

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

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ И СВАРКИ РЕЗЕРВУАРА ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБЪЕМОМ 5000 м³ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МАЗУТА

УДК 621.757:621.791:621.642.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Бутов М.С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В..	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями

ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	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
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. 3-10А60

Руководитель ВКР

Бутов М.С.

Крюков А.В.

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

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ЮТИ

 (Подпись) (Дата) Д. П. Ильяшенко
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Бутову Михаилу Сергеевичу

Тема работы:

<i>Разработка технологии и проектирование участка сборки и сварки резервуара вертикального объемом 5000 м³ для хранения мазута</i>	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	01.02.2021г. №32-106/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор и анализ литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Разработка технологических карт. 4. Проектирование участка сборки-сварки. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.РВС500.166.00.000 СБ Резервуар РВС 5000 м ³ 1 лист (А1) 2. ФЮРА.000001.166.00.000 СБ Днище 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.166 ЛП План монтажной площадки 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.166 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1)
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Полицинская Е.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А60	Бутов М.С.		

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

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2021	Обзор и анализ литературы	15
17.02.2021	Объекты и методы исследования	15
17.03.2021	Разработка технологического процесса	20
10.05.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
21.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
25.05.2021	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2021 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Бутову Михаилу Сергеевичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология и оборудование сварочного производства»

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	11741561,25 руб 1077015,24 руб 14913,68 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока флюс	20274 кг 286675 кг 10096,57 кг
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Определение капитальных вложений

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	3.02.2021 г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Бутов М.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Бутову Михаилу Сергеевичу

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки резервуара на предмет возникновения: – 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)	- 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).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – <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</i> (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	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	
---	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Бутов М.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 174 с., 18 рисунков, 22 таблицы, 46 источников, 13 приложений, 4 л. графического материала.

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

Объектом разработки является процесс изготовления резервуара РВС 5000 м³.

Цель работы. Целью работы разработка технологии и проектирование участка сборки и сварки 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 приеденных 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 нефти.

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 174 pp., 18 figures, 23 tables, 46 sources, 12 annexes, 4 pages graphic material.

Key words: fusion welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, welded structure, fixture, industrial safety, cost.

Key words: fusion welding, flux, welding modes, roll, welding equipment, rack, welded structure, edges, industrial safety, cost.

The object of development is the process of manufacturing a VST reservoir of 5000 m³.

Purpose of work. The aim of the work is the development of technology and design of the assembly and welding site for a vertical tank.

In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, the description of the steel grade, the choice of the welding method, the choice of welding materials, the rationing of operations, and the preparation of technological maps were carried out.

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

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

Scope: Oil transportation.

Significance of the work: in the process of performing the final qualifying work for welding the tank, submerged-arc welding was used, this innovation made it possible to reduce the time for manufacturing the tank and increase labor productivity.

Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Местная термическая обработка сварных соединений вертикальных стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов	19
1.2 Установка люков и патрубков на резервуар	21
1.3 Определение надежности сварного шва первого пояса РВС	23
1.4 Магнитный неразрушающий контроль напряжений в РВС	24
1.5 Заключение	26
2 Объект и методы исследования	27
2.1 Описание сварной конструкции	27
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	27
2.2.1 Приемка металлоконструкций резервуара (входной контроль)	27
2.2.2 Монтаж конструкций днища	28
2.2.3 Монтаж конструкций стенки	29
2.2.4 Монтаж стационарной крыши	29
2.2.5 Монтаж люков и патрубков	32
2.2.6 Контроль качества сборки конструкций	33
2.2.7 Требования к оформлению документации	36
2.2.8 Требования к контролю	36
2.2.8.1 Контроль качества сварных соединений	36
2.2.8.2 Контроль сварных швов физическими методами	38
2.3 Методы проектирования	39
2.4 Постановка задачи	40
3 Разработка технологического процесса	41
3.1 Анализ исходных данных	41
3.1.1 Основные материалы	41
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	44

3.1.3 Выбор сварочных материалов	45
3.2 Расчет технологических режимов	47
3.3 Выбор основного оборудования	51
3.4 Выбор оснастки	55
3.5 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	58
3.5.1 Визуальный и измерительный контроль	58
3.5.2 Радиографический контроль	60
3.5.3 Контроль ПВТ	62
3.5.4 Контроль ПВК	62
3.6 Разработка технической документации	65
3.6.1 Разметка основания	66
3.6.2 Монтаж окراек днища	66
3.6.3 Монтаж днища	68
3.6.4 Разметка днища	71
3.6.5 Монтаж центральной стойки	72
3.6.6 Подъем рулона стенки в вертикальное положение	74
3.6.7 Разворачивание рулона стенки и монтаж щитов покрытия	75
3.6.8 Формообразование кромок полотнища стенки	78
3.6.9 Замыкание монтажного стыка стенки	80
3.7 Техническое нормирование операций	83
3.8 Материальное нормирование	84
3.8.1 Расход сварочной проволоки	84
3.9.2 Расход защитного газа	85
3.9.3 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс	85
3.8.4 Расход электроэнергии	85
4 Проектирование участка сборки-сварки	87
4.1 Планировка монтажной площадки	87
4.2 Расчет основных элементов производства	88
4.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	88
4.2.2 Определение состава и численности рабочих	89
	13

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	90
5.1 Финансирование проекта и маркетинг	90
5.2 Экономический анализ монтажа	90
5.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	91
5.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	92
5.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	93
5.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	93
5.2.2.1 Определение затрат на металл	94
5.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы	94
5.2.2.3 Определение затрат на заработную плату	96
5.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию	96
5.2.2.5 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	97
5.3 Расчет технико-экономической эффективности	99
5.4 Основные технико-экономические показатели участка	99
6 Социальная ответственность	101
6.1 Описание рабочего места	101
6.2. Законодательные и нормативные документы	101
6.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	104
6.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	107
6.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	107
6.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	113
6.5 Охрана окружающей среды	114
6.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	114
6.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	117
Заключение	119
Библиография	120
Приложение А (Приспособления сборочные)	125
	14

Приложение Б (Сборка и сварка соединения С7 S=8)	131
Приложение В (Сборка и сварка соединения Н1 катет 5)	135
Приложение Г (Сборка и сварка соединения Н1 катет 6)	139
Приложение Д (Сборка и сварка соединения С5)	143
Приложение Е (Сборка и сварка соединения Т3 катет 10)	147
Приложение Ж (Сборка и сварка соединения С7 S=11)	151
Приложение З (Сборка и сварка соединения С4 S=7)	155
Приложение И (Сборка и сварка соединения С7 S=7)	159
Приложение К (Сборка и сварка соединения Т3 катет 5)	163
Приложение Л (Сборка и сварка соединения Н1 катет 3)	167
Приложение М (Сборка и сварка соединения Т1 катет 5)	171
Диск CD-R	в конверте на обложке
ФЮРА.РВС500.116.00.000 СБ Резервуар РВС 5000 м ³	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

Большинство технологических процессов при изготовлении различного рода конструкций в машиностроительной промышленности во многих случаях применяется с использованием сварочных технологий. В настоящее время сварка является наиболее гибкой ресурсосберегающей технологией, которая обладает большой производительностью. Возможность механизации и автоматизации сварочного производства – важнейшее средство повышения производительности труда и качества сварных изделий, а также улучшения условий труда.

В различных отраслях промышленности широко применяются листовые конструкции, в том числе и РВС. Листовыми конструкциями называются такие конструкции, в которых стальные листы составляют главную часть сооружения, образуя оболочки. Они предназначены для хранения газообразных, жидких или сыпучих веществ или их технологической переработки.

Как правило, листовые сварные конструкции относятся к ответственным конструкциям и подконтрольны Ростехнадзору. Их изготовление и эксплуатация регламентируются рядом нормативных документов ПБ 03-605-03, ПБ 03-381-00, ГОСТ 31385-2016, СП 365.1325800.2017 и др.

В процессе выполнения работы решаются такие задачи как: выбор современного оборудования; выполнение расчетов режимов сварки; выполнение экономического расчета по данной технологии; раскрытие требований безопасности труда при изготовлении РВС-5000.

При производстве резервуаров сварка занимает основное место в технологическом процессе. Повышения качества и производительности при изготовлении сварных конструкций можно достичь в результате повышения уровня механизации и автоматизации сварочных работ.

Применяемая в настоящее время технология сборки и сварки резервуаров имеет крайне низкий уровень автоматизации сборочно-сварочных операций, что под частую невозможно в полевых условиях; а также высокую степень использования ручного труда, что в конечном итоге проявляется на производительности, дополнительных затратах, и качестве собранной конструкции, и особо тяжелыми условиями труда работников предприятия. В современных экономических условиях для успешной конкурентной борьбы любому предприятию необходимо, с одной стороны, снижать затраты на производство продукции, а с другой – обеспечивать ее высокое качество, соответствующее требованиям заказчика.

Для достижения этих целей при выполнении ВКР в технологию производства изделия введены элементы механизации сборочно-сварочных операций. Для этого было приобретено вспомогательное оборудование, позволяющее механизировать самые трудоемкие и тяжелые сборочно-сварочные операции.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Местная термическая обработка сварных соединений вертикальных стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов

Возникновение хрупкой трещины в РВС при внешнем напряжении ниже σ_T и климатической температуре – исключительное случайное событие. Таким его делает отсутствие макропластической деформации – одного из консервативных свойств стали. Появление хрупкой трещины в лабораторном глубоко охлажденном образце с искусственным концентратором напряжения, сопровождаемое макропластической деформацией, – достоверное событие. Несмотря на различие процессов разрушения, оба они приводят к одинаковому результату: образованию кристаллографического хрупкого излома. Вероятно, возникновение хрупкой трещины становится возможным при случайном раскалывании одного или нескольких зерен около концентратора напряжения в области, охрупченной сваркой. После сварки появляются структуры перегрева, возникают внутренние напряжения, повышается критическая температура хрупкости стали. Случайность сочетания факторов, способствующих возникновению хрупкой трещины (конкретный вклад каждого из них), не поддается оценке. При расследовании хрупких разрушений РВС зачастую обнаруживаются геометрически и более суровые дефекты, чем тот, из которого возникла трещина.

Опыт расследования хрупких разрушений РВС показал, что они случаются при внешнем напряжении ниже расчетного (чаще всего в разы). Этот вывод достоверен, поскольку стенка резервуара нагружена гидростатическим давлением, работает в условиях статики и ее перегрузка невозможна.

Робертсоновские испытания, проведенные на образцах из низкоуглеродистых сталей, показали, что напряжение не оказывает влияния на переходную температуру хрупкости [1]. Следовательно, можно предположить,

что напряжения от внешних усилий не играют существенной роли в хрупком разрушении РВС, что в терминах напряжения невозможно представить склонность стали или сварной конструкции к хрупкому разрушению. Полностью исключить хрупкое разрушение РВС можно только, если идеально сварить его из стали идеальной поставки. Но исключить опасность хрупкого разрушения РВС статистически невозможно.

Опасность хрупкого разрушения можно существенно снизить, применив местную термическую обработку сварных соединений. Этот способ давно и успешно используют для трубопроводов и сосудов, работающих под давлением, есть нормативные документы, существует несколько методик, опубликованы монографии, производится недорогое оборудование [2-3]. Для РВС эти методики никогда не применяли. Видимо, останавливало то обстоятельство, что в РВС длина сварных соединений измеряется километрами. Суть нового предложения заключается в том, что в любом РВС, как показал анализ разрушений, хрупкие трещины зарождаются лишь в ограниченном числе мест: в монтажных сварных соединениях, т.е. выполненных на монтажной площадке. Речь идет только о РВС, изготовленных методом рулонирования, а таких большинство. Их сооружают из рулонов, сварка которых – особо сложная задача, так как часто не удастся избежать остаточных деформаций после разворачивания рулонов. У кромок рулонов остаются участки с радиусом меньше проектного.

Типичные места, в которых когда-либо зафиксировано зарождение хрупких трещин, – пересечения монтажных и заводских сварных соединений нижних поясов стенки РВС. Местная термическая обработка приведет к снятию в значительной степени внутренних напряжений в сварных соединениях, устранению структур перегрева и улучшению структуры стали. Благоприятное влияние местной термической обработки многократно подтверждено при ее применении для сварных соединений сосудов, работающих под давлением, и трубопроводов [2-4].

Целесообразна разработка регламента для проведения местной термической обработки отдельных участков сварных монтажных швов РВС. Данные, накопленные о местной термической обработке сварных соединений, позволяют утверждать, что ее применение сделает опасность хрупкого разрушения РВС маловероятной. Важно и то обстоятельство, что для РВС можно применить оборудование и технологию, ранее разработанную для сосудов и трубопроводов. Продолжительность термообработки невелика, оборудование известно. Ее предполагается проводить в ходе сооружения РВС, что не удлинит сроков его сооружения и не отразится заметно на стоимости [5].

1.2 Установка люков и патрубков на резервуар

Монтаж люков и патрубков на стенке резервуара производить следующим образом:

- произвести разметку места врезки;
- закрепить стенку резервуара в зоне установки патрубка (люка) рамой жесткости;
- произвести вырезку отверстия под патрубок (люк) кислородной резкой с обязательной зачисткой зоны реза механическим способом, с учетом припусков на механическую обработку с зазорами;
- произвести зачистку поверхностей кромок и прилегающих зон металла на ширину 20 мм до чистого металла;
- установить патрубок (люк) в стенку резервуара вместе с усиливающей накладкой и закрепить его изнутри резервуара прихватками 4-50/200-250;
- установить усиливающую накладку и закрепить ее прихватками;
- проконтролировать отклонения осей патрубка от требований ПБ 03-605-03 «Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов»;

- выполнить, при необходимости, подогрев стыка;
- выполнить сварку шва с внутренней стороны, соединяющий патрубок (люк) со стенкой, затем сварного шва, соединяющего усиливающую накладку с патрубком, а затем приварку усиливающей накладки к стенке;
- удалить раму жесткости;
- зачистить швы и выполнить контроль швов.

Расстояния между швами патрубков, усиливающих листов и швами стенки должны быть не менее: до вертикальных швов – 250 мм, до горизонтальных швов – 100 мм. Ось патрубков (люков) должна быть горизонтальна и направлена по нормали к поверхности стенки резервуара.

Края отверстий, вырезанных в стенке резервуара, для установки патрубков и люков, должны быть обработаны абразивным инструментом и не иметь шероховатостей, превышающих 0,5 мм. Патрубки в стенку резервуара должны ввариваться сплошным швом с полным проплавлением стенки.

При подготовке к сварке люков и патрубков необходимо проконтролировать правильность подготовки кромок соединяемых элементов в соответствии с чертежами. Величина зазора между элементами патрубка и стенки, а также угол скоса кромок должны обеспечивать полное проплавление кромок и получение соединения с усиливающим листом без непроваров. Зона сопрягаемых элементов должна быть зачищена от влаги, ржавчины и прочих загрязнений.

С целью сохранения проектной цилиндрической формы стенки в зоне ввариваемых патрубков и предотвращения ее локального западания необходимо установить в зоне сварки раму жесткости. Сварные швы должны иметь геометрические размеры и форму, соответствующие требованиям рабочих чертежей [6].

1.3 Определение надежности сварного шва первого пояса РВС

Повышение надежности РВС исходит прежде всего из определения технического состояния для допуска к безаварийной эксплуатации. Согласно результатам мониторинга АО «Диаскан» основная причина нарушения надежности резервуаров – это образование дефектов и коррозия в первом поясе. Причина этого – напряженно-деформированное состояние. Наиболее подверженные к образованию дефектов в первом поясе – это сварные соединения и околошовные зоны.

Анализ динамики старения резервуарного парка ПАО «Транснефть» показывает, что к 2016 году срок эксплуатации 90,2 % резервуаров превысит нормативный срок службы, поэтому необходимо увеличивать объемы капитального ремонта резервуаров в целях повышения эксплуатационной надежности резервуарного парка.

Надежность РВС уменьшается со сроком эксплуатации. По данным АК Транснефть РВС эксплуатируются от 35 до 40 лет – 28 резервуаров (5,42 %); свыше 40 лет – 36 резервуаров (6,96 %). Нормативный срок эксплуатации 20 лет превысили 75 %.

Главными источниками повреждений при эксплуатации резервуаров являются трещины по принципу коррозионного растрескивания под напряжением.

В зоне температурного воздействия происходит значительная локализация деформации металла с неоднородными упругими и пластичными прослойками. Компьютерным моделированием подтверждено наличие и найдены координаты ЗКН. По истечению времени именно в зоне с данными координатами возникает трещина при испытании. Причиной образования трещины в ОШЗ является микронеоднородность металла, которая может возникнуть на любой стадии, как строительства, так и эксплуатации РВС 5000 [7].

1.4 Магнитный неразрушающий контроль напряжений в РВС

Для реализации контроля (в том числе и длинномерных конструкций) предложено устройство (рисунок 1.1).

