

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 130501.65 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы	
Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м ³	
УДК <u>621.791.05:622.692.23</u>	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Клюев Г.В.		15.06.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Лунева Е.Е.	к.т.н., доцент		15.06.2016

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Вазим А.А.	к.э.н, доцент		15.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гуляев М.В.	доцент		15.06.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		15.06.2016

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 130501.65 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»

Кафедра Транспорта и хранение нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) Рудаченко А.В.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломной работы

Студенту:

Группа	ФИО
з-2Т01	Клюеву Григорию Владимировичу

Тема работы:

Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м ³	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 20.04.2016. № 3079/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные для расчета толщины стенки и устойчивости РВС – 10000м³

t _{min} (на глубине 0,5м от поверхности), °С	4
t _{max} (по поверхности слоя), °С	24
t _{н.к.} – температура начала кипения, °С	69
Коэффициент оборачиваемости резервуара (число циклов заполнения/опорожнения резервуара в год)	52

Минусовой допуск на прокат	-0,3
Припуск на коррозию, мм	0,61
Внутренний диаметр стенки по нижнему поясу $D=2 \cdot R_p$, м	25,402
Тип стационарной крыши	Коническая
Размер листа $h \times \ell$, м	2 x 8
Строжка листов: - по длине, $\Delta \ell$, мм - по ширине, Δh , мм	20 10
Номинальный (проектный) объем резервуара, V , м ³	10000
Геометрический (строительный) объем, V_p , м ³	10075,945
Полный объем (с учетом объема под кровлей), $V_{o.p.}$, м ³	10433,504
Коэффициент использования геометрической емкости $\eta_3 = V_p / V_{o.p.}$, %	93,32
Тип резервуара	РВС
Хранимый продукт	Нефть
Высота, м - вертикальная, H_p - крыши, H_k - полная, $H_{\text{гп}} = H_p + H_k$	17,91 2,117 20,027
Проектный уровень, м - налива (max допустимый), H_{max} - откачки (min допустимый), H_{min}	17,61 0,9
Плотность продукта, кг/м ³ ρ_{20} (при $t=20^\circ\text{C}$)	860
Технология сборки	Листовая
Сталь - Верхние пояса - Нижние пояса	C255 C285

Проводят 100% контроль качества сварных соединений

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Методы контроля резервуаров и магистральных нефтепроводов 2. Диагностика резервуаров 3. Техническое обслуживание 4. Факторы повреждений и аварий резервуаров 5. Основные виды повреждений и дефектов 6. Перечень работ по оценке технического состояния резервуарных конструкций 7. Виды контроля сварных соединений резервуарных конструкций
---	--

	8. <i>Сварные соединения резервуаров</i> 9. <i>Требования к конструкции сварных соединений, подготовке кромок, форме и размерам сварных швов конструктивных элементов резервуаров</i> 10. <i>Ручная дуговая сварка</i> 11. <i>Автоматическая дуговая сварка</i> 12. <i>Дефекты сварных швов</i>
Перечень графического материала	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Вазим А.А., к.э.н., доцент
Социальная ответственность	Гуляев М.В., доцент

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	14.03.2016г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Лунева Е.Е.	к.т.н., доцент		14.03.2016г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Клюев Г.В.		14.03.2016г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Т01	Клюеву Григорию Владимировичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/ специальность	Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ

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

1. Сводная таблица основных параметров сварки	Расчет расходных материалов для сварочных работ
2. Стоимость материалов на проведение мероприятия	Расчет стоимости расходов материалов
3. Типовые расчеты при сооружении и ремонте стальных вертикальных резервуаров	Расчет сметы на строительство
4. Трудовой кодекс РФ, Трудовой (коллективный) договор предприятия	Расчет заработной платы

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет расхода сварочных материалов и времени сварки	
2. Расчет эксплуатационных затрат с применением механизированной сварки	
3. Расчет эксплуатационных затрат с применением ручной дуговой сварки	
4. Расчет времени на проведение мероприятия	
5. Расчет затрат на оплату труда	
6. Страховые взносы	
7. Затраты на проведение мероприятия	

Перечень графического материала

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.05.2016г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Вазим А.А.	к.э.н, доцент		05.05.2016г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Клюев Г.В.		05.05.2016г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
з-2Т01	Клюеву Григорию Владимировичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/специальность	Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Рабочая зона находится на открытом воздухе. Производство работ предусмотрено в теплый период года. При производстве работ возможно проявление вредных и опасных производственных факторов, а также могут возникать факторы, негативно влияющие на экологию.</i>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

6.1. Производственная безопасность	
6.1.1. Анализ выявленных вредных факторов	1. Климатические условия 2. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны 3. Повышенный уровень шума 4. Ионизирующее излучение
6.1.2. Анализ выявленных опасных факторов	1. Движущиеся машины и механизмы 2. Поражение электрическим током 3. Взрывоопасность баллонов с горючим газом
6.2. Экологическая безопасность:	1. Загрязнение выбросами выхлопных газов от строительной техники. 2. Выбросы при сварочных работах. 3. Образование и размещение отходов, образующихся при работах.
6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	1. Пожарная безопасность. 2. Меры пожарной безопасности при подготовке и производстве сварочных работ
6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<i>В области охраны труда и безопасности жизнедеятельности трудовую деятельность регламентируют правовые, нормативные акты, инструктивные акты в области охраны труда и отраслевые документы:</i> 1. Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005г. 2. Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных

	объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. 3. Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014) Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03 Инструкции по технике безопасности предприятия.
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.05.2016г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гуляев М.В.	доцент		12.05.2016г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Т01	Клюев Г.В.		12.05.2016г.

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 130501.65 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»
 Уровень образования инженер
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

дипломная работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2016г
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.03.2016	<i>Методы контроля резервуаров</i>	15
28.03.2016	<i>Диагностика резервуаров</i>	15
15.04.2016	<i>Сварка</i>	15
29.04.2016	<i>Расчетная часть</i>	15
05.05.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
12.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	10
19.05.2016	<i>Заключение</i>	10
06.06.2016	<i>Презентация</i>	10
	ИТОГО	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Лунева Е.Е.	к.т.н, доцент		01.03.2016

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Рудаченко А.В.	к.т.н, доцент		01.03.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из: 99 с., 16 рис., 16 табл., 28 источников.

Ключевые слова: методы контроля качества, сварные соединения, резервуары, стальные конструкции, виды дефектов, сварной шов, технические требования, требования безопасности.

Объектом исследования являются сварные швы стальных резервуарных конструкций

Цель работы: рассмотреть методы контроля сварных соединений резервуарных конструкций, а также виды дефектов сварных соединений.

В процессе исследования проводились: расчеты необходимого количества листов для сооружения резервуара, высоты и объема резервуара типа РВС 10000 м³. Определение номинальной толщины стенки и расчеты на устойчивость резервуара. Техничко-экономическая часть. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства, охране окружающей среды.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: сварочно-монтажные работы, сооружение резервуара, определение толщины стенки резервуара, проверка на устойчивость.

Степень внедрения: используется на практике.

Область применения: применяется при сооружении и эксплуатации резервуаров.

Экономическая эффективность/значимость работы: экономический анализ сравнения двух видов сварки: механизированным способом и с помощью ручной дуговой сварки.

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Реферат					Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Клюев Г.В.										
Руковод.		Лунева Е.Е.									9	99
Консульт.										ТПУ ТХНГ гр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко										

Abstract

Final qualifying work consists of: 99 pages, 16 figure, 16 table, 28 resource.

Keywords: quality control methods, welded joints, anks, steel structures, types of defects, weld, technical requirements, security requirements.

Object of research are: welds steel tank designs.

Objective: to examine methods of control of welded joints of tank structures, and the types of weld defects.

In the process studies were conducted: calculation of the required number of sheets for the construction of the tank, height and volume of the reservoir type RVS 10,000 m³. The definition of the nominal wall thickness and calculations on the stability of the tank. Techno-economic part. Given events on labor protection and building safety, the protection of the environment.

The basic constructive, technological and technical-operational characteristics: welding and Assembly works, construction of reservoir, determination of the wall thickness of the tank, checking for stability.

Level of implementation: at the implementation stage.

Scope of application: used in the construction and operation of reservoirs.

Economic efficiency and significance of the work: an economic analysis comparing two types of welding: mechanically and with the help of manual arc welding.

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м ³				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Клюев Г.В.			Реферат		Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Лунева Е.Е.						10	99
Консульт.							ТПУ ТХНГ зр. 3-2Т01		
Зав. Каф.		Рудаченко							

Содержание

Содержание	11
Введение	12
1. Методы контроля резервуаров	13
1.1. Визуальный и измерительный методы	14
1.2. Радиографический контроль	15
1.3. Радиометрический метод	17
1.4. Ультразвуковая дефектоскопия	19
1.5. Капиллярный метод	19
1.6. Магнитная дефектоскопия	20
1.7. Электромагнитные методы	21
1.8. Сравнение методов контроля	23
2. Диагностика резервуаров	27
2.1. Общие сведения	27
2.2. Техническое обслуживание	31
2.3. Факторы повреждений и аварий резервуаров	31
2.4. Основные виды повреждений и дефектов	32
2.5. Перечень работ по оценке технического состояния резервуарных конструкций	32
2.6. Виды контроля сварных соединений резервуарных конструкций	33
2.7. Сварные соединения резервуаров	35
2.8. Требования к конструкции сварных соединений, подготовке кромок, форме и размерам сварных швов конструктивных элементов резервуаров	38
3. Сварка	50
3.1. Ручная дуговая сварка	51
3.2. Автоматическая дуговая сварка	51
3.3. Дефекты сварных швов	53
4. Расчетная часть	60
4.1. Определение количества листов, высоты и объема резервуара	60
4.2. Определение номинальной толщины стенки и устойчивости резервуара	63
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	72
5.1. Расчет расхода сварочных материалов и времени сварки	72
5.2. Расчет эксплуатационных затрат с применением механизированной сварки	73
5.3. Расчет эксплуатационных затрат с применением ручной дуговой сварки	77
5.4. Расчет времени на проведение мероприятия	79
5.5. Расчет затрат на оплату труда	79
5.6. Страховые взносы	80
5.7. Затраты на проведение мероприятия	81
6. Социальная ответственность	82
6.1. Производственная безопасность	82
6.1.1. Анализ вредных производственных факторов	82
6.1.2. Анализ опасных производственных факторов	86
6.2. Экологическая безопасность	91
6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	92
6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
Заключение	97
Список литературы	98

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Клюев Г.В.			Содержание		Лит.	Лист
Руковод.		Лунева Е.Е.						11
Консульт.								99
Зав. Каф.		Рудаченко					ТПУ ТХНГ гр. 3-2Т01	

Введение

Возрастной состав резервуарных парков составляет: 30% - более 30 лет эксплуатации и около 40% - 20...30 лет эксплуатации. Поэтому, все вопросы, связанные с мониторингом оборудования резервуарных парков являются актуальной задачей специалистов системы магистрального транспорта.

Комплекс диагностических методов исследования, определяющих дефекты резервуаров товарной нефти на сегодняшний день достаточно большой: ультразвуковой, капиллярный, магнитный, радиационный, радиоволновый, электромагнитный, визуальный. Их правильный выбор позволит максимально быстро и качественно получать необходимые характеристики объектов, в частности характеристики состояниях сварных соединений резервуаров. Это во многом определяет успешность длительной эксплуатации объектов магистрального транспорта. [1,2]

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Клюев Г.В.			Введение				Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Лунева Е.Е.									12	99
Консульт.									ТПУ ТХНГ гр. 3-2Т01			
Зав. Каф.		Рудаченко										

1. Методы контроля резервуаров

Таблица 1.1.

Методы контроля

Акустический*	Теневой, эхо-импульсный, резонансный, свободных колебаний, эмиссионный, импедансный, велосиметрический.
Капиллярный	Цветной, яркостный, люминесцентный, люминесцентно-цветной, фильтрующих частиц, комбинированный.
Магнитный*	Магнитопорошковый, Магнитографический, Индукционный, Магнитополупