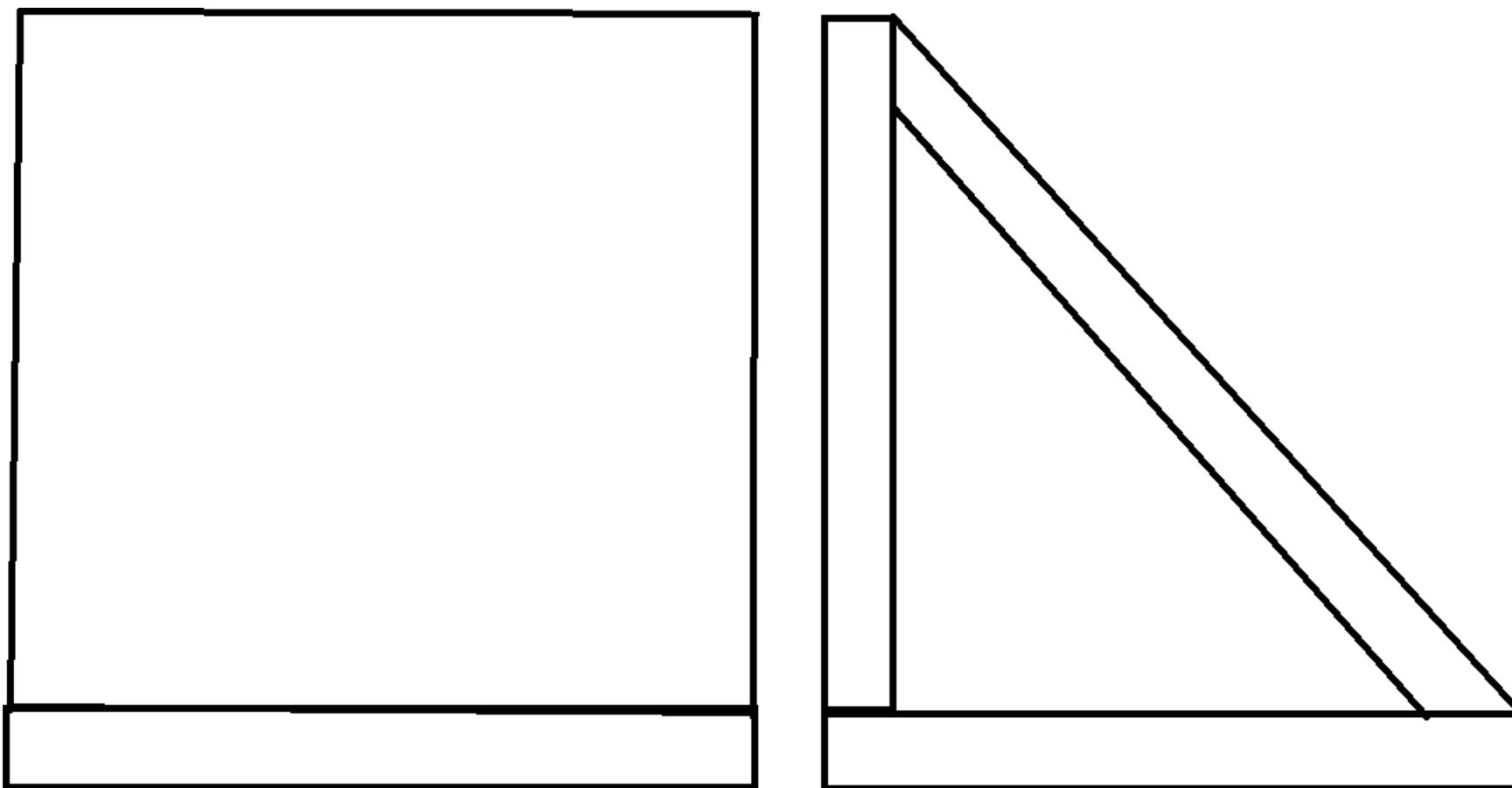


Рисунок г. Клин упорный

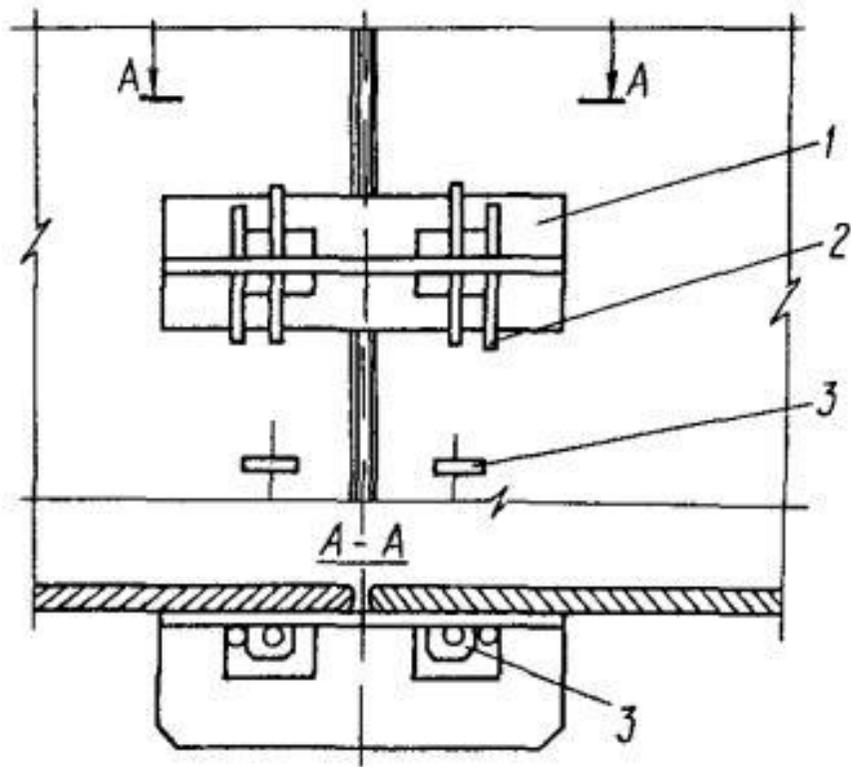


Рисунок д. Кондуктор К-1

1 - тавровое стяжное приспособление; 2 - клин; 3 - проушина

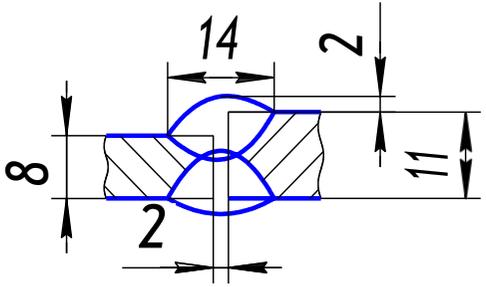


Рисунок е. Центральная монтажная стойка

Приложение Б
(Обязательное)

Сборка и сварка соединения С7 S=11 и 8

Сборка и сварка горизонтальных стыков стенки

ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИНА СТЕНОК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 11(8)(7)	11,0 8,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70	 <p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°С независимо от температуры окружающего воздуха</p>	

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30 \pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.
1,2	210-230	24-26	9-11	2	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм ремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

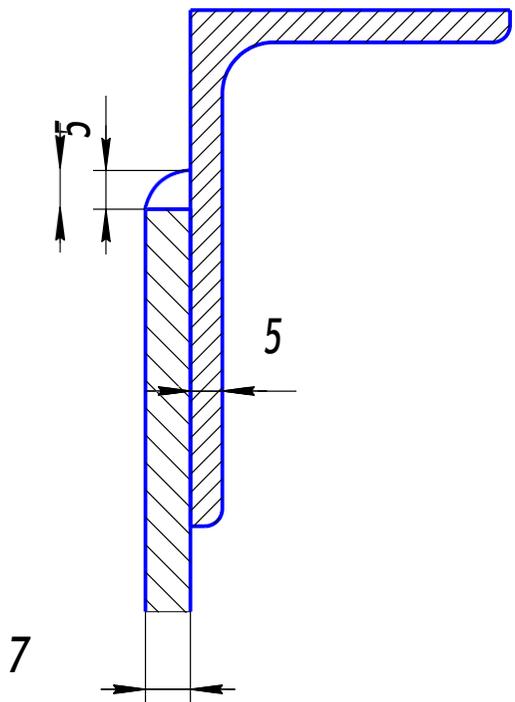
<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. <p>Установить фиксатор и страховочную опору. Выставлять зазор рекомендуется, начиная с потолочной части стыка, фиксируя его выполнением прихваток длиной не менее 20-30 мм общим количеством не менее 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. <p>В процессе сварки захлесточного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).</p>	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрывать сваренный стык термополотенцем, для его равномерного остывания. • Количество слоев шва = 2 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтом ат ПДГ- 312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК- 5.01.П</p>	

<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Рентгеновский аппарат</p>	<p>Комплект ВИК "Трансне фть". АРИНА-5</p>	
---	---	--	--

Приложение В
(Обязательное)

Сборка и сварка соединения Н1 К5

Сборка и сварка листов крыши

ГОСТ 31385-2016 Характеристики соединяемых деталей						Сварное соединение	
						Лист + уголок	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИ НА СТЕНКИ, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы Уголок ГОСТ 27772	14900x36000x 1 1(8)(7) 75x75x5	7,0 5,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70		
						<p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающей среды</p>	

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	
1,2	210-230	24-26	9-11	1	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30 \pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

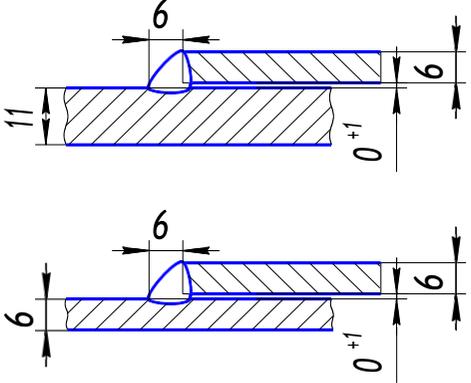
Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм ремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. <p>В процессе сварки захлесточного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).</p>	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрыть сваренный стык термолотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 1 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК-5.01.П</p>	
<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскопии</p>	<p>Комплект ВИК "Транснефть".</p>	

Приложение Г
(Обязательное)

Сборка и сварка соединения Н1 катет 6

Сборка и сварка стыков половинок днища и днища с окрайками

ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИ НА СТЕНКИ, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	19150x9650x6	6,0 11,0	С345	0,31	Проволока <i>ESAB OK Autrod</i> 12.10 AWS A5.17 диаметр 3 мм Флюс OK Flux 10.80 EN ISO 14174		<p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающей среды и воздуха</p>

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Количество проходов	
3	510-520	31-33	35	1	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30 \pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм ремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. <p>В процессе сварки захлесточного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).</p>	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Установить трактор на сварочный шов; • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрыть сваренный стык термолотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 1 	<p>Трактор LT-7, Выпрямитель Idealarc DC-600, шлифмашинка, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК-5.01.П</p>	

<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и вакуумирование 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК,</p> <p>вакуумный насос вакуумный шланг пено- пленочный индикатор</p>	<p>Комплект ВИК "Транснефть". НВМ-5</p> <p>ППИ-1</p>	
---	--	--	--

Приложение Д
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения С5

Сборка и сварка окраек

ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИНА СТЕНОК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	5854x1250x11	11,0	С345	0,31	Проволока <i>ESAB OK Autrod</i> 12.10 AWS A5.17 диаметр 5 мм Флюс OK Flux 10.80 EN ISO 14174		<p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающего воздуха</p>

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Количество проходов	
5	750-800	35-40	25-30	1	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30 \pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

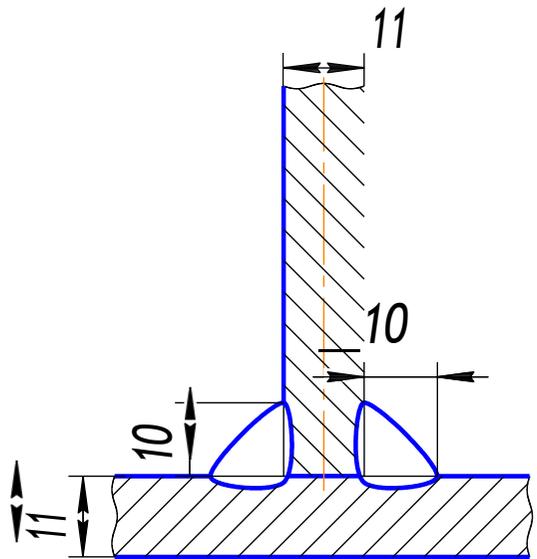
Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм отремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. 	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Установить трактор на сварочный шов; • Выполнить сварку шва; • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрыть сваренный стык термолотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 1 	<p>Трактор ЛТ-7, Выпрямитель Idealarc DC-600, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК- 5.01.П</p>	
<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскоп ии</p>	<p>Компле кт ВИК "Транс не фть". НВМ-5</p>	

Приложение Е
(Обязательное)

Сборка и сварка соединения ТЗ катет 10

Сборка и сварка стенки и днища

ГОСТ 31385-2016 Характеристики соединяемых деталей						Сварное соединение		
						Лист + Лист		
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИНА СТЕНОК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы			
Листы ГОСТ 27772	14900x36000 x 11(8)(7)	11,0 8,0 7,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70			<p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающей о воздуха</p>

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	
1,2	260-280	26-28	14-16	3	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освободить жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30\pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

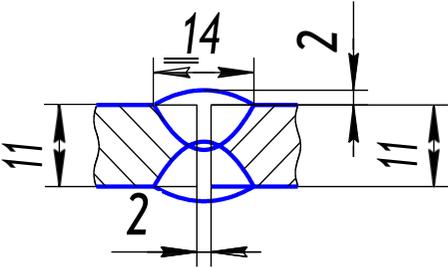
Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм отремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. • В процессе сварки захлесточного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки. 	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку корневого шва; • Зачистить корневой слой шва от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Выполнить сварку заполняющих швов. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрыть сваренный стык термополотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 3 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр, металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК-5.01.П</p>	
<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, рентгеновский аппарат</p>	<p>Комплект ВИК "Транснефть". АРИНА-5</p>	

Приложение Ж
(Обязательное)

Сборка и сварка соединения С7 S=11

Сборка и сварка вертикальных стыков стенки

ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИНА СТЕНЫ, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x11(8)(7)	11,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70		<p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающего воздуха</p>

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	
1,2	210-230	24-26	9-11	2	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30 \pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

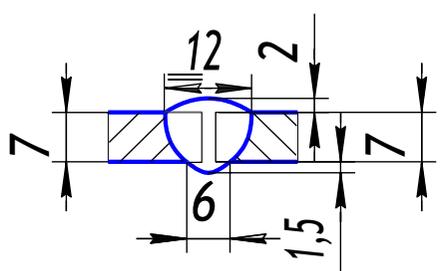
Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Длительность, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. <ul style="list-style-type: none"> Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	<p>Ребра, щетка, рулетка</p>		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. Забойны и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм ремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. <ul style="list-style-type: none"> Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. Торцы листов с забойнами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	<p>Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.</p>		

<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. <p>Установить фиксатор и страховочную опору. Выставлять зазор рекомендуется, начиная с потолочной части стыка, фиксируя его выполнением прихваток длиной не менее 20-30 мм общим количеством не менее 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. <p>В процессе сварки захлесточного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).</p>	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрывать сваренный стык термополотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 2 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтом ат ПДГ- 312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК- 5.01.П</p>	

<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Рентгеновский аппарат</p>	<p>Комплект ВИК "Трансне фть". АРИНА-5</p>	
---	---	--	--

Приложение 3
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения С4 S=7

Сборка и сварка вертикальных стыков стенки

ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение		
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист		
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩ ИНА СТЕНК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы			
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 11(8)(7)	7,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70			<p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°С независимо от температуры окружающег о воздуха</p>

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	
1,2	210-230	24-26	9-11	1	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30 \pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

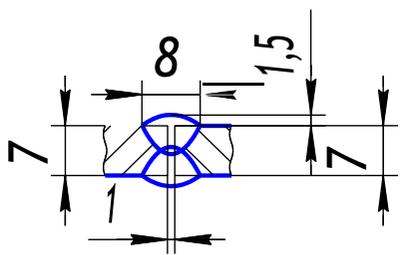
Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм отремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. <p>Установить фиксатор и страховочную опору. Выставлять зазор рекомендуется, начиная с потолочной части стыка, фиксируя его выполнением прихваток длиной не менее 20-30 мм общим количеством не менее 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. <p>В процессе сварки захлесточного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).</p>	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрывать сваренный стык термополотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 1 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтом ат ПДГ- 312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК- 5.01.П</p>	

<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Рентгеновский аппарат</p>	<p>Комплект ВИК "Трансне фть". АРИНА-5</p>	
---	--	--	--

Приложение И
(Обязательное)
 Сборка и сварка соединения С7 S=7

Сборка и сварка горизонтальных стыков стенки

ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение		
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист		
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИНА СТЕНОК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы			
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 11(8)(7)	7,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70			Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°С независимо от температуры окружающего воздуха

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	
1,2	210-230	24-26	9-11	1	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30 \pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм ремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

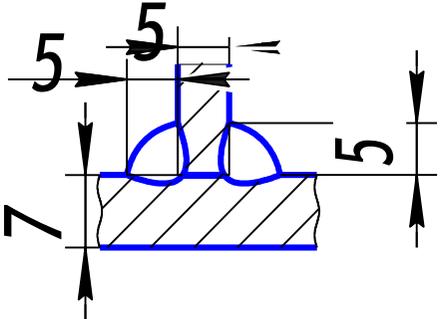
<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. <p>Установить фиксатор и страховочную опору. Выставлять зазор рекомендуется, начиная с потолочной части стыка, фиксируя его выполнением прихваток длиной не менее 20-30 мм общим количеством не менее 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. <p>В процессе сварки захлесточного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).</p>	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрывать сваренный стык термополотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 1 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтом ат ПДГ- 312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК- 5.01.П</p>	

<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Рентгеновский аппарат</p>	<p>Комплект ВИК "Трансне фть". АРИНА-5</p>	
---	---	--	--

Приложение К
(Обязательное)

Сборка и сварка соединения Т3 К5

Сборка и сварка крыши и стенки

ГОСТ 31385-2016 Характеристики соединяемых деталей						Сварное соединение		
						Лист + Лист		
Стыкуем ые элемент ы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩ И НА СТЕНК И, ММ	Мар ка ста ли	ЭКВИВАЛЕ НТ УГЛЕРОДА, %	Сварочн ые материа лы			
Листы ГОСТ 27772	14900x36000 x7 20920x5	7,0 5,0	С34 5	0, 31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70			Просушка торцов листа нагревом до температу ры 50-70°С независим о от температу ры окужающ его воздуха

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	
1,2	210-230	24-26	9-11	1	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30 \pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм ремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

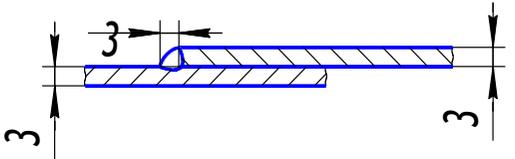
<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. <p>Установить фиксатор и страховочную опору. Выставлять зазор рекомендуется, начиная с потолочной части стыка, фиксируя его выполнением прихваток длиной не менее 20-30 мм общим количеством не менее 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. <p>В процессе сварки захлесточного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).</p>	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрывать сваренный стык термополотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 1 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтом ат ПДГ- 312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК- 5.01.П</p>	

<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскоп ии</p>	<p>Компле кт ВИК "Транс не фть".</p>	
--	--	--	--

Приложение Л
(Обязательное)

Сборка и сварка соединения Н1 К3

Сборка и сварка листов крыши

ГОСТ 31385-2016 Характеристики соединяемых деталей						Сварное соединение	
						Лист + Лист	
Стыкуем ые элемент ы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩ И НА СТЕНК И, ММ	Мар ка ста ли	ЭКВИВАЛЕ НТ УГЛЕРОДА, %	Сварочн ые материа лы		
Листы ГОСТ 27772	20920x3	3,0	С34 5	0, 31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70	 <p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°С независимо от температуры окружающего воздуха</p>	

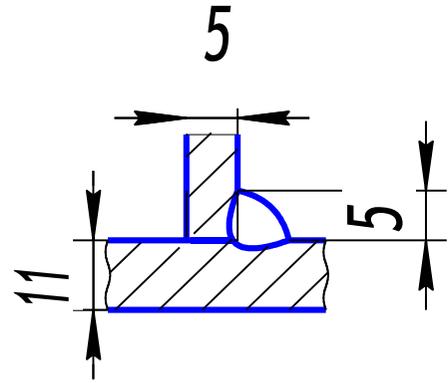
Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	
1,2	210-230	24-26	9-11	1	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30\pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм ремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. <p>В процессе сварки заклещочного стыка запрещается производить изменения параметров монтажной схемы, зафиксированной к моменту завершения сборки, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).</p>	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрыть сваренный стык термолотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 1 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК-5.01.П</p>	
<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскопии</p>	<p>Комплект ВИК "Транснефть".</p>	

Приложение М
(Обязательное)
 Сборка и сварка соединения Т1 К5

Сборка и сварка патрубков, люка и стенки

ГОСТ 31385-2016 Характеристики соединяемых деталей						Сварное соединение	
						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИ НА СТЕНКИ, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 7 370x220x5	11,0 5,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70	 <p>Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающей среды о воздуха</p>	

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	
1,2	210-230	24-26	9-11	1	<ul style="list-style-type: none"> • Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно распределены по периметру стыка. • Сборка стыка осуществляется с использованием фиксатора. Освобождать жимки фиксатора разрешается после сварки прихваток. • Оставлять незаконченным сварное соединение не разрешается. Не допускается выполнение захлестов на кривых вставках. • Допускается использование листов с заводской разделкой кромок после механизированной газовой резки и последующей обработки шлифмашинкой. При этом угол скоса кромки должен составлять $30\pm 3^\circ$. • При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
<p>1. Подготовка и очистка листов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза; 	Скребок, щетка, рулетка		
<p>2. Подготовка кромок</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осмотреть поверхность и кромки стыкуемых листов. • Царапины, риски, задиры на поверхности свариваемых листов глубиной свыше 0,2 мм устранить шлифованием. • Забоины и задиры фасок торцов листов глубиной до 5 мм ремонтировать сваркой, с обязательным предварительным подогревом до 100⁺³⁰ °С. • Зачистить отремонтированные поверхности торцов листов шлифованием, при этом должна быть восстановлена разделка кромок, а толщина листа не должна быть выведена за пределы минусового допуска, согласно ТУ на изготовление листов. • Плавные вмятины на торцах листов глубиной до 3,5% включительно от номинальной длины листа выправить безударным разжимным устройством с обязательным местным подогревом листа до 100-150 °С, не зависимо от температуры окружающего воздуха. • Торцы листов с забоинами и задирами фасок более 5 мм или вмятинами более 5% от номинальной толщины листа, плавными вмятинами глубиной более 3,5 % от номинальной толщины листа следует обрезать, образовавшуюся кромку обработать шлифмашинкой с восстановлением заводской формы разделок кромок. <p>Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.</p>	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

<p>3. Сборка и просушка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Непосредственно перед прихваткой и сваркой производится просушка торцов листов и прилегающих к ним участков шириной не менее 150мм. • Замер температуры торцов листов осуществлять не менее, чем в 3-х точках по периметру стыка на расстоянии 10-15 мм от торцов труб. • При ветре более 10 м/сек, а также при выпадении осадков запрещается производить сварочные работы без инвентарных укрытий. 	<p>Линейка Газовая горелка.</p>		
<p>4. Сварка стыка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнить сварку шва; • Зачистить шов от шлака и брызг металла с помощью шлифмашинки. • Осмотреть сваренный шов. Недопустимые наружные дефекты сварного шва (подрезы, поры и др.) устранить ручной дуговой сваркой, с последующей зачисткой от шлака и брызг металла. • Выровнять шлифмашинкой или напильником видимые грубые участки поверхности облицовочного слоя сварного шва. Зачистить прилегающие к шву участки основного металла от сварочных брызг. • Закрывать сваренный стык термолотенцем, для его равномерного остывания. <ul style="list-style-type: none"> • Количество слоев шва = 1 	<p>выпрямитель ВС- 300Б, полуавтом ат ПДГ- 312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник</p>	<p>ТК- 5.01.П</p>	
<p>5. Контроль качества</p> <ul style="list-style-type: none"> • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации. 	<p>Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскоп ии</p>	<p>Компле кт ВИК "Транс не фть".</p>	