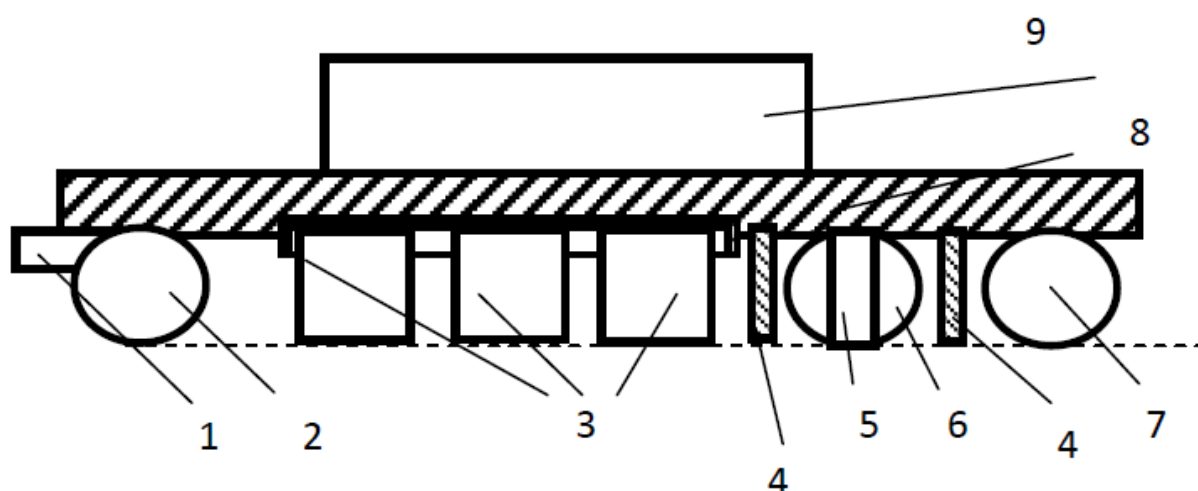


Рисунок 1.1 Эскиз устройства (схематический разрез) контроля механических свойств сталей и упругих напряжений

Устройство содержит две пары колес (2, 7); лазерную указку (1); кассету с магнитами (3), в которой намагничивающее устройство состоит из постоянных магнитов с чередующимися полюсами, причем в каждой паре намагничивание ориентировано антипараллельно; защитный экран из магнитомягкого материала (4); два феррозондовых датчика, включенных встречно (5); колесо-счетчик (6); приборный блок (9), представляющий со-бой магнитометр с памятью, например, на базе магнитометра Ф-205.38, который содержит запоминающее устройство, датчик-полемер, измеряющий тангенциальную составляющую H_t . Данное устройство при его движении локально намагничивает контролируемую область в виде полос с помощью

группы постоянных магнитов. Феррозондовыми датчиками измеряется величина H_t и результатом является магнитограмма, по которой оцениваются механические свойства, структура и упругие напряжения.

Тележка перемещается вручную либо при помощи встроенного электродвигателя. Применение магнитомягкого экрана позволяет минимизировать влияние магнитных колес на результаты измерения. Движение устройства может осуществляться как по горизонтальным, так и по вертикальным поверхностям.

Тележка перемещается как по горизонтальным, так и по вертикальным поверхностям. Контроль механических свойств, зон пластической деформации, структурных неоднородностей осуществляется следующим образом: устройство устанавливается на контролируемую поверхность, приводится в движение вручную или с помощью электродвигателя; путь движения контролируется лазерной указкой. Контролируемая область намагничивается несколькими магнитами с чередующимися полюсами, в результате чего при движении тележки происходит предельное намагничивание материала. Датчики магнитного поля измеряют величину H_t , колесо-счетчик фиксирует расстояние. Данные регистрирует запоминающее устройство с возможностью переноса результатов на ПК для обработки.

На рисунке 1.2 представлена диаграмма распределения магнитного поля рассеяния над поверхностью днища модели РВС при различных нагрузках. В центре днища модели находилась область термического влияния, в которой структура и механические свойства материала были отличными от структуры и механических свойств материала, который находился вне области термического влияния. На кривой «без нагрузки» отчетливо видно, как изменяется тангенциальная составляющая магнитного поля рассеяния, по которой можно оценить механические свойства и структуру.

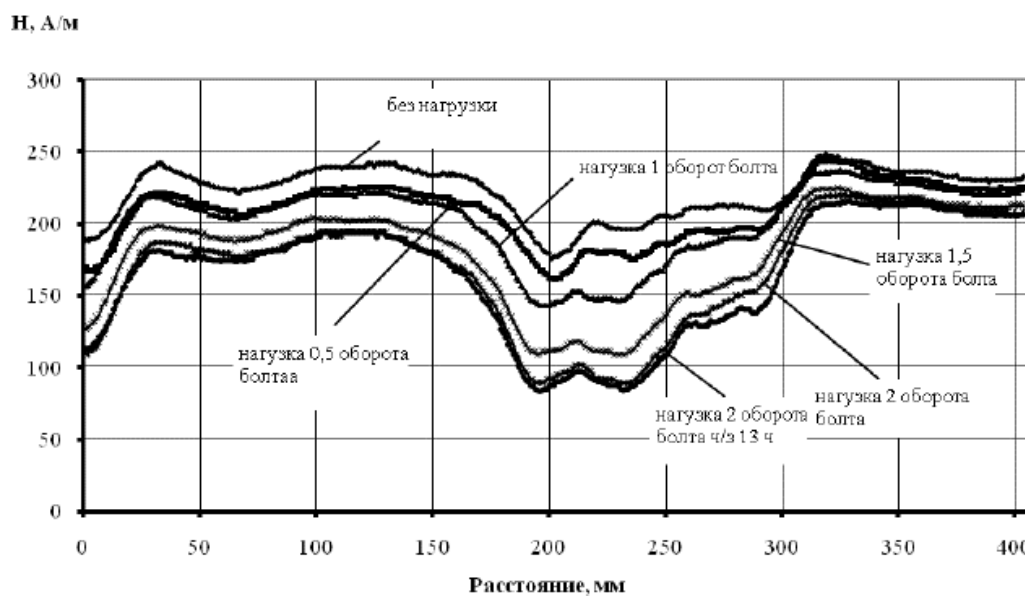


Рисунок 1.2 Распределение напряженности магнитного поля рассеяния над поверхностью днища модели РВС, нагружаемого центральным винтом

При нагружении металла сосредоточенной нагрузкой в центре модели величина и распределения магнитного поля существенно изменяется.

1.5 Заключение

Появление хрупких трещин в свариваемом металле можно предотвратить применением термической обработки. Формы стенки в зоне ввариваемых патрубков и предотвращение ее локального западания можно предотвратить установкой в зоне сварки рамы жесткости. Первый пояс резервуара наиболее подвержен опасности разрушения. Для контроля напряжений в РВС можно применить магнитный неразрушающий контроль. Соблюдение технологии изготовления резервуара и полноценный контроль качества сварных швов позволят обеспечить долговечность изготавливаемой конструкции.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Данный резервуар изготавливается из следующих материалов: окрайки, рулоны днища и стенка, элементы крыши резервуара и усиливающие накладки, а так же все люки и патрубки в стенке и крыше выполнены из стали С345 ГОСТ 27772 (09Г2С). Внешний вид резервуара представлен на чертеже ФЮРА.РВС500.166.00.000 СБ.

Габаритные размеры изделия: 20920х16200 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.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Изготовление резервуара осуществляется согласно ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».

2.2.1 Приемка металлоконструкций резервуара (входной контроль)

Приемку металлоконструкций резервуара в монтаждолжны проводить представители заказчика и подрядчика с оформлением акта установленной формы.

К акту приемки металлоконструкций в монтаждолжны быть приложены [9]:

- КМД изготовителя;
- комплектовочные (отправочные) ведомости;
- результаты измерений и испытаний при проведении заводского входного контроля металлопроката и сертификаты на сварочные материалы;
- карты, схемы и заключения по неразрушающему контролю.

2.2.2 Монтаж конструкций днища

При сборке днища резервуара должна быть обеспечена сохранность основания (фундамента) и гидроизолирующего слоя от воздействия различных монтажных нагрузок.

Порядок и схема монтажа днища резервуара с окрайками должны предусматривать:

- расположение листов окراек в соответствии с привязочными размерами относительно осей резервуара по КМ и КМД;
- расположение и сварку элементов центральной части днища в соответствии с КМ и КМД.

Монтаж днища резервуара, не имеющего кольцевой окрайки, следует проводить рулонированными полотнищами или отдельными листами, собираемыми между собой внахлест или встык на остающихся подкладках.

В зоне расположения стенки резервуара нахлесточное соединение должно быть переведено в стыковое на остающейся подкладной полосе. Усиление сварных стыков под стенкой резервуара должно быть удалено заподлицо с основным металлом.

Отклонения размеров и формы смонтированного днища резервуара не должны превышать предельных значений, указанных в таблице 24 [9].

2.2.3 Монтаж конструкций стенки

Монтаж стенки резервуара рулонированными полотнищами состоит из следующих основных этапов:

а) подъем рулона стенки в вертикальное положение. Технология выполнения работ при подъеме рулона должна обеспечивать сохранность полотнища стенки от воздействия монтажных и других нагрузок.

Исходное положение рулона перед подъемом в плане следует принимать с учетом проектного положения оси монтажного стыка стенки;

б) разворачивание полотнища стенки. При разворачивании стенки должна быть обеспечена устойчивость полотнища от воздействия ветровых нагрузок с помощью закрепленных на нем расчалок, опорного или верхнего (для РВСПК) колец жесткости, щитов крыши;

в) формообразование концевых участков полотнища стенки. Для обеспечения формы монтажного стыка полотнищ необходимо провести формообразование начального и конечного участков на поясах толщиной 8 мм и более;

г) сборка монтажного стыка стенки. Сборку монтажного стыка выполняют с помощью технологических приспособлений с соблюдением проектных зазоров и разделки кромок в соответствии с требованиями ППР.

Предельные отклонения размеров и формы стенки резервуара, смонтированной рулонированными полотнищами или при полистовой сборке, не должны превышать значений, указанных в таблице 25 [4].

2.2.4 Монтаж стационарной крыши

Для стационарной крыши в зависимости от их конструкции выполняют [9]:

- монтаж каркасных конических и сферических крыш — с использованием центральной стойки;
- монтаж сверху, без центральной стойки, применяют для бескаркасных конических и сферических крыш, а также каркасных конических и сферических крыш с отдельными элементами каркаса и настила;
- монтаж изнутри резервуара, без центральной стойки; применяют для крыш с отдельными элементами каркаса и настила;
- монтаж каркасных сферических крыш внутри резервуара с последующим ее подъемом в проектное положение.

2 При разработке технологии монтажа стационарных крыш резервуаров необходимо учитывать монтажные нагрузки на крышу в целом и ее конструктивные элементы. При необходимости следует устанавливать временные распорки, связи и другие устройства, препятствующие возникновению деформаций.

На резервуарах со сферической каркасной крышей высотные отметки центрального щита, монтажной стойки следует определять с учетом проектной высоты и строительного подъема, предусмотренных рабочей документацией.

Предельные отклонения размеров и формы смонтированной крыши резервуара не должны превышать значений, указанных в таблице 26 [9].

Таблица 2.1 — Предельные отклонения размеров и формы стационарных крыш

Наименование параметра	Предельное отклонение, мм, при диаметре резервуара		Примечание
	до 25 м вкл.	св. 25 м	
1 Отметка верха конических и сферических крыш	±30	±50	Измерения проводят через центральный патрубок
2 Разность отметок смежных узлов верха радиальных балок и ферм: - в зоне сопряжения со стенкой; - в зоне сопряжения с центральным щитом; - в зоне стыковки радиальных балок	20 10 20		-
3 Отклонение от проектного радиуса сферических крыш. Просвет между шаблоном длиной 2,0 м и гнутой поверхностью	5,0		Измерения проводят на каждой радиальной балке и ферме

2.2.5 Монтаж люков и патрубков

При разметке мест установки в стенке резервуара люков и патрубков следует выполнять требования по допускаемым расстояниям между сварными швами.

При установке на резервуаре патрубков и люков необходимо контролировать их расположение на стенке и крыше в соответствии с требованиями таблицы 2.2 [9].

Таблица 2.2 – Предельные отклонения расположения люков и патрубков в стенке и крыше резервуара

Наименование параметра	Предельное отклонение	
	Люки	Патрубки
1 Отметка высоты установки на стенке	±10 мм	±6 мм
2 Радиус установки от центра крыши	50 мм	10 мм
3 Расстояние от наружной поверхности фланца до стенки или крыши резервуара	10 мм	5 мм
4 Поворот главных осей фланца в вертикальной плоскости	±6 ⁰	±5 ⁰
5 Отклонение оси от проектного положения (поворот), измеренное по наружной поверхности фланца в вертикальной и горизонтальной плоскостях	10 мм	6 мм
6 Зазор между усиливающим листом и стенкой резервуара (измерение проводят через контрольное отверстие в усиливающем листе)	5 мм	10 мм

2.2.6 Контроль качества сборки конструкций

Качество монтажно-сварочных работ обеспечивают операционным контролем с ведением журнала установленной формы.

Журнал операционного контроля монтажно-сварочных работ должен быть документом, определяющим объем и последовательность выполнения основных контрольных операций при проведении монтажных работ.

В процессе работ по монтажу конструкций резервуаров следует оформлять исполнительные схемы замеров с документальным оформлением установленной формы (исполнительная документация).

Исполнительная документация предназначена для контроля качества выполняемых работ, правильного выполнения и оформления измерений, проводимых в процессе строительства, испытаний и сдачи резервуара в эксплуатацию.

При подготовке резервуара к испытаниям на поверхностях элементов конструкций не должно быть вспомогательных элементов, использованных для сборки, монтажа, транспортирования.

На весь период монтажа конструкций резервуара организации, разработавшие проектную документацию, в установленном заказчиком порядке должны осуществлять авторский надзор с ведением журнала авторского надзора.

Требования к механическим свойствам и геометрическим параметрам сварных соединений.

Механические свойства (кроме твердости) металла угловых, нахлесточных и тавровых соединений определяют на образцах, вырезанных из стыковых сварных соединений-прототипов. Стыковые соединения-прототипы следует выполнять с использованием марок сталей, сварочных материалов и оборудования, предназначенных для сварки указанных выше типов соединений.

Требования к прочностным характеристикам.

Металл сварных соединений должен быть равнопрочен основному металлу. Испытания следует проводить на трех образцах типа XII или XIII по ГОСТ 6996. К металлу сварного шва сопряжения стенки с днищем (уторного шва) предъявляют дополнительное требование равнопрочности с основным металлом по нормативному значению предела текучести.

Требования к ударной вязкости сварных соединений.

Ударная вязкость при установленной температуре испытаний должна быть не менее значений, указанных в 6.2.3 [9].

Температуру испытаний устанавливают в соответствии с требованиями 6.2.3.2 [9].

Испытания на ударный изгиб (ударную вязкость) следует проводить для металла сварного шва и зоны термического влияния стыковых соединений элементов групп А и Б. При этом определяют ударную вязкость металла шва и зоны термического влияния (ЗТВ) на трех поперечных образцах (по шву – три образца; по ЗТВ – три образца) с острым надрезом типа IX (для толщины основного металла 11 мм и более) и типа X (для толщины основного металла менее 11 мм) по ГОСТ 6996.

Требования к технологическим испытаниям на изгиб сварных соединений.

При испытаниях сварных соединений на статический изгиб среднеарифметическое значение угла изгиба шести поперечных образцов (тип XXVII по ГОСТ 6996) должно быть не менее 120°, а минимальное значение угла изгиба одного образца — не ниже 100°. При толщине основного металла до 12 мм включительно испытания проводят изгибом образца с корнем шва внутрь (на трех образцах) и корнем шва наружу (на трех образцах), а при толщине основного металла более 12 мм — изгибом образцов «на ребро» (на шести образцах).

По внешнему виду сварные швы должны соответствовать следующим требованиям:

- металл шва должен иметь плавное сопряжение с основным металлом;

- швы не должны иметь следующих дефектов: трещин любых видов и размеров, несплавлений, грубой чешуйчатости, наружных пор и цепочек пор, прожогов и свищей.

Для стыковых соединений деталей резервуара одной толщины допускается смещение свариваемых кромок относительно друг друга не более:

- для деталей толщиной не более 10 мм – 1,0 мм;
- для деталей толщиной более 10 мм – 10 % толщины, но не более 3 мм.

Максимальные катеты угловых сварных швов не должны превышать 1,2 толщины более тонкой детали в соединении.

Для деталей толщиной 4-5 мм катет углового сварного шва должен быть равен 4 мм. Для деталей большей толщины катет углового шва должен определяться расчетом или конструктивно, но быть не менее 5 мм. Данное требование не распространяется на размер шва приварки настила легкосбрасываемой крыши к верхнему кольцевому элементу стенки.

Выпуклость или вогнутость углового шва не должна превышать более чем на 20 % значение катета шва.

Допускается уменьшение катета углового шва не более чем на 1 мм. Увеличение катета углового шва допускается не более чем на:

- 1,0 мм – для катетов до 5 мм;
- 2,0 мм – для катетов свыше 5 мм.

Нахлесточное соединение, сваренное сплошным швом с одной стороны, допускается только для соединений днища и настила стационарной каркасной крыши; значение нахлеста должно быть не менее 60 мм для соединений полотнищ днища и не менее 30 мм – для соединений листов крыши и днища, но не менее пяти толщин наиболее тонкого листа в соединении.

2.2.7 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».

2.2.8 Требования к контролю

2.2.8.1 Контроль качества сварных соединений

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.

2.2.8.2 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 окراек 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.

2.3 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.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологических карт сварки резервуара.

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

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие резервуар РВС5000 м³ согласно классификации НАКС относится к опасным производственным объектам: Нефтегазо-добывающее оборудование (НГДО) Резервуар изготавливается из стали С345. Химический состав и механические свойства стали С345 ГОСТ 27772 (09Г2С) приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – 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 3.2 – 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 неразъёмное 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 объём 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 определение 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):

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

3.1.2 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».

Соединения элементов центральной части днища выполняются автоматической сваркой под флюсом (АФ). Все остальные элементы резервуара выполняются механизированной сваркой в смесях защитных газов (МП) [9].

3.1.3 Выбор сварочных материалов

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 таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – 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 3.4 – Механические свойства металла шва [14]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	KV, Дж	KCU, Дж/см ²	
			-20 ⁰ С	-40 ⁰ С	-60 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).

Для автоматической сварки под флюсом принимаем проволоку *ESAB OK Autrod 12.10* диаметром 3 и 5 миллиметров. Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав наплавленного металла [15]

C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %
		не более		
0,03-0,12	0,4-0,6	0,1	0,02	0,02

Таблица 3.6 – Механические свойства металла шва [16]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %
410	520	28

OK Flux 10.80 – это агломерированный нейтральный флюс для дуговой сварки под флюсом. Он значительно легирует металл сварного шва *Si* и *Mn* и потому весьма пригоден для стыковой однопроходной сварки, сварки с ограниченным количеством проходов, а также для наплавки.

Флюс *OK Flux 10.80* – является нейтральным, керамическим, восстанавливающим Кремний и Марганец флюсом, предназначенным для одно- и многослойной стыковой сварки углеродистых и низколегированных сталей без повышенных требований по ударной вязкости. *OK Flux 10.80* - это кальциево-силикатный флюс, обладающий при этом высокой электропроводностью даже при небольших скоростях сварки, как на постоянном, так и на переменном токе. В таблице 3.7 приведен химический состав флюса.

Таблица 3.7 – Химический состав флюса в процентном соотношении [17]

$SiO_2 + TiO_2$	$CaO + MgO$	$Al_2O_3 + MnO$	CaF_2
35	30	20	10

OK Flux 10.80 поставляется упакованным в бумажные, пластиковые пакеты весом по 25 кг.

3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем тавровое соединение ТЗ- ∇ 10 которое показано на рисунке 3.1.

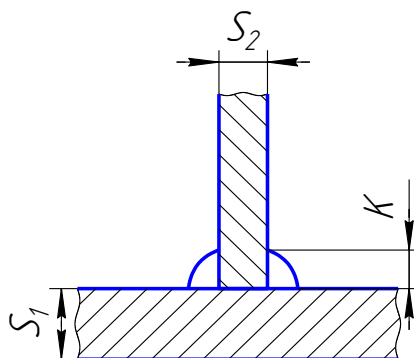


Рисунок 3.1 – Тавровое соединение ТЗ- ∇ 10

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [18]:

$$d_{\text{ЭПн}} = K_d \cdot F_{\text{нн}}^{0,625} \quad (3.2)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{\text{нк}}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{\text{нз}}=40 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [18]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{но}} - F_{\text{нк}}}{F_{\text{нз}}} + 1 = \frac{68,5 - 20}{40} + 1 = 2,14. \quad (3.3)$$

Примем $n_{\text{пр}} = 3$.

Уточним площадь $F_{\text{нз}}$ с учетом количества проходов [18]:

$$F'_{\text{нз}} = \frac{F_{\text{но}} - F_{\text{нк}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{пк}}} = \frac{68,5 - 20}{3 - 1} = 22,9 \text{ мм}^2, \quad (3.4)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{ЭПК}}$ и заполняющих $d_{\text{ЭПЗ}}$, при сварке $K_d=0,149 \dots 0,409$ [18]:

$$d_{\text{ЭПК}} = (0,149 \dots 0,409) \times F_{\text{нк}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \times 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \times F_{\text{нз}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \times 22,9^{0,625} = 1,05 \dots 2,89 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$d_{\text{ЭПК}}=1,2 \text{ мм.}$ и $d_{\text{ЭПЗ}}=1,2 \text{ мм.}$

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов [18]:

$$V_{\text{ск}} = \frac{8,9 \times d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \times d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{нк}}} = \frac{8,9 \times 1,2^2 + 50,6 \times 1,2^{1,5}}{20} = 3,97 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.7)$$

$$V_{\text{сз}} = \frac{8,9 \times d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 \times d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F'_{\text{нз}}} = \frac{8,9 \times 1,2^2 + 50,6 \times 1,2^{1,5}}{22,9} = 3,46 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

Принимаем $V_{\text{ск}} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 14,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$, $V_{\text{сз}} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 14,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$.

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [18]:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \times V_{\text{СК}} \times F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \times (1 - \psi_p)} = \frac{4 \times 4 \times 20}{\pi \times 1,2^2 \times (1 - 0,1)} = 78,6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 283 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \times V_{\text{СЗ}} \times F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \times (1 - \psi_p)} = \frac{4 \times 4 \times 22,9}{\pi \times 1,2^2 \times (1 - 0,1)} = 90 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 327 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [18]:

$$\begin{aligned} I_{\text{СК}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПК}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \times \left(\sqrt{1450 \times 1,2 \times 78,6 + 145150} - 382 \right) = 179 \text{ А}, \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{СЗ}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \times \left(\sqrt{1450 \times 1,2 \times 90 + 145150} - 382 \right) = 201 \text{ А}. \end{aligned} \quad (3.12)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_{\text{С}} \leq 510 \text{ А}$. При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{\text{СК}} = 179 \times 1,15 = 206 \text{ А}.$$

$$I_{\text{СЗ}} = 201 \times 1,15 = 231 \text{ А}.$$

Принимаем $I_{\text{с}} = 210\text{-}230 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [18]:

$$U_{\text{с}} = 14 + 0,05 \times I_{\text{с}}, \quad (3.13)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \times 210 = 24,5 \text{ В},$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \times 230 = 25,5 \text{ В}.$$

Расход защитного газа $\text{Ar} + \text{CO}_2$ для соответствующих проходов [13]:

$$q_{\text{зг}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \times I_{\text{с}}^{0,75}, \quad (3.14)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \times 210^{0,75} = 0,161 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 9,7 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \times 230^{0,75} = 0,176 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 10,6 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U , В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход $Ar + CO_2$, л/мин.	$n_{пр}$
10	1,2	210-230	24,5-25,5	4	9-11	3

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.9 и 3.10. Применим для сварки сварочную проволоку диаметром 1,2 мм, так как проволока такого диаметра считается оптимальной для выполнения процесса сварки.

Таблица 3.9 – 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- 	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- 	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- 	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	1
9	H1- 	1,2	3-4	210-230	24-26	16,2	9-11	1
10	T1- 	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

Таблица 3.10 – Режимы сварки под слоем флюса [24]

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	$n_{пр}$
1	H1- 	3	35	510-520	31-33	1
2	C5	5	25-30	750-800	35-40	1

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем сварочное оборудование для механизированной сварки в среде защитных газов и автоматической двухсторонней сварки пол слоем флюса. Выбираем для механизированной сварки в среде защитных газов выпрямитель ВС-300Б [19] и полуавтомат ПДГ-312 [20]. Технические характеристики выпрямителя ВС-300Б представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – 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 3.12.

Таблица 3.12 – Технические характеристики полуавтомата ПДГ-312 [20]

Параметр	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.

Для сварки под слоем флюса применим трактор *LT-7* [21] и выпрямитель *Idealarc DC-600* [22].

Технические характеристики трактора *LT-7* представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Технические характеристики трактор *LT-7* [21]

Параметр	Значение
Диапазон скорости подачи проволоки (м/мин)	2,5-10,2
Габаритные размеры (ВхШхГ), мм	698 x 838 x 356
Вес нетто, кг	358,97

Трактор *LT-7* – это самоходный механизм подачи проволоки для сварки под флюсом с возможностью перемещения по рельсам. Он отличается простой эксплуатацией и управлением – для работы с ним достаточно одного оператора. Эта модель может использоваться со многими источниками постоянного тока производства Lincoln с поддержкой режимов постоянного напряжения и силы тока.

Пригоден для подачи сплошной проволоки диаметром 2,4-4,8 мм на скорости 2,5-10,2 м/мин.

Откалиброванный привод позволяет настроить скорость перемещения в диапазоне 0,12-1,8 м/мин.

Регулятор высоты головки позволяет настроить вылет электрода в диапазоне 12,7-127,0 мм.

Возможность установки блока управления с левой или правой стороны трактора для удобства управления и контроля режимов сварки

Возможность сварки стыковых, горизонтальных, угловых и нахлесточных соединений с левой или правой стороны рамы трактора.

Технические характеристики выпрямителя *Idealarc DC-600* представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Технические характеристики выпрямителя *Idealarc DC-600* [22]

Параметр	Значение
Напряжение сети:	380 В
Ток в режиме <i>ММА</i> :	90 - 780 А
Габаритные размеры:	781x565x965
Вес:	237 кг.
<i>ММА</i> ток при ПВ 100%:	600 А
Тип источника:	Инвертор

Источник питания *DC-600* – универсальный сварочный трансформатор-выпрямитель, обеспечивающий как жесткие, так и падающие внешние характеристики. Он приемлем для выполнения сварочных процессов различного типа: полуавтоматической сварки сплошной или порошковой проволокой и автоматической сварки под флюсом в пределах обеспечиваемой им мощности. Дополнительно *DC-600* может работать в режиме ручной сварки штучным электродом, сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов, а так же воздушной строжки угольными электродами диаметром до 3/8” (10 мм). Источник питания оборудован потенциометром плавной регулировки

выходной мощности на всем ее диапазоне. DC-600 рекомендуется к использованию со стандартными механизмами подачи сварочной проволоки производства компании *Lincoln Electric LN-7, LN-7GMA, LN-8, LN-9, LN-9GMA, LN-23P, LN-25*, с автоматическими сварочными головками *NA-3, NA-5 и NA-5R*, и со сварочными тракторами *LT-56 и LT-7* [23].

3.4 Выбор оснастки

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

При изготовлении резервуара применяются: монтажные скобы С-1 с набором клиньев Кл-1, устройство для раскатки рулонов днища, скоба для разворачивания рулона стенки, струбцины, стяги, кондуктор К1, лебедки и блоки, домкраты, стропы, клин упорный, приспособление формообразующее, ловители а так же центральная монтажная стойка. Контроль радиуса установленной стенки резервуара проверяется поверочным шаблоном, выполненным по соответствующему радиусу 10460 мм.

Устройство для раскатки рулонов днища (приложение Н, рисунок а) предназначено для раскатывания рулона при помощи крана. Причем начало рулона через крепление и трос удерживается на месте трактором. Это устройство поставляется на место монтажа совместно с рулоном днища, и закрепляется на каркасе рулона с торцов.

Скоба для разворачивания рулона стенки (приложение Н, рисунок б) приваривается непосредственно к рулону и демонтируется механическим способом.

Лебедки и блоки относятся к простейшим грузоподъемным приспособлениям. С помощью лебедок можно производить подъем грузов, натягивание тросов расчалок. Они обычно используются в сочетании с блоками, что увеличивает их тяговую силу. Основными узлами являются: барабан, на который наматывается канат, передающий тяговое усилие лебедки к грузу, приводной вал с рукояткой, через который усилие рабочего через зубчатую передачу передается барабану; краповый механизм, удерживающий груз в поднятом положении; тормозное устройство, обеспечивающее плавное опускание груза.

Домкраты при изготовлении резервуара применяют для прижатия стенки к ограничительным уголкам до полного прилегания, а так же при установке центральной монтажной стойки при необходимости приподнять ее до нужного уровня.

Расчалка представляет собой трос, по обоим концам которого прикреплены захватные устройства (крюки), которые при растягивании, через кронштейн для расчалок (приложение Н, рисунок в), фиксируют стенку в нужном положении. Так же расчалки используются для натяжения и фиксации центральной стойки. Натяжение производится при помощи талрепа М22 грузоподъемностью 5тн (типа крюк-крюк).

Скобы, стяжки, расчалки, струбцины являются простейшими сборочными приспособлениями.

Монтажные скобы С-1 с набором клиньев Кл-1 (приложение Н, рисунок г) применяются для состыковки и выравнивания стыков окраек днища при сборке, препятствуют короблению металла во время остывания после сварки (прихватки).

Струбцина обычно состоит из корпуса и винтового прижима. При исполнении струбцины с пластиной на конце винтового механизма она может выполнять роль как распирающего, так и прижимающего механизма.

Стяги представляют собой два уголка небольшой ширины, приваренные к листам, и болта с гайкой. Уголки приваривают к листам, которые необходимо

стянуть и состыковать между собой. В уголках есть отверстия, в которые вставляются болт и с помощью гайки стягивают уголки.

Клин упорный представляет собой рамную конструкцию треугольного сечения (приложение Н, рисунок д), предназначенную для упора между рулоном и развернутой частью стенки для предотвращения самопроизвольного сворачивания при перестановке скобы для разворачивания рулона.

Приспособления для формообразования представляют собой раму, сваренную в виде сегмента (одна из сторон округло формы). Оно подвешивается на стропах к крану и защемляется за торец стенки резервуара. За край приспособления цепляют трос, прикрепленный к трактору и, натяжением каната таким образом, чтобы приспособление прижималось к полотнищу, производят принудительное выгибание кромки полотнища до проектного радиуса.

Кондуктор К1 (приложение Н, рисунок е) предназначен для сборки-сварки монтажного стыка стенки.

Ловители (рисунок 3.2) привариваются на краях щитов и предназначены для стягивания и прижатия щита (под собственным весом) со стенкой резервуара.

Центральная монтажная стойка (приложение Н, рисунок ж), имеющая лестницу и площадку для работников, предназначена для установки на нее центрального кольца крыши резервуара, и временного восприятия нагрузки от веса монтируемых щитов покрытия.

После демонтажа всех приспособлений места приварки необходимо зачистить заподлицо с основным металлом. При необходимости, при подрезах от срезания приспособлений кислородной резкой или диском болгарки, подварить (наплавить) с последующей зачисткой.

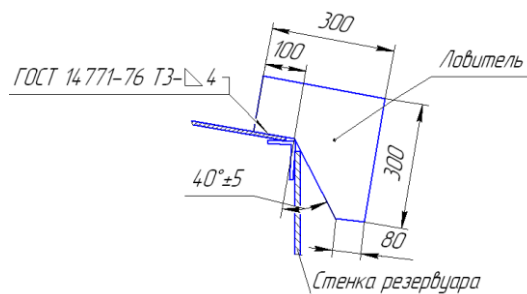


Рисунок 3.2 – Ловитель

3.5 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Согласно ГОСТ 31385-2016 при изготовлении резервуара выполняются следующие виды неразрушающего контроля:

- днище. ПВТ (вакуумирование) 100% и ВИК 100%;
- стенки РВС (монтажный стык). РК 100% и ВИК 100%;
- крыша (листовые соединения). ПВК 100% и ВИК 100%;
- окрайки. ПВК 100%.

3.5.1 Визуальный и измерительный контроль

ВИК сварных соединений резервуара должен выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ РЕН 13018-80, ГОСТ 8.05-81.

ВИК предназначен для:

- проверки соответствия геометрических параметров сварных соединений требованиям НД, ТД и проектной документации;
- обнаружения поверхностных (выходящих на поверхность) и сквозных дефектов сварных соединений типа трещин, подрезов, несплавлений, незаваренных кратеров, прожогов, неметаллических включений, расслоений и т. п. и определения их расположения, размеров и ориентации по поверхности.

ВИК должен выполняться до проведения НК сварного соединения другими методами.

ВИК сварного соединения выполняется без нарушения целостности контролируемого соединения.

Недопустимые дефекты, выявленные при ВИК, должны быть устранены до выполнения контроля другими методами НК.

Контролируемая зона сварного соединения должна включать сварной шов, а также примыкающие к нему участки основного металла, которые в обе стороны от шва должны быть не менее:

- 20 мм, но не менее толщины стенки свариваемых деталей, при НК при сооружении, реконструкции и капитальном ремонте трубопроводов;
- не менее четырех толщин стенок свариваемых деталей при НК в процессе выборочного ремонта и ДДК трубопроводов, находящихся в эксплуатации или режиме консервации.

Требования к приборам и инструментам ВИК.

Визуальный контроль сварных соединений проводят невооруженным глазом и с применением оптических приборов (луп, эндоскопов, зеркал и др.). Лупы должны быть с увеличением от 4 до 7 раз.

Для измерения освещенности, шероховатости поверхности объекта контроля следует применять средства измерений исправные, прошедшие метрологическую поверку:

- люксметры;
- измерители шероховатости или образцы шероховатости.

Для измерения параметров сварных соединений и поверхностных дефектов следует применять средства измерений исправные, прошедшие метрологическую поверку/ калибровку:

- лупы измерительные;
- угольники поверочные 90° лекальные;
- штангенциркули и штангенрейсмасы;
- шаблоны, в том числе универсальные.

Для измерения больших линейных размеров элементов или отклонений от формы и расположения поверхностей элементов следует применять штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки).

Для ВИК применяются комплект ВИК "Транснефть".

3.5.2 Радиографический контроль

Радиографический контроль выполняют согласно ГОСТ 7512-82.

Радиографический контроль применяют для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, шлаковых, вольфрамовых, окисных и других включений.

Радиографический контроль применяют также для выявления прожогов, подрезов, оценки величины выпуклости и вогнутости корня шва, недопустимых для внешнего осмотра.

Радиографическому контролю подвергают сварные соединения с отношением радиационной толщины наплавленного металла шва к общей радиационной толщине не менее 0,2, имеющие двусторонний доступ, обеспечивающий возможность установки кассеты с радиографической пленкой и источника излучения в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Радиографический контроль следует проводить после устранения обнаруженных при внешнем осмотре сварного соединения наружных дефектов и зачистки его от неровностей, шлака, брызг металла, окалины и других загрязнений, изображения которых на снимке могут помешать расшифровке снимка.

После зачистки сварного соединения и устранения наружных дефектов должна быть произведена разметка сварного соединения на участки и маркировка (нумерация) участков.

Систему разметки и маркировки участков устанавливают технической документацией на контроль или приемку сварных соединений.

При контроле на каждом участке должны быть установлены эталоны чувствительности и маркировочные знаки.

Эталоны чувствительности следует устанавливать на контролируемом участке со стороны, обращенной к источнику излучения.

Проволочные эталоны следует устанавливать непосредственно на шов с направлением проволок поперек шва.

Канавочные эталоны следует устанавливать на расстоянии не менее 5 мм от шва с направлением канавок поперек шва.

Пластинчатые эталоны следует устанавливать вдоль шва на расстоянии не менее 5 мм от него или непосредственно на шов с направлением эталона поперек шва так, чтобы изображения маркировочных знаков эталона не накладывались на изображение шва на снимке.

При контроле кольцевых швов трубопроводов с диаметром менее 100 мм допускается устанавливать канавочные эталоны на расстоянии не менее 5 мм от шва с направлением канавок вдоль шва.

При невозможности установки эталонов со стороны источника излучения при контроле сварных соединений цилиндрических, сферических и других пустотелых изделий через две стенки с расшифровкой только прилегающего к пленке участка сварного соединения, а также при панорамном просвечивании допускается устанавливать эталоны чувствительности со стороны кассеты с пленкой.

Маркировочные знаки, используемые для ограничения длины контролируемых за одну экспозицию участков сварных соединений, следует устанавливать на границах размеченных участков, а также на границах наплавленного и основного металла при контроле сварных соединений без усиления или со снятым усилением шва.

Маркировочные знаки, используемые для нумерации контролируемых участков, следует устанавливать на контролируемом участке или непосредственно на кассете с пленкой так, чтобы изображения маркировочных

знаков на снимках не накладывались на изображение шва и околошовной зоны по п. 5.7 [25].

При невозможности установки эталонов чувствительности и (или) маркировочных знаков на контролируемом участке сварного соединения в соответствии с требованиями настоящего стандарта порядок проведения контроля без установки эталонов чувствительности и (или) маркировочных знаков должен быть предусмотрен в технической документации на контроль или приемку сварных соединений [17].

3.5.3 Контроль ПВТ

Контроль ПВТ выполняют согласно ГОСТ 24054-80.

Пробное вещество, используемое для испытаний на герметичность, не должно вредно воздействовать на испытываемое изделие и людей.

Подготовка изделий к испытаниям на герметичность должна предусматривать устранение последствий случайного перекрытия течей после хранения, транспортирования и операций, предшествующих испытаниям.

Для испытаний на герметичность следует использовать оборудование, укомплектованное специальными присоединительными и установочными деталями и калиброванными течами в соответствии с техническими условиями на изделия конкретного вида [26].

3.5.4 Контроль ПВК

Контроль ПВК выполняют согласно ГОСТ 18442-80.

Капиллярные методы основаны на капиллярном проникании индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей

материала объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя.

Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности.

Капиллярные методы позволяют контролировать объекты любых размеров и форм, изготовленные из черных и цветных металлов и сплавов, пластмасс, стекла, керамики, а также других твердых неферромагнитных материалов.

Капиллярные методы применяют для контроля объектов, изготовленных из ферромагнитных материалов, если их магнитные свойства, форма, вид и месторасположение дефектов не позволяют достигать требуемой по ГОСТ 21105-87 чувствительности магнитопорошковым методом и магнитопорошковый метод контроля не допускается применять по условиям эксплуатации объекта.

Необходимым условием выявления дефектов типа нарушения сплошности материала капиллярными методами является наличие полостей, свободных от загрязнений и других веществ, имеющих выход на поверхность объектов и глубину распространения, значительно превышающую ширину их раскрытия.

Капиллярные методы подразделяют на основные, использующие капиллярные явления, и комбинированные, основанные на сочетании двух или более различных по физической сущности методов неразрушающего контроля, одним из которых является капиллярный.

Основными этапами проведения капиллярного неразрушающего контроля являются [27]:

- подготовка объекта к контролю;
- обработка объекта дефектоскопическими материалами;
- проявление дефектов;

- обнаружение дефектов и расшифровка результатов контроля;
- окончательная очистка объекта.

Технологические режимы операций контроля (продолжительность, температуру, давление) устанавливают в зависимости от требуемого класса чувствительности, используемого набора дефектоскопических материалов, особенностей объекта контроля и типа искомых дефектов, условий контроля и используемой аппаратуры.

Подготовка объектов к контролю включает очистку контролируемой поверхности и полостей дефектов от всевозможных загрязнений, лакокрасочных покрытий, моющих составов и дефектоскопических материалов, оставшихся от предыдущего контроля, а также сушку контролируемой поверхности и полостей дефектов.

Способы очистки контролируемой поверхности приведены ниже [27]:

- механический – очистка струей абразивного материала (песком, дробью, косточковой крошкой) или механической обработкой поверхности;
- паровой – очистка в парах органических растворителей;
- растворяющий – очистка промывкой, протирка с применением воды, водных моющих растворов или легколетучих растворителей;
- химический – очистка водными растворами химических реактивов;
- электрохимический – очистка водными растворами химических реактивов с одновременным воздействием электрического тока;
- ультразвуковой – очистка растворителями, водой или водными растворами химических соединений в ультразвуковом поле с использованием ультразвукового капиллярного эффекта;
- анодно-ультразвуковой – очистка водными растворами химических реактивов с одновременным воздействием ультразвука и электрического тока;
- тепловой – очистка прогревом при температуре, не вызывающей недопустимых изменений материала контролируемого объекта и окисления его поверхности;
- сорбционный – очистка смесью сорбента и быстросохнущего

органического растворителя, наносимой на очищаемую поверхность, выдерживаемой и удаляемой после высыхания.

3.6 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [28].

Разработка технологических процессов включает [28]:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Технологические карты изготовления резервуара приведены в приложениях Б-М.

3.6.1 Разметка основания

Разметку основания днища производят после приемки основания-фундамента. Разметку основания днища (рисунок 3.3) производят следующим образом: с помощью штыря, вбитого в основание в центре резервуара и рулетки нанести несмываемой краской на основании резервуара две кольцевые риски:

- 1) $R_{\text{контр}}$ – контрольная риска для монтажа окراек:

$$R_{\text{контр}} = R_{\text{окр}} + 50 \text{ мм} = 10460 + 50 = 10510 \text{ мм.} \quad (3.15)$$

- 2) $R_{\text{окр}} = 5215 \text{ мм}$ – риска передних кромок окраек.

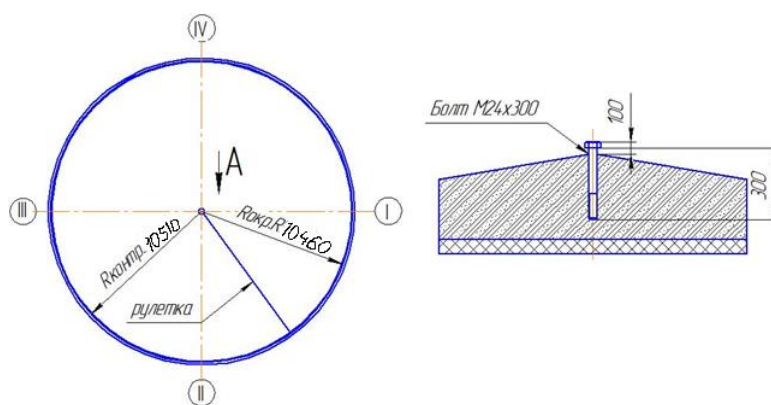


Рисунок 3.3 – Разметка основания на фундаменте

3.6.2 Монтаж окраек днища

Сборку окраек днища можно начинать после приемки основания-фундамента и разметки на основании кольцевых рисок.

На монтажной площадке, до начала монтажа проводят следующие работы:

1. Проверка соответствия геометрических размеров окраек проектным (входной контроль) и зачистка кромок под сварку (см. ФЮРА.РВС100.219.02.000).

2. На обеих торцевых кромках каждой окрайки приваривают по две сборочные шайбы под скобу С1.

Смещение кромок не должно превышать 10% толщины листа при плотности прилегания к подкладным полосам с зазором не более 0,5мм. Вмятины на окрайках, в зоне расположения стенки, не допускаются.

Порядок работ:

Разложить окрайки по риску $R_{\text{контр}}$, превышающей проектный радиус на величину усадки окраек, и собрать их встык на остающейся подкладке с клиновидным зазором, расширяющимся по направлению к центру резервуара, для предотвращения закрытия зазора от усадки при выполнении нижнего уторного шва (рисунок 3.4). Особое внимание уделить точности укладки 1-ой окрайки – ее привязке к оси резервуара.

Выверить привязку стыков окраек по осям резервуара, проверить общую горизонтальность, устранить изломы в стыках, обеспечить проектные зазоры в стыках и плотность прилегания подкладок к окрайкам.

Заварить стыки между окрайками по длине 250 мм. Сварку должны вести одновременно все сварщики, равномерно расположенные по окружности и перемещающиеся по мере сварки стыков в одном направлении.

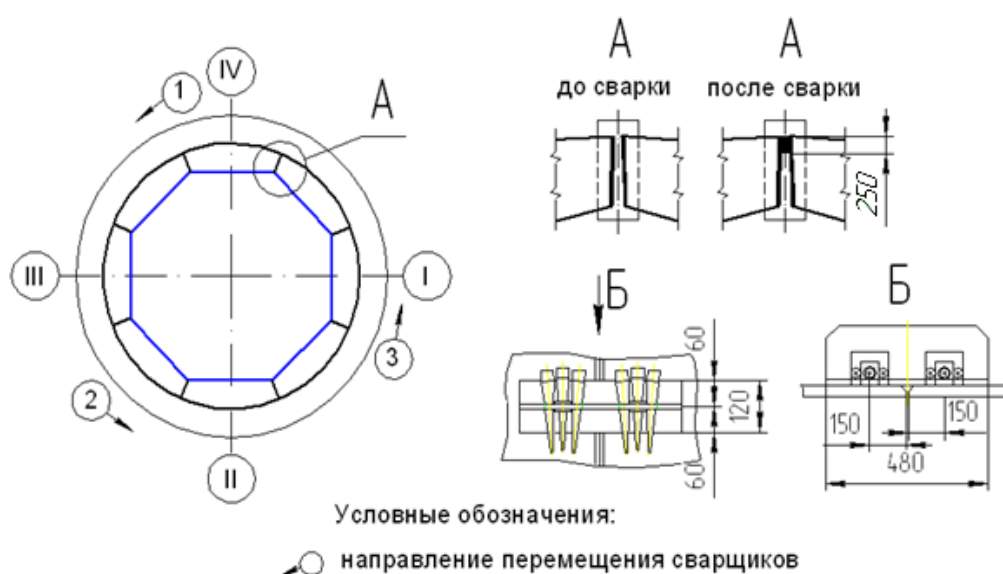


Рисунок 3.4 – Монтаж окраек днища

Проверить качество заваренных участков сварных швов по всей длине путем просвечивания рентгеноскопом.

Вынести с помощью реперов и стальной проволоки на крайки контрольные риски главных осей резервуара и зафиксировать их яркой масляной краской.

Нанести на кольцо из окраек риски (рисунок 3.5):

L1 – риска приварки центральной части днища к крайкам 60 мм от внутреннего торца кольца из окраек;

L2 – контрольная риска приварки центральной части днища:

$L2 = L1 + 30 \text{ мм} = 90 \text{ мм}$.

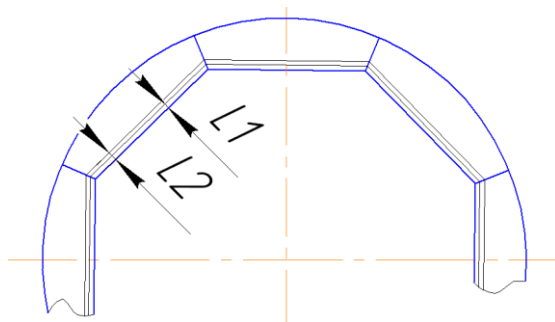


Рисунок 3.5 – Разметка расположения рулонов днища

3.6.3 Монтаж днища

Порядок работ:

Установить рулон на основание резервуара вдоль оси I-III (рисунок 3.6), при этом оба края полотна должны быть прижаты к днищу рулоном.

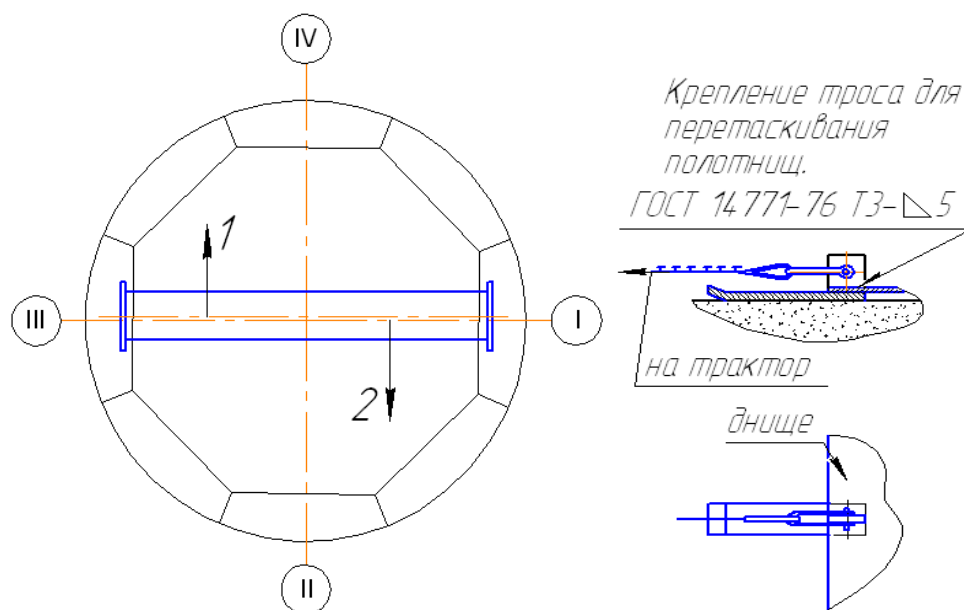


Рисунок 3.6 – Порядок монтажа дна

Обмотать рулон тросом на один виток и поднятием крюка крана натянуть трос, чтобы стянуть рулон. После этого срезать удерживающие планки. Опуская крюк крана, ослабить рулон и убрать трос.

Перекатывая рулон при помощи крана развернуть одну половину дна по направлению 1 (рисунок 3.9) и при помощи крана и трактора уложить развернутое первое полотнище в проектное положение, выставив его по рискам L1. Прихватить первую половину полотнища к окрайкам.

Для разворачивания второй половины дна, навернутой на тот же рулон, все операции повторить в той же последовательности по направлению 2 (рисунок 3.6).

Проверить проектные размеры дна, проектный нахлест в стыке двух половин и выполнить деталь монтажного стыка дна (рисунок 3.7).

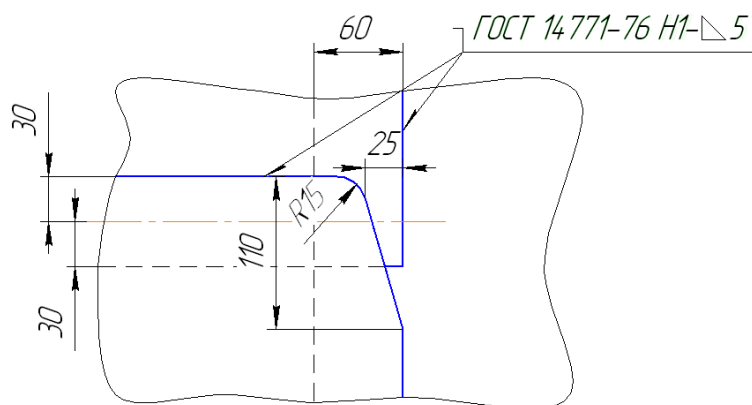


Рисунок 3.7 – Деталь монтажного стыка днища

Произвести прихватки по всему периметру.

Сварка днища

Произвести проверку правильности сборки днища в соответствии с проектным положением, размера радиуса днища, наличия требуемого размера нахлестки между полотнищами равной 60мм.

Порядок работ

1. Собрать нахлесточное соединения на прихватках: расстояние между прихватками должно быть таким, чтобы нахлестка плотно прилегала к нижележащей полосе по всей длине. На участках 2м от края прихватки не устанавливать.

2. Произвести сварку полотнищ между собой (рисунок 3.8). По краям не доваривать участки шва размером 2 м. Эти участки являются компенсаторами и завариваются после сварки кольцевого шва, соединяющего центральную часть полотнища днища с кольцом из окрайков.

Сварку выполнять обратноступенчатым способом с длиной ступени 200÷250мм с общим направлением сварки от середины к краям. Сварку ведут одновременно 2 сварщика.

3. Проверить проектные размеры днища.

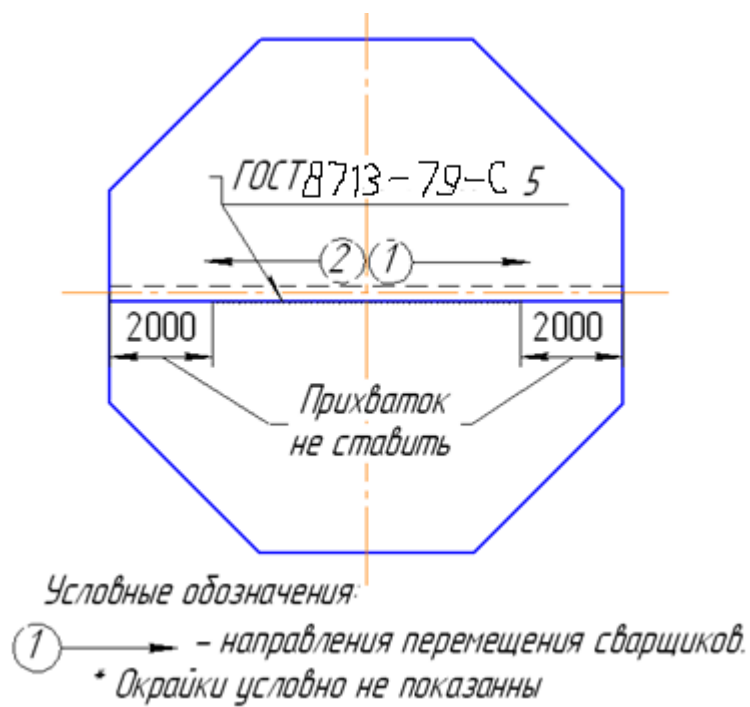


Рисунок 3.8 – Сварка полотнищ днища

3.6.4 Разметка днища

Определить цент полотнища днища и приварить штырь. При помощи рулетки разметить и нанести следующие кольцевые риски (рисунок 3.9):

R1=5215 мм – радиус стенки резервуара;

R2=5220 мм – радиус приварки ограничительных уголков;

R3=5180 мм – радиус для контроля вертикальности стенки;

R4=145 мм – радиус для контроля вертикальности стойки;

R5=110 мм – радиус установки центральной стойки.

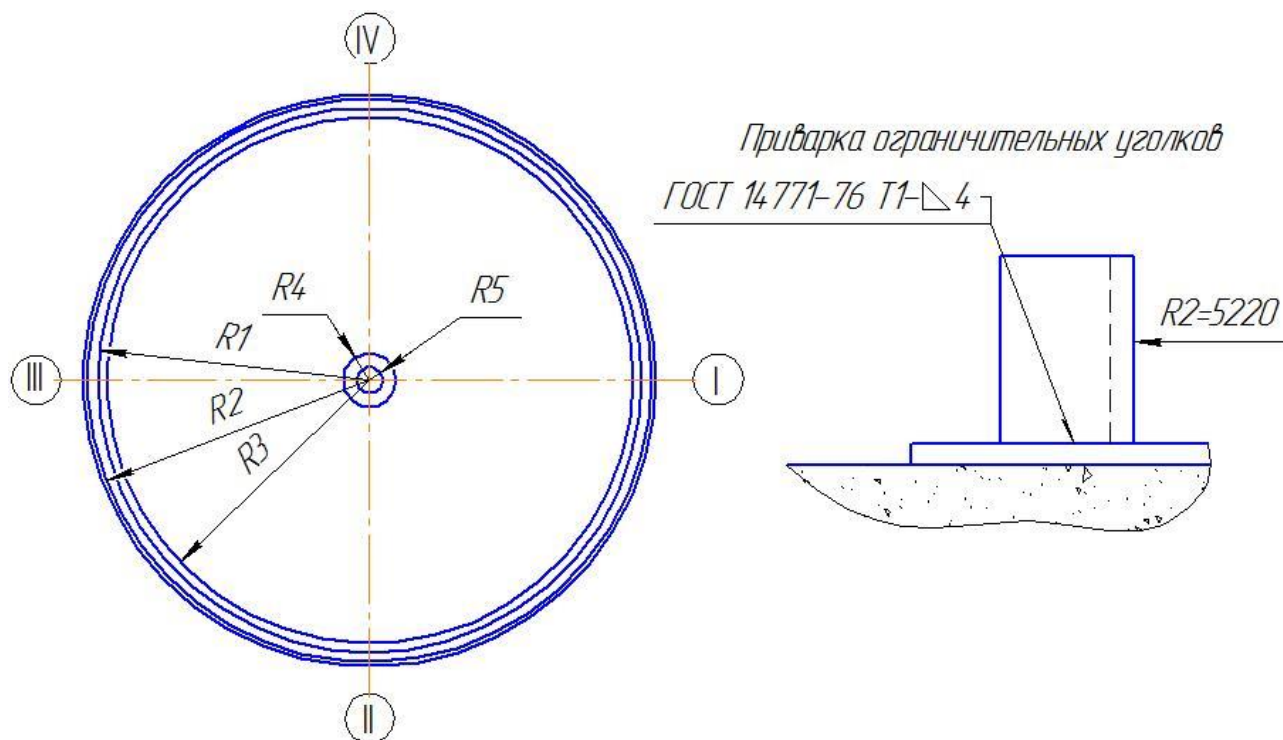


Рисунок 3.9 – Разметка днища

От оси 1 против часовой стрелки по риске R1 отмерить 2400 мм и нанести перпендикулярную риску оси стыка шва стенки несмываемой краской. По риске R2 на расстоянии 250÷300 мм друг от друга приварить ограничительные уголки.

3.6.5 Монтаж центральной стойки

Подъем монтажной стойки осуществляется монтажным краном СКГ-631 без применения электролебедок, как было в базовом варианте, с креплением стропы на крюке крана к проушине на стойке (рисунок 3.10).

Порядок работ по установке монтажной стойки:

Собрать на козлах внутри резервуара центральную монтажную стойку из трубы диаметром 219х8 мм. Смонтировать на нее опорную и рабочую площадки, лестницу, центральное кольцо крыши резервуара.

Уложить по центру резервуара набор металлических прокладок под подошву монтажной стойки с таким расчетом, что отметка верха подкладок была +50 мм. Подкладки прихватить к днищу резервуара.

Уложить стойку на козлах таким образом, чтобы после подъема ее ось располагалась строго перпендикулярно центру днища.

Закрепить в проушинах на стойке расчалки.

Застропить за верхнюю проушину и поднять стойку краном.

Раскрепить стойку при помощи расчалок и проверить вертикальность ее положения.

Проверить геодезическим методом, что отметка низа центрального кольца крыши резервуара составляет 14900^{+5} мм.

При необходимости изменить высоту центрального кольца крыши. После проверки всех размеров и перпендикулярности прихватить стойку к подкладкам.

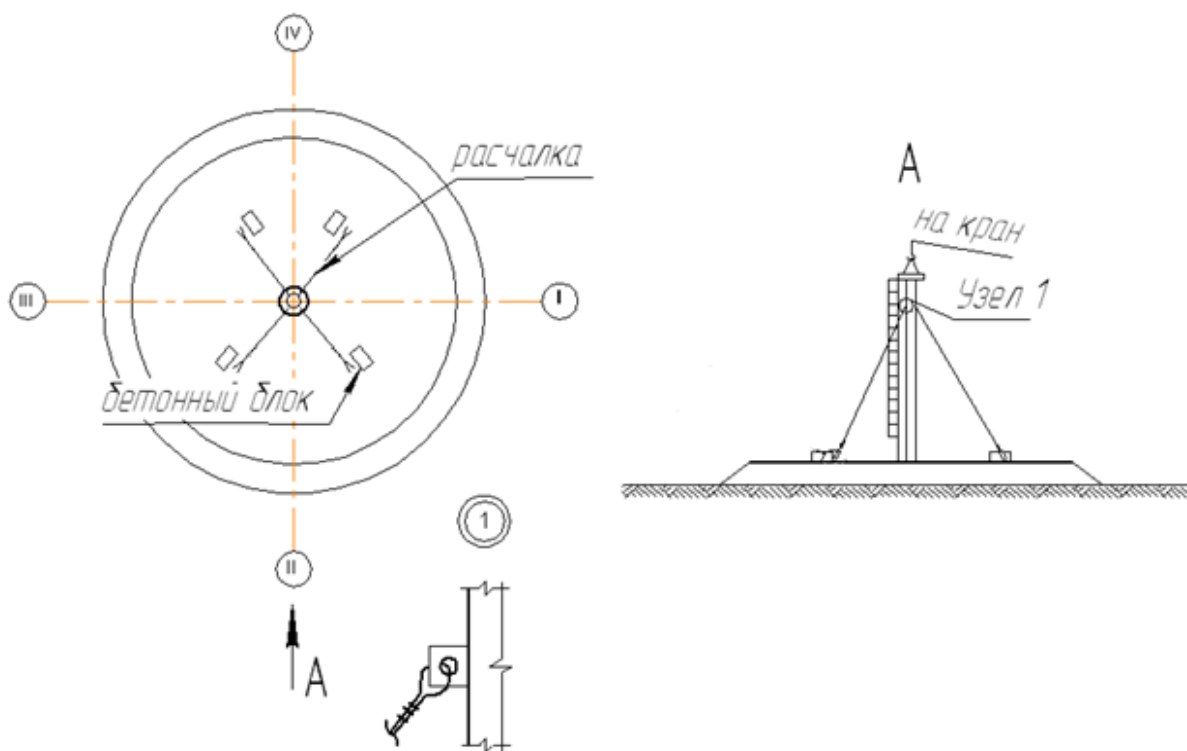


Рисунок 3.10 – Установка центральной монтажной стойки

3.6.6 Подъем рулона стенки в вертикальное положение

Перед началом подъема рулона в вертикальное положение необходимо приподнять рулон (в горизонтальном положении) над землей. На рулоне установить трубу жесткости диаметром 108х4 мм, навесную лестницу и прихватить поддон, предназначенный для предотвращения повреждения нижних кромок стенки резервуара при подъеме (рисунок 3.11). Приварить к верхнему концу рулона с боков через накладки два отвода из отрезков труб диаметром 159х8мм с заглушками из листа 200х4мм для строповки. Произвести строповку рулона (рисунок 3.12).

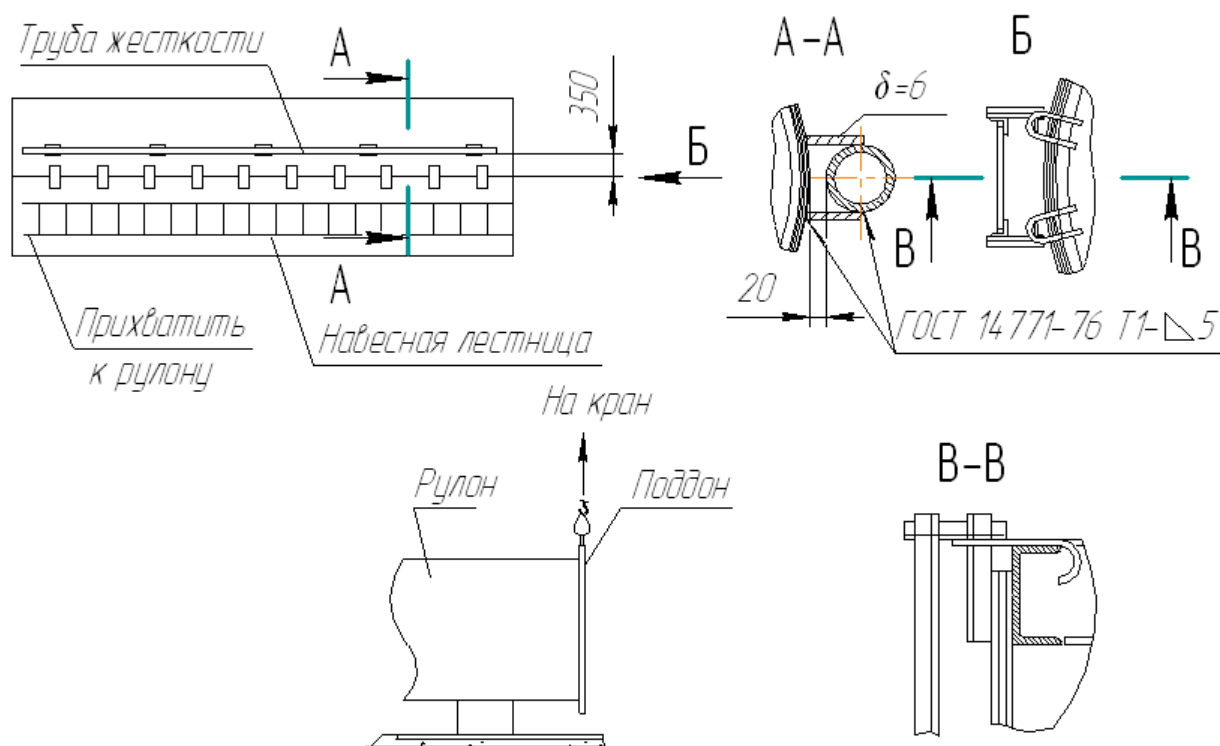


Рисунок 3.11 – Установка трубы жесткости, лестницы и поддона

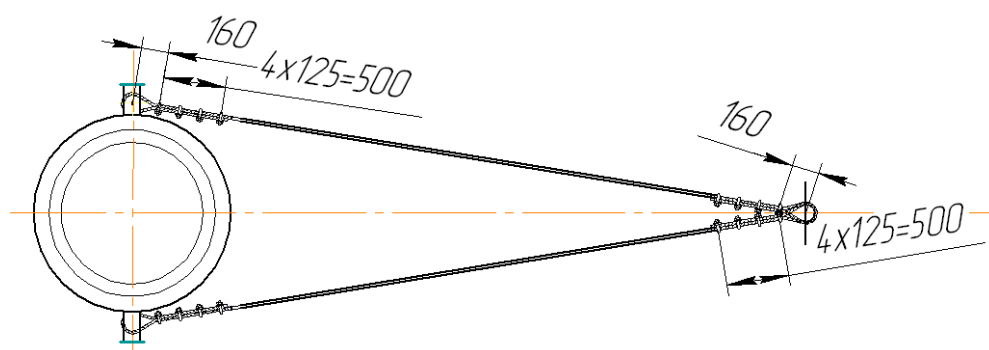


Рисунок 3.12 – Строповка рулона

Проверить надежность такелажной оснастки. Для этого поднять конец рулона на 150 мм, выдержать в таком положении 10 мин. Тщательно осмотреть такелаж. При отсутствии неисправностей продолжать подъем рулона.

Рулон поднять в вертикальное положение; поворотом крана переместить рулон к месту монтажного стыка стенки и установить в проектное положение предварительно срезав поддон.

3.6.7 Разворачивание рулона стенки и монтаж щитов покрытия

Установить рулон так, чтобы после срезки скрепляющих планок, вертикальная кромка расположилась согласно разметки оси шва на днище.

До срезки удерживающих планок рулон обвязать канатом (тросом) и натянуть трактором для предотвращения самопроизвольного распушивания (рисунок 3.13).

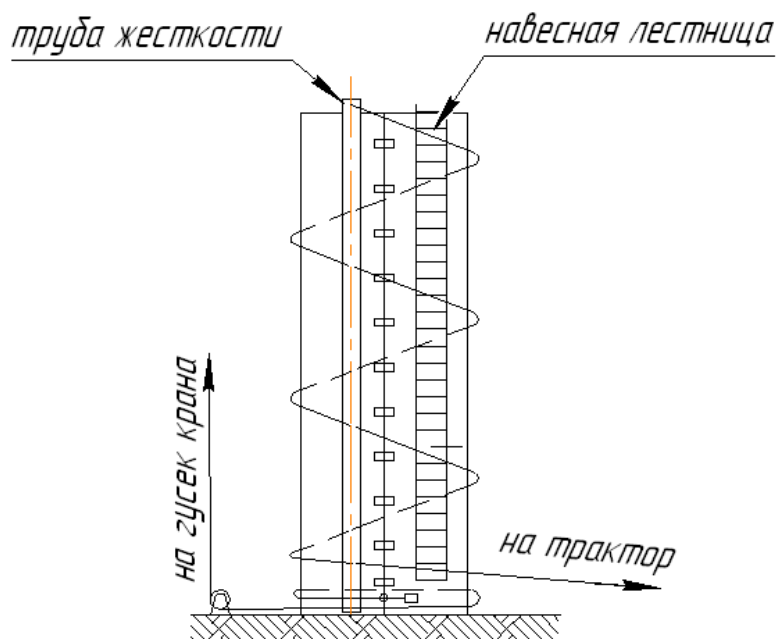


Рисунок 3.13 – Обвязка рулона стенки

Произвести срезку удерживающих планок последовательно сверху вниз; последние планки срезать стоя на днище со стороны противоположной разворачиванию рулона. Ослабляя натяжение каната дать возможность рулону распушиться.

Начальный участок полотна временно закрепить к днищу приваркой косынки.

Проверить вертикальность начальной кромки с помощью отвеса по риске **R3** или теодолита и закрепить это положение расчалками, закрепленными к кронштейну (рисунок 3.14), установленному около трубы жесткости.

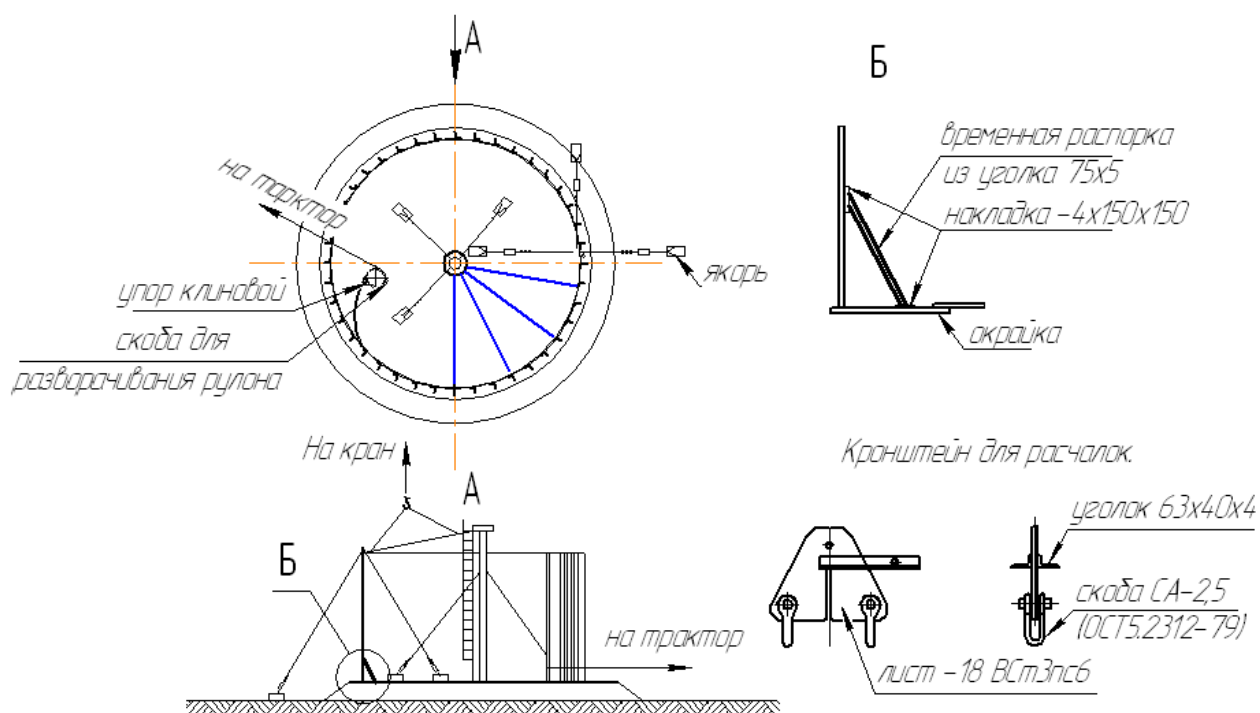


Рисунок 3.14 – Разворачивание рулона стенки

При помощи трактора развернуть рулон на 5-6 м, установить клиновой упор между разворачиваемой стенкой и рулоном (для предотвращения самопроизвольного раскручивания рулона), прихватить нижнюю кромку полотнища к днищу. В местах неплотного прилегания стенки к ограничительным уголкам произвести прижатие ее с помощью домкрата. Прихватки стенки к днищу выполнять в шахматном порядке снаружи и изнутри резервуара. С внутренней стороны раскреплять стенку и край окрайки наклонным упором из уголка 75x5 (через накладки 4x150x150мм) для предотвращения деформаций краев под тяжестью стенки резервуара.

Во избежание отрыва скобы от рулона следить, чтобы шов приварки скобы не работал на излом и тяговый канат для каждого участка разворачивания располагать по касательной к рулону.

Следить, чтобы нижняя кромка полотнища плотно прилегала к упорным уголкам. Необходимое прижатие производить при помощи клина или реечного домкрата. После разворачивания очередного участка полотнища стенки перед срезкой первой тяговой скобы необходимо:

- не ослаблять натяжение тягового и удерживающего канатов, установить клиновой упор между рулоном и развернутой частью полотнища;
- не ослабляя натяжение удерживающего каната, ослабить натяжение тягового каната для прилегания витков рулона к клиновому упору;
- приварить вторую скобу;
- закрепить тяговый канат одним концом ко второй скобе, другим к трактору.

По мере разворачивания рулона укладываются щиты покрытия резервуара, с заранее приваренными ловителями (4 штуки на щит) начиная с установки начального щита, отступив от края вертикальной кромки стенки 2400мм; промежуточных щитов и заканчивая замыкающим. Крепление к центральному кольцу крыши производится болтами М16х40. Места примыкания щита кровли с центральным кольцом обварить по контуру после установки щита.

Ловители выполнены из листа толщиной 8 мм и должны быть приварены так чтобы стенка под весом щита прижималась к нему (рисунок 3.2). В месте примыкания щита к стенке, а так же нахлеста настила щитов выполнить прихватки. Выполнение работ со стороны стенки вести с автоподъемника (в базовом варианте устанавливались подмостья). Прихватки в месте нахлестки щитов вести с уже установленного и прихваченного щита от середины к краям.

3.6.8 Формообразование кромок полотнища стенки

Формообразованию (правке) подлежат концы листов стенки резервуара.

Порядок работ:

1. Трубу жесткости демонтировать.
2. Приподнять конец формообразующего полотнища стенки на 10÷15 мм от днища. Для этого на расстоянии 2000 мм от вертикальной кромки

подсунуть под нижнюю кромку полотнища стенки клин. На этом же расстоянии (по риске R2) необходимо срезать ограничительные уголки.

3. Застропить приспособления для формообразователя и завести приспособление за кромку нижнего листа стенки.

4. Закрепить один конец тягового каната к приспособлению для формообразования, а другой – к тяговому трактору.

5. Трактор установить таким образом, чтобы при оттягивании приспособления оно прижималось к полотнищу и производило принудительное выгибание участка полотнища.

6. Развернуть приспособление из положения 1 в положение 2 (рисунок 3.15). При этом положении полотнище касается контрольной риски на приспособлении. Поднимая краном формообразователь вдоль вертикальной кромки проделать эту операцию по всей высоте стенки резервуара. Затем приспособление медленно спустить, снять с кромки полотнища и проверить радиус образующей полотнища в свободном состоянии шаблоном. При необходимости повторять операцию до тех пор, пока образующая стенки в свободном состоянии не будет соответствовать радиусу днища. Допустимый зазор 10^{+5} мм.

7. Конечную кромку полотнища править аналогично.

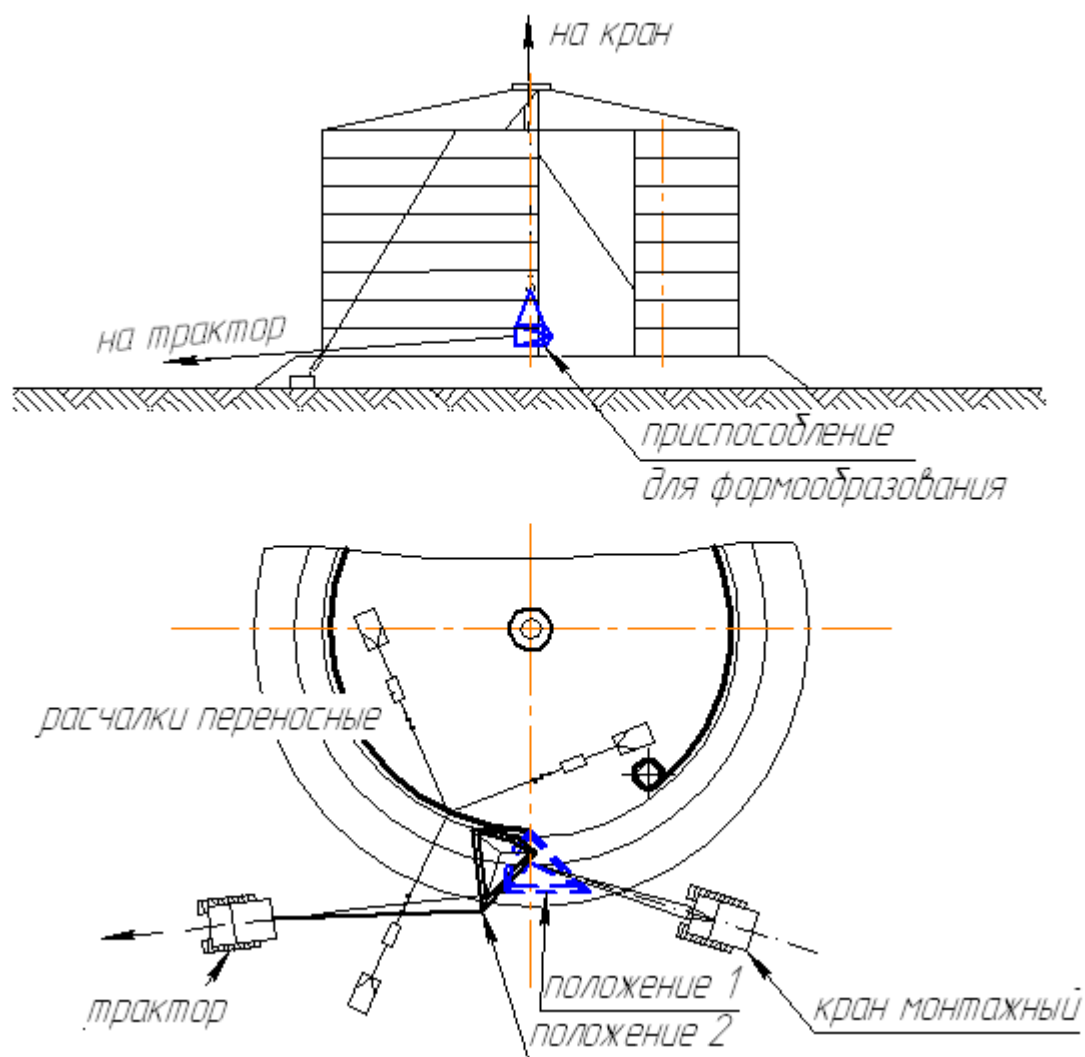


Рисунок 3.15 – Формообразование кромок полотна

3.6.9 Замыкание монтажного стыка стенки

Замыкание вертикального монтажного стыка производить после установки всех щитов покрытия, кроме замыкающего.

Требования к сборке монтажного стыка:

- стык должен быть собран на прихватках длиной 30-50 мм через 200 мм. Прихватки должны выполняться теми же сварщиками, которые будут осуществлять сварку стыка;
- необходимо обеспечить вертикальность оси стыка, которая должна

проверяться по отвесу. Отклонения от вертикали не должны превышать 15 мм.

- часть уторного шва, примыкающего к оси стыка, должна оставаться незаваренной на расстояние 750 мм в каждую сторону от оси;
- свариваемые кромки должны быть очищены от грязи, брызг и наплывов металла и зачищены металлическими щетками;
- непосредственно перед сваркой прихватки должны быть тоже зачищены;
- не допускаются зазоры более 3 мм. при обнаружении больших зазоров необходимо наплавить кромку полуавтоматической сваркой и зачистить ее шлифмашинкой;
- не допускаются смещения кромок более 1-2 мм. недопустимые смещения устранить вытягиванием с помощью струбцин и установки пластин жесткости с внутренней стороны резервуара;
- перед сваркой необходимо проверить соответствие формы разделки кромок проектной;
- срезать прихватки стенки к днищу на расстояние 750 мм от оси стыка в обе стороны;
- установить приспособление и монтажную лестницу;
- проверить длину верхней кромки полотнища стенки из условия приварки замыкающего щита кровли;
- разделать кромки согласно рисунку 3.16, выполнить вертикальные и горизонтальные швы согласно технологической инструкции по сварке и зачистить его шлифовальной машинкой;
- после проварки вертикального шва и установки последнего замыкающего щита покрытия при появлении «хлопунов» и необходимости выравнивания днища срезать прихватки в швах днища и окраек и выдержать технологический перерыв в течение 2-х суток;
- затем приварить стенку резервуара к днищу (уторный шов) по всему контуру, предварительно вырезав Люк-лаз для возможности выполнения сварки изнутри резервуара.

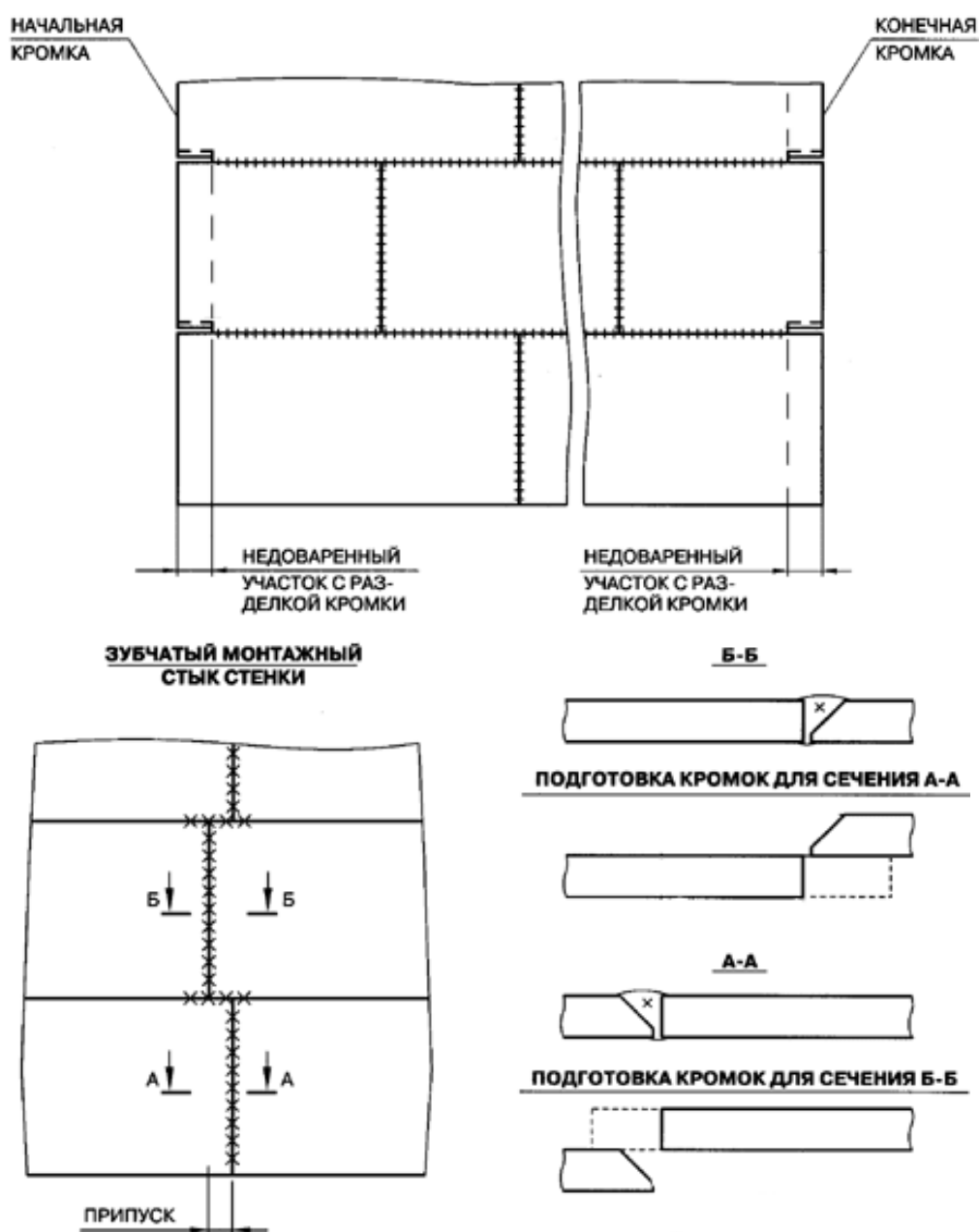


Рисунок 3.16 – Разделка кромок под сварку стыка стенки резервуара

Выполнить сварку всех швов крыши, и сопряжения крыши со стенкой резервуара.

Выполнить сварку швов днища.

После выполнения работ по врезке всех люков-лазов (они могут быть различными в зависимости от пожеланий и требований заказчика) демонтировать монтажную стойку внутри резервуара.

Демонтировать приспособление для замыкания стыка, срезать со стенки и днища резервуара монтажные приспособления и упоры с зачисткой мест

сварки шлифмашиной. При необходимости, подварить места подрезов от шлифмашинок и резаков с последующей зачисткой.

Закрывать пространство между щитами и центральным кольцом крыши листами толщиной 4 мм, выполнить прихватки с последующей заваркой по контуру.

По окончании сварки стыка стенки его необходимо проверить рентгеноскопом РУП-150/300 на наличие дефектов.

По окончании сварки стенки с днищем (уторный шов) выполнить контроль методом керосин-мел.

По окончании сварки днища проверить плотность швов вакуумным методом.

3.7 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [29]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и} \quad (3.4)$$

где, $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.5)$$

где, T_o – основное время сварки;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_o = \frac{60}{V_{CB}} \times n. \quad (3.6)$$

Время сварки для 1 метра шва.

$$T_o = \frac{60}{30} = 2 \text{ мин.}$$

Определим время на сварку окراек.

Масса подкладки $m_1=3$ кг; время на укладку $t_1=0,34$ мин.; масса окраек (12 шт.) $m_1=573$ кг; время на укладку $t_2=2,5 \times 12=30$ мин.; установка трактора $t_3=12$ мин.

1) $t_{в.ш} = 0,34+30+12 = 42,34$ мин.;

2) $T_{н.ш-к} = (2+0,75) \times \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 3,02$ мин.;

3) $T_{ш} = 3,02 \times 16,32 + 42,34 = 91,71$ мин.

Аналогично рассчитаем время для сборки –сварки остальных частей резервуара. Общее время составит $T_o=4210,64$ мин.

3.8 Материальное нормирование

3.8.1 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в защитном газе [18]:

$$M_{ЭП} = K_{р. п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО}, \quad (3.16)$$

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

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

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

Для проволоки Св-08Г2С:

$$M_{ЭП}=1,03 \cdot (1+0,1) \cdot 109,253 = 123,784 \text{ кг.}$$

Для проволоки *ESAB OK Autrod 12.10*:

$$M_{ЭП}=1,02 \cdot (1+0,0) \cdot 38,918 = 39,696 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [19]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.17)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 11 \times 3165 = 34814 \text{ л.}$$

3.9.3 Расчет расхода и затрат на сварочный флюс

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

$$M_{\phi} = K_{р\phi} \times M_{эп}, \quad (3.18)$$

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

$$M_{\phi} = 1,2 \times 39,696 = 47,636 \text{ кг.}$$

Затраты на сварочный флюс определим по формуле [19]:

$$З_{\phi} = Q_{\phi} \times Ц_{\phi}, \quad (3.19)$$

где $Ц_{\phi}$ - цена флюса, руб/кг; $Ц_{\phi} = 158 \text{ руб/кг}$

$$З_{\phi} = 47,636 \times 158 = 7526,43 \text{ (руб.)}$$

3.8.4 Расход электроэнергии

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

- расход дизельного топлива, потребляемого генератором:

$$C_{мон} = t_{дэ} \times M_{мон} \times Ц_{мон} \text{ руб,} \quad (3.20)$$

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%;

$\Pi_{топ}=45$ руб/л – цена дизельного топлива;

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

- расход масла:

$$C_{мас}=t_{дг} \times M_{мас} \times \Pi_{мас}, \text{ руб}, \quad (3.21)$$

где $M_{мас}=0,07$ л – расход масла за час работы при нагрузке 70%;

$\Pi_{мас}=70$ руб/л – цена масла.

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

Затраты на электроэнергию составят:

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

4 Проектирование участка сборки-сварки

4.1 Планировка монтажной площадки

Монтаж РВС-5000 производится на монтажной площадке в полевых условиях (Приложение А). На монтажную площадку сборочные единицы поставляются в виде рулонных заготовок и укрупненных сборочных элементов с подготовленными под сварку кромками. Все элемента производятся на заводе-изготовителе; они должны иметь сертификат на материал, из которого они изготовлены, и сборочные чертежи.

До начала монтажа резервуара должны быть выполнены все работы по устройству монтажной площадки. К монтажной площадке должны быть проложены временные автодороги. Монтажная площадка должна быть огорожена, иметь 2 въезда (выезда). На территории монтажной площадки в первую очередь выполняются все работы по устройству основания (фундамента). Необходимо произвести вертикальную планировку под строительство РВС-1000 геодезистами. Площадка должна быть очищена от строительного мусора и посторонних предметов. На площадке должны быть выполнены работы по уплотнению грунта и уложены плиты:

- вокруг резервуара для движения крана;
- на месте выгрузки и складирования металлоконструкций (м/к);
- на площадке для промежуточного складирования, укрупненной сборки и подготовки к монтажу элементов резервуара.

Покрытие площадок должно иметь песчаную подсыпку с уплотнением и выдерживать нагрузку от веса монтажного крана, движения грузовых автомашин, трактора и складироваемых м/к.

Так же должен быть обеспечен водоотвод со строительных площадок и от автодорог. На площадке организовываются места для установки инвентарных помещений.

От дизельной электростанции до мест производства работ выполнить кабельную разводку в объеме необходимом для проведения работ электропотребителей. Кабель прокладывается на низких опорах. В местах пересечения автодорог кабель защитить металлическими трубами, утопленными в грунт.

Монтажная организация обязана выполнять требования мероприятий по экологии. Для этого на территории устанавливаются контейнеры для строительных и бытовых отходов, которые в дальнейшем утилизируются в специально отведенных местах, либо сдаются на переработку. На территории должны быть организованы места отдыха и гигиены рабочих.

Упаковки от м/к резервуара являются контейнерами для их транспортировки. После освобождения от м/к упаковка возвращается на завод изготовитель либо сдается на металлолом для вторичной переработки.

4.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [29].

4.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

На участке сборки и сварки резервуара требуется один комплект оборудования для выполнения механизированной сварки и один комплект оборудования для автоматической сварки.

4.2.2 Определение состава и численности рабочих

Работающие на участке монтажа РВС-5000:

- основные рабочие (сварщики) – 2 человека;
- вспомогательные рабочие (монтажники, крановщик, тракторист) – 4 человека;
- ИТР (прораб) – 1 человека;
- контролеры качества продукции (дефектоскопист) – 2 человека.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 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.

5.2 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]:

$$Z_{п}=C+ E_{н} \cdot K, \quad (5.1)$$

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 *BC-300Б* [19] и полуавтоматом ПДГ-312

Проведем технико-экономический анализ разработанного процесса монтажа резервуара.

5.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

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

$$K = K_o + K_n + K_{n.o.} + K_{зд}, \quad (5.2)$$

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.

5.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [28]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \times O_i \times \mu_{oi}, \quad (5.3)$$

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 5.1).

Таблица 5.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [19,20,31,32]

Наименование оборудования		Ц _о , 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 5.2.

Таблица 5.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

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

5.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

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

$$K_{n.o.} = C_{n.o.} \times n_{n.o.}, \quad (6.3)$$

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

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

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

5.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;

- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_z \times (C_m + C_{с.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{об}), \quad (5.5)$$

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;

$C_{эс}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

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

5.2.2.1 Определение затрат на металл

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

$$C_m = m_m \times k_{т.з.} \times Ц_m, \text{ руб./изд.}, \quad (5.6)$$

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

$Ц_m$ – средняя оптовая цена стали С345, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали С345 $Ц_m = 46,12$ 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].

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

5.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [30]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot Ц_{п.с.}, \text{ руб./изд.}, \quad (5.7)$$

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;
 $G_d = 39,696$ кг – для проволоки *ESAB OK Autrod 12.10* для сварки под слоем флюса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [18], $k_{p-п.с.} = 1,03$ (1,02);

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [18], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$ (1,0);

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

$\Pi_{п.с.} = 373,94$ – стоимость сварочной проволоки *ESAB OK Autrod 12.10* для сварки под слоем флюса, руб/кг на 01.01.2021 [36].

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

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

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (5.8)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 0,66 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./м}^3$;

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]:

$$M_\phi = K_{p\phi} \times M_{эп}, \quad (5.9)$$

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

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

Затраты на сварочный флюс [18]:

$$C_\phi = M_\phi \times \Pi_\phi, \quad (5.10)$$

где Π_ϕ – цена на флюс *OK Flux 10.81* [37], $\Pi_\phi = 207,8 \text{ руб.}$;

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

5.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

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

$$C_z = t_k \cdot ЧТС \cdot K_{доп} \cdot K_{д.з.} \cdot K_c, \quad (5.11)$$

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 [30];

$K_{д.з.}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2 [30];

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].

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

5.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

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

- расход дизельного топлива, потребляемого генератором:

$$C_{мон} = t_{дг} \times M_{мон} \times Ц_{мон}, \text{ руб}, \quad (5.12)$$

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%;

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

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

- расход масла:

$$C_{мас} = t_{дг} \times M_{мас} \times Ц_{мас}, \text{ руб}, \quad (5.13)$$

где $M_{мас}=0,07$ л – расход масла за час работы при нагрузке 70%;

$\Pi_{\text{мас}}=70$ руб/л – цена масла [39].

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

Затраты на электроэнергию составят:

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

5.2.2.5 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]:

$$C_{\text{об}} = \frac{K_o \cdot \mu_o}{T_o \cdot N_e} + \frac{K_{\text{п}} \cdot \mu_n}{T_{\text{п}} \cdot N_e} + \frac{K_{\text{п.о}} \cdot \mu_{\text{п.о}}}{T_{\text{п.о}} \cdot N_e}, \quad (5.14)$$

где K_o – стоимость основного сварочного оборудования;

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

$K_{\text{п}}$ – стоимость приспособлений;

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

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

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

N_{Γ} – годовая программа выпуска, $N_{\Gamma}=1$ шт.

$$C_{\text{об}} = \frac{(44679 + 64200) \times 2 + (1542701 + 934817) \times 1}{5 \cdot 1} + \frac{0 \times 0}{5 \cdot 1} + \frac{11420000 \times 1}{20 \cdot 1} = 1110055,2 \text{ руб},$$

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]:

$$C_{\text{рио}} = \frac{(K_O \times \mu_o + K_{\Pi} \times \mu_n + K_{\Pi.O} \times \mu_{n.o}) \times k_{\text{рио}}}{N_z}, \quad (5.15)$$

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

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

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	4455929,92
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 5.3

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

5.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

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

Определим капитальные вложения:

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

Определим количество приведенных затрат:

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

5.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	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, флюс, 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 7132484,5406406 руб.

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

6 Социальная ответственность

6.1 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, трактор ЛТ-7 и выпрямитель Idealarc DC-600. 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).

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

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

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

государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

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

2 ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

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

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

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

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

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

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

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

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

6.3 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/м^3) с содержанием марганца до 13,7%, а также CO_2 до 0,5-0,6%, CO – до 160 мг/м^3 , окислов азота до 8 мг/м^3 , озона – до $0,35 \text{ мг/м}^3$. 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;
- трактор LT-7

- выпрямитель Idealarc DC-600
- 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 помещения 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 противошумовые 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 $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ 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.

6.3.1 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.

6.4 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, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 6.1.

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

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск [44].

Таблица 6.1 – 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

Продолжение таблицы 6.1

1	2
Циток 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 6.2).

Таблица 6.2 – 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 150^0 , 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 напряжение 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]:

$$R_{TP} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l_T} \times \ln \frac{2 \times l_T}{d}, \quad (6.1)$$

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 потребное число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{TR}}{R_3 \times \eta_3}, \quad (6.2)$$

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

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

$$n = \frac{13}{5 \times 0,8} = 3,7 \text{ шт.}$$

Принимаем $n = 4$ шт.

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

$$R_n = \frac{\rho}{2 \times h \times l} \times \ln \frac{2 \times l_{\Pi}^2}{b/n}, \quad (6.3)$$

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]:

$$l_n = 1,05 \times a \times (n-1), \quad (6.4)$$

где a – расстояние между заземлениями, см;

$$\begin{aligned} a &= 2 \times l_{mp} = 2 \times 2 = 4 \text{ см.} \\ l_n &= 1,05 \times 4 \times (4-1) = 13 \text{ м.} \end{aligned} \quad (6.5)$$

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

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

$$R_C = \frac{R_{TP} \times R_{II}}{R_{TP} \times h_{II} + R_{II} \times \eta_{\odot} \times n}, \quad (6.6)$$

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

n – число труб заземлений, шт;

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

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

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

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.

6.4.1 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.

6.5 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.

6.6 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 ОХП-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.

6.7 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. Розенштейн И.М. Особенности хрупкого разрушения сварных стальных конструкций// Заводская лаборатория. – 2007. – № 3.
2. Корольков П.М. Термическая обработка сварных соединений. – Киев: Екотехнологія, 2006. – 176 с.
3. 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.
4. РТМ 26-44-82. Термическая обработка нефтехимической аппаратуры и ее элементов. – Волгоград: ВНИИПТ-химнефтеаппаратуры, 1983. –17 с.
5. 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
6. Ивличева Е.А. / Установка люков и патрубков на резервуар // Наука через призму времени – 2020 – №12 С. 49-50
7. Носов А.С. / Определение надежности сварного шва первого пояса РВС // Вестник современных исследований – 2018 – №11.1 С. 300-304.
8. 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.
9. ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия»
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 OK Autrod 12.10 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Флюсы и проволоки для углеродистых и низколегированных сталей : Сварочная проволока ESAB OK Autrod 12.10](http://esab.ru)
16. ОК FLUX 10.80 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [ОК Flux 10.80 \(esab.ru\)](http://esab.ru)
17. Флюс сварочный ESAB OK FLUX 10.80 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочный флюс ESAB OK FLUX 10.80 для сварки углеродистых и низколегированных сталей \(ventsvar.ru\)](http://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 \(btsm-weld.ru\)](http://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 \(100kwatt.ru\)](http://100kwatt.ru)
21. Трактор LT-7 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Трактор LT-7 \(lincolnelectric.com\)](http://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 \(welding-russia.ru\)](http://welding-russia.ru)
23. IDEALARC® DC-600. [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Microsoft Word - E5.40, Idealarc DC-600.doc \(lincolnweld.ru\)](http://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 OK Autrod 12.10 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочная проволока сплошного сечения ESAB OK 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
(рекомендуемое)
Приспособления сборочные

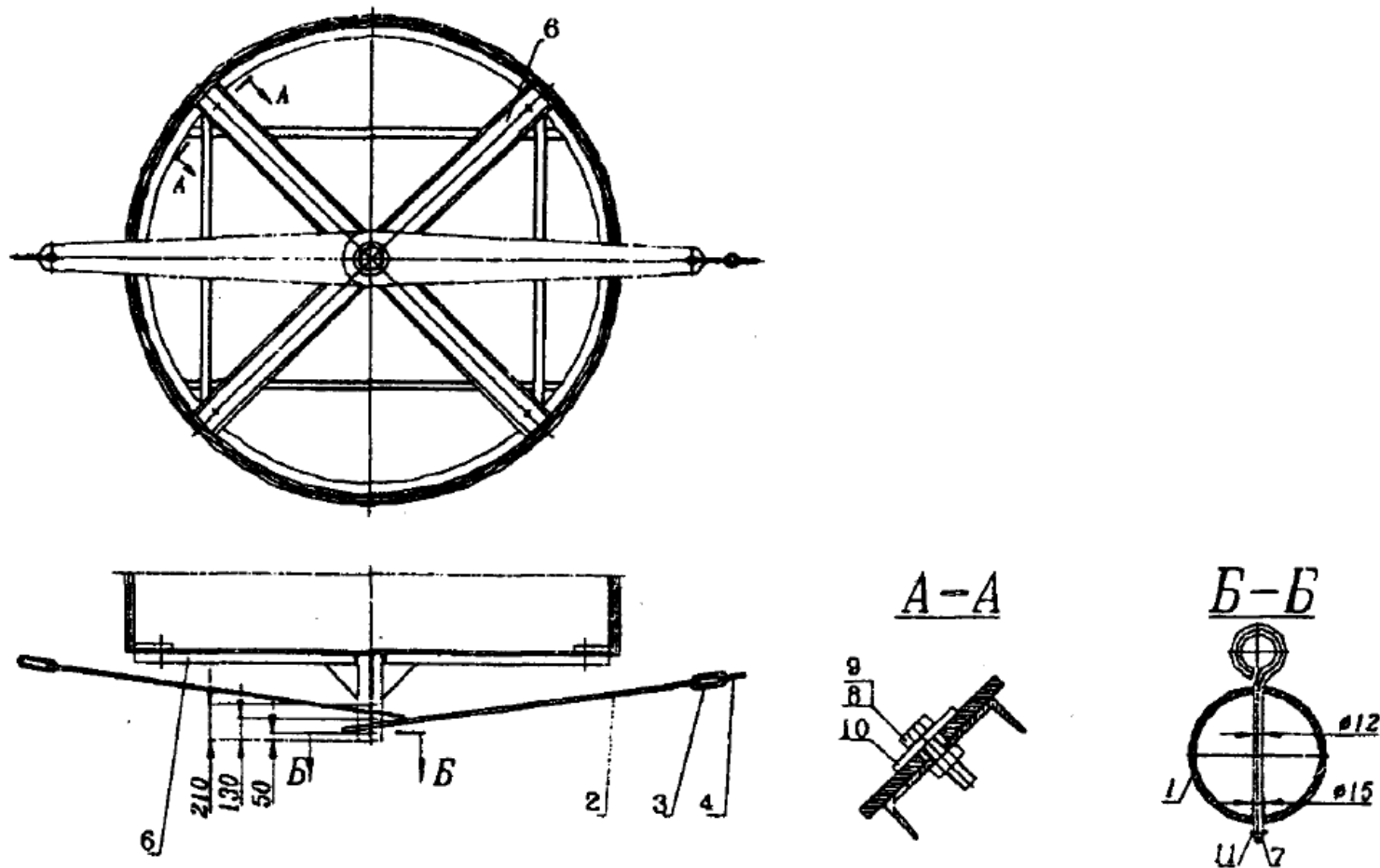


Рисунок а. Приспособление для раскатки рулонов

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

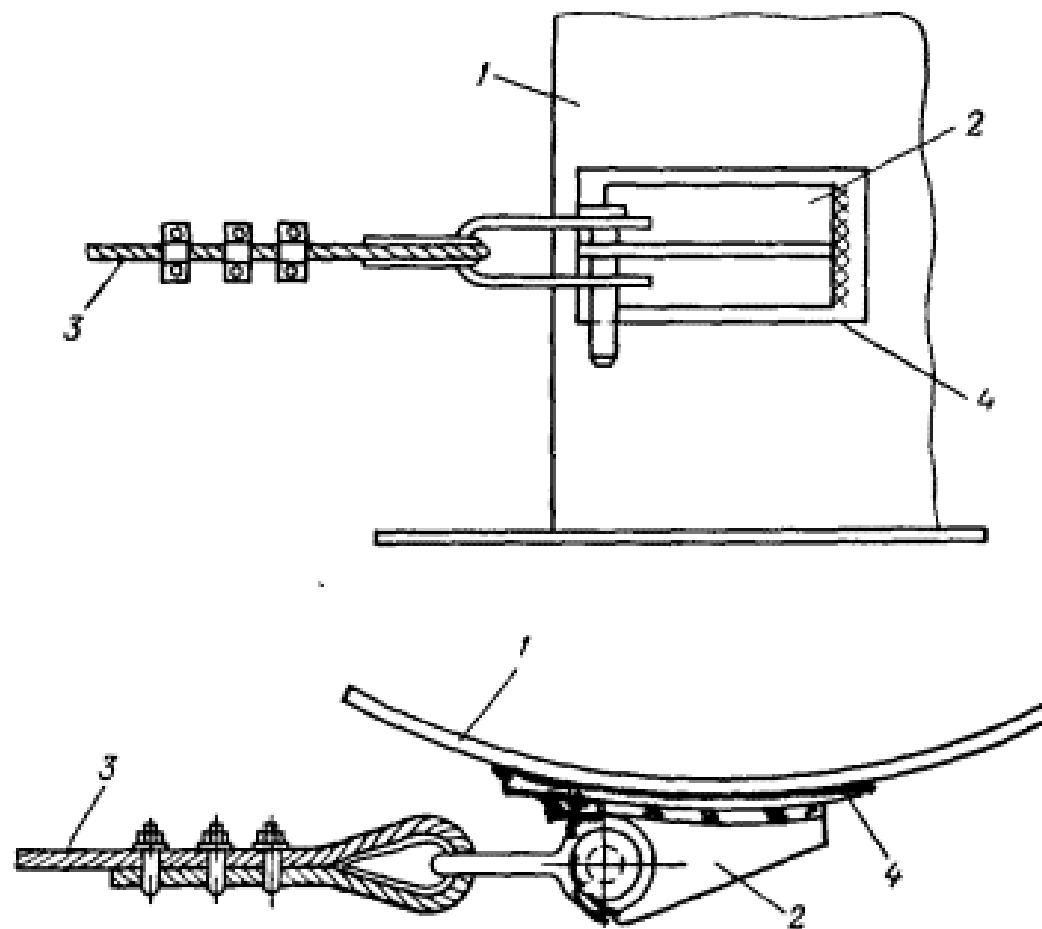


Рисунок б. Скоба для разворачивания рулона стенки

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

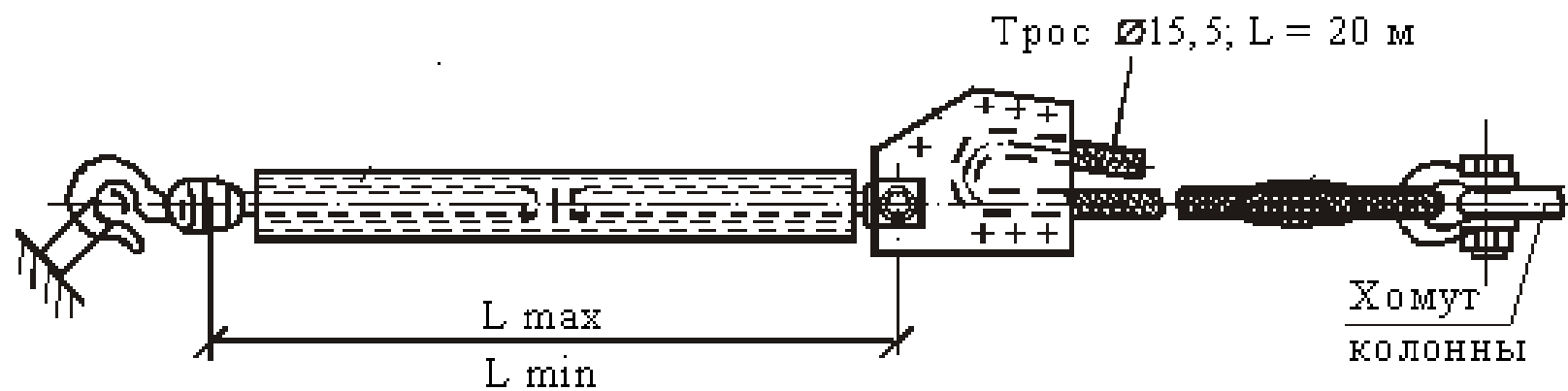


Рисунок в. Расчалка



Рисунок в. Скоба С-1

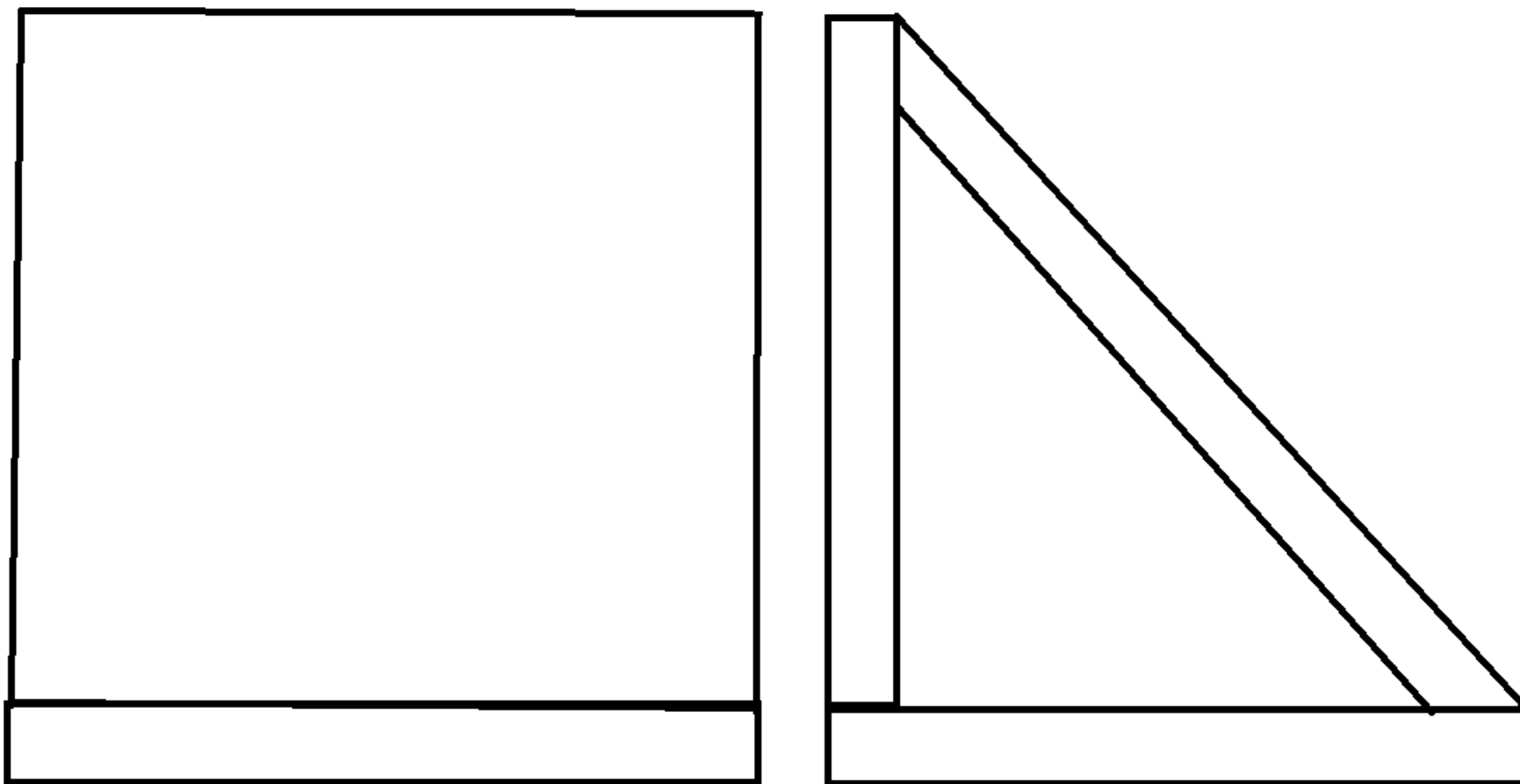


Рисунок г. Клин упорный

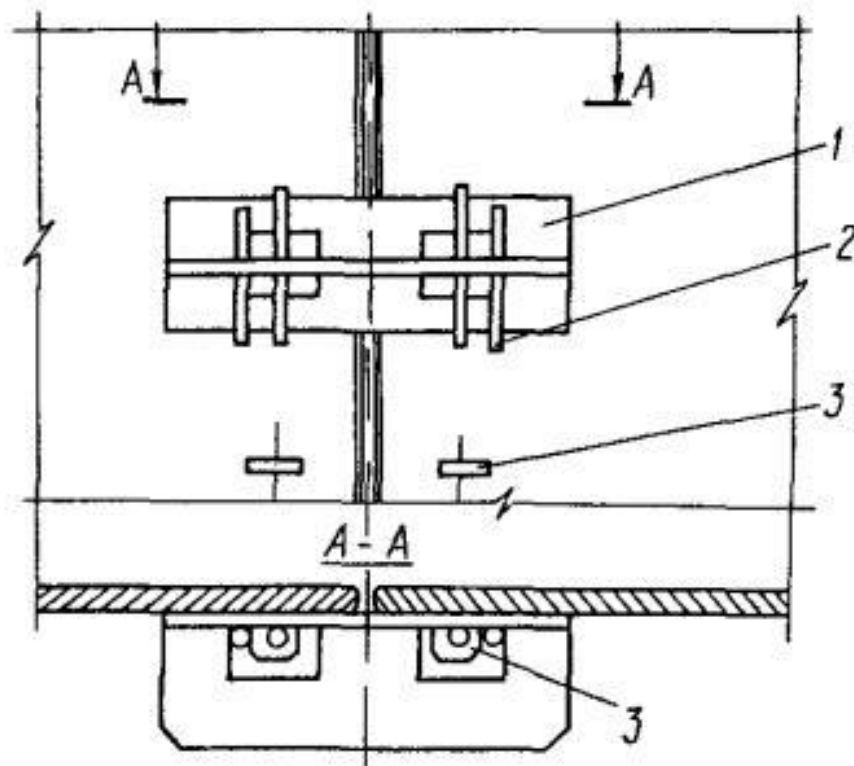
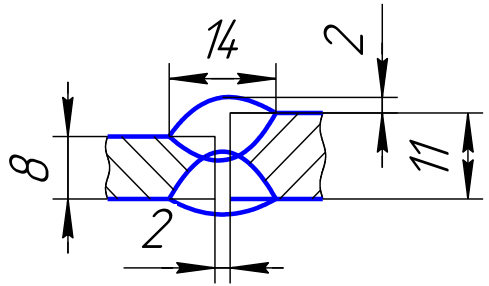


Рисунок д. Кондуктор К-1
 1 - тавровое стяжное приспособление; 2 - клин; 3 - проушина



Рисунок е. Центральная монтажная стойка

Приложение Б
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения С7 S=11 и 8

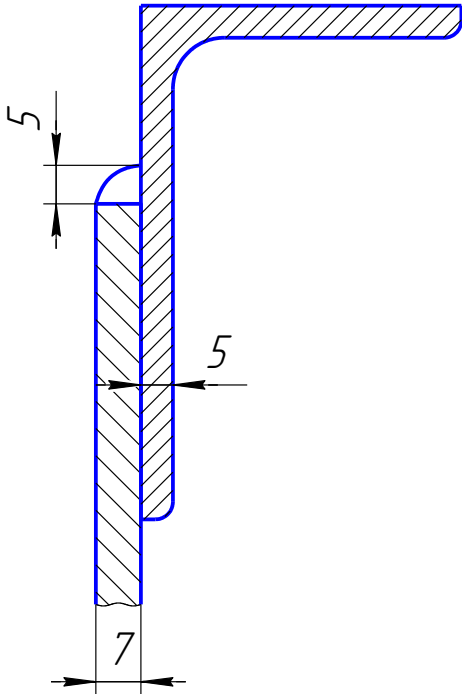
Сборка и сварка горизонтальных стыков стенки							
ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩ ИНА СТЕНК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 11(8)(7)	11,0 8,0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

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряже ние, В	Расход газа л/мин	Количеств о проходов	- 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±3°. - 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	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. 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. • 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, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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 термополотенцем, для его равномерного остывания. • Количество слоев шва = 2	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Рентгеновский аппарат	Комплект ВИК "Транснефть". АРИНА-5	

Приложение В
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения Н1 К5
Сборка и сварка листов крыши

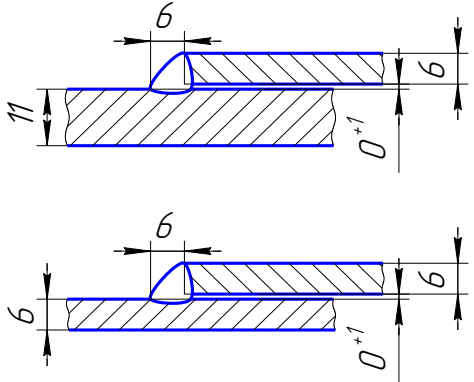
ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + уголок	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИ НА СТЕНКИ, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы Уголок ГОСТ 27772	14900x36000x1 1(8)(7) 75x75x5	7,0 5,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70		
						Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°С независимо от температуры окружающег о воздуха	

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	- 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±3°. - 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	1	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • 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, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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. • Количество слоев шва = 1	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскопии	Комплект ВИК "Транснефть".	

Приложение Г
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения Н1 катет 6

Сборка и сварка стыков половинок днища и днища с окрайками						Сварное соединение	
ГОСТ 31385-2016						Лист + Лист	
Характеристики соединяемых деталей							
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИ НА СТЕНКИ, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	19150x9650x6	6,0 11,0	C345	0,31	Проволока ESAB OK Autrod 12.10 AWS A5.17 диаметр 3 мм Флюс OK Flux 10.80 EN ISO 14174		
						Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающего воздуха	

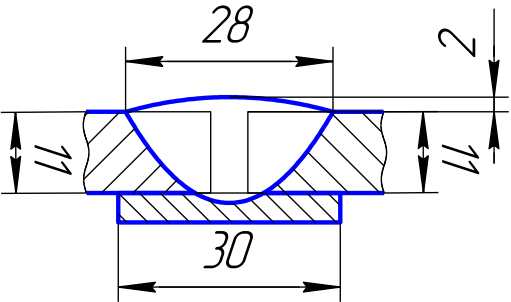
Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Количество проходов	- Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно 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±3°. - При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.
3	510-520	31-33	35	1	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1.Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • 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, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • Установить трактор на сварочный шов; • 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 термополотенцем, для его равномерного остывания. • Количество слоев шва = 1	Трактор LT-7, Выпрямитель Idealarc DC-600, шлифмашинка, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и вакуумирование 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, вакуумный насос вакуумный шланг пено-пленочный индикатор	Комплект ВИК "Трансне фть". НВМ-5 ППИ-1	

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	ТОЛЩ ИНА СТЕНК 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		

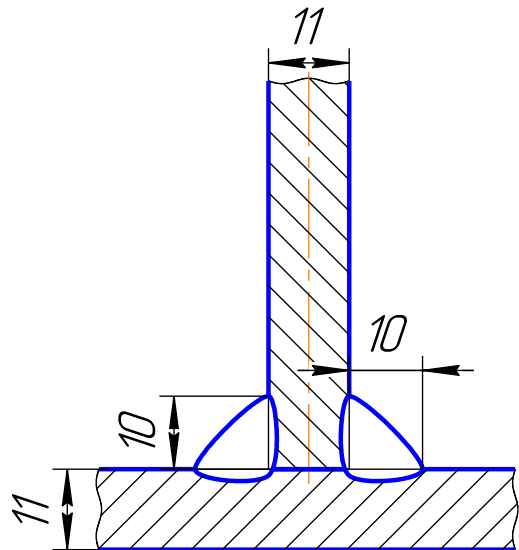
Просушка
торцов листа
нагревом до
температуры
50-70°C
независимо
от
температуры
окружающег
о воздуха

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Количество проходов	- 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±3°. - При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.
5	750-800	35-40	25-30	1	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • 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.	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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. • Количество слоев шва = 1	Трактор LT-7, Выпрямитель Idealarc DC-600, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскопии	Комплект ВИК "Транс- нефть". НВМ-5	

Приложение Е
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения ТЗ катет 10
Сборка и сварка стенки и днища

Сборка и сварка соединения 10 катод 10							
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		Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающег о воздуха
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 11(8)(7)	11,0 8,0 7,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70		

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряже ние, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	- 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±3°. - При проведении работ не должна нарушаться целостность изоляции. При проведении газопламенного нагрева следует использовать защитные экраны и/или термостойкие пояса.
1,2	260-280	26-28	14-16	3	

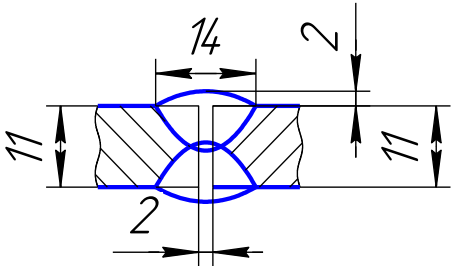
Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1. Подготовка и очистка листов • Очистить от земли, песка, снега и других загрязнений. • Осмотреть поверхность и кромки листов. С учетом оценки состояния и геометрических параметров торцов и заводских фасок листов определить место выполнения реза;	Скребок, щетка, рулетка		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • 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.	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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. • Количество слоев шва = 3	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, рентгеновский аппарат	Комплект ВИК "Транснефть". АРИНА-5	

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	ТОЛЩ ИНА СТЕНК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 11(8)(7)	11,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70		

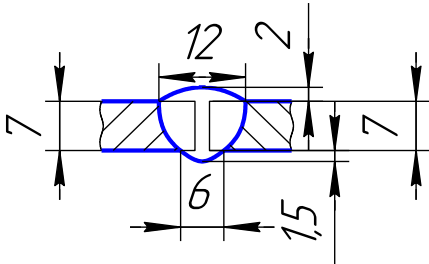
Просушка
торцов листа
нагревом до
температуры
50-70°С
независимо
от
температуры
окружающег
о воздуха

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	- 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±3°. - 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	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. 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. • 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, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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 термополотенцем, для его равномерного остывания. • Количество слоев шва = 2	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Рентгеновский аппарат	Комплект ВИК "Трансфет". АРИНА-5	

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

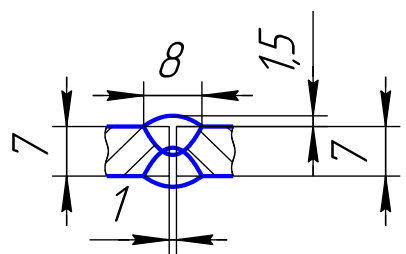
Сборка и сварка вертикальных стыков стенки							
ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩ ИНА СТЕНК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 11(8)(7)	7,0	С345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

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряже ние, В	Расход газа л/мин	Количеств о проходов	- 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±3°. - 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	1	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. 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. • 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, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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 термополотенцем, для его равномерного остывания. • Количество слоев шва = 1	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Рентгеновский аппарат	Комплект ВИК "Трансфет". АРИНА-5	

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

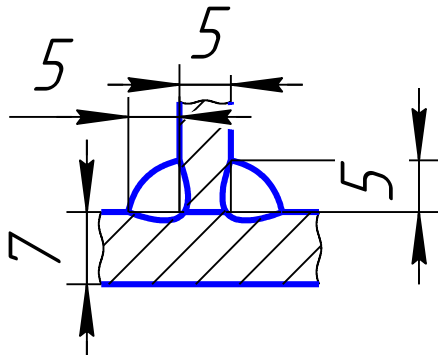
Сборка и сварка горизонтальных стыков стенки							
ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩ ИНА СТЕНК И, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x 11(8)(7)	7,0	С345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

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	- 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±3°. - 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	1	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. 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. • 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, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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 термополотенцем, для его равномерного остывания. • Количество слоев шва = 1	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и РК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Рентгеновский аппарат	Комплект ВИК "Трансфет". АРИНА-5	

Приложение К
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения ТЗ К5
Сборка и сварка крыши и стенки

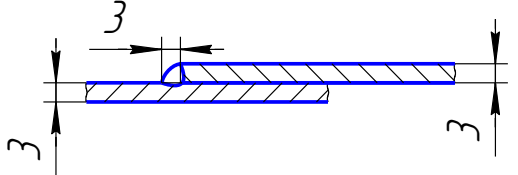
ГОСТ 31385-2016						Сварное соединение	
Характеристики соединяемых деталей						Лист + Лист	
Стыкуемые элементы	ГАБАРИТЫ, ММ	ТОЛЩИ НА СТЕНКИ, ММ	Марка стали	ЭКВИВАЛЕНТ УГЛЕРОДА, %	Сварочные материалы		
Листы ГОСТ 27772	14900x36000x7 20920x5	7,0 5,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70		Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°С независимо от температуры окружающег о воздуха

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряже ние, В	Расход газа л/мин	Количеств о проходов	- 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±3°. - 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	1	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • Сборку стыка осуществляется с использованием фиксатора. 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. • 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, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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 = 1	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскопии	Комплект ВИК "Транснефть".	

Приложение Л
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения Н1 К3
Сборка и сварка листов крыши

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	20920x3	3,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70		Просушка торцов листа нагревом до температуры 50-70°C независимо от температуры окружающего воздуха

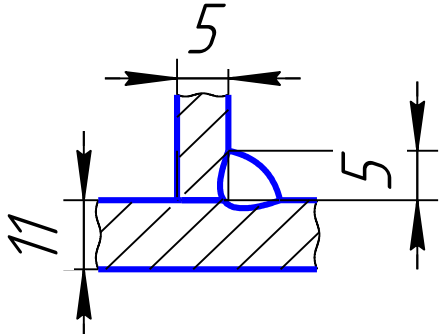
Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряже ние, В	Расход газа л/мин	Количеств о проходов	- Сборка стыка осуществляется с использованием прихваток, их количество должно быть не менее 2-х, длина каждой не менее 20-30 мм, прихватки должны быть равномерно 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±3°. - 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	1	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • 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, опуск приподнятого при монтаже участка (участков) листа разрешается только после окончания сварки стыка(ов).	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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 термополотенцем, для его равномерного остывания. • Количество слоев шва = 1	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскопии	Комплект ВИК "Транснефть".	

Приложение М
(Обязательное)
Сборка и сварка соединения Т1 К5

Сборка и сварка патрубков, люка и стенки

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	14900x36000x7 370x220x5	11,0 5,0	С345	0,31	Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70		

Просушка
торцов листа
нагревом до
температуры
50-70°С
независимо
от
температуры
окружающег
о воздуха

Режимы сварки					Дополнительные требования и рекомендации
Диаметр, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа л/мин	Количество проходов	- 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±3°. - 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	1	

Наименование операций. Краткий перечень работ	Оборудование		Трудоемкость, мин.
	Наименование	Тип, модель	
1. Подготовка и очистка листов • 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		
2. Подготовка кромок • 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. Прилегающую к торцам внутреннюю и наружную поверхности свариваемых элементов зачистить до чистого металла металлическими щетками на ширину не менее 10 мм.	Линейка, рулетка, шлифмашинка, металлическая щетка.		

3. Сборка и просушка стыка • 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.	Линейка Газовая горелка.		
4. Сварка стыка • 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 термополотенцем, для его равномерного остывания. • Количество слоев шва = 1	выпрямитель ВС-300Б, полуавтомат ПДГ-312, шлифмашинка, контактный термометр металлическая щетка, зубило, молоток, напильник	ТК-5.01.П	
5. Контроль качества • Провести ВИК и ПВК 100% • Контроль качества по ВСН012-88, ГОСТ 7512-82 • Дополнительный контроль сваренных стыков осуществлять согласно требований проектной документации.	Набор ВИК, Набор для цветной дефектоскопии	Комплект ВИК "Транснефть".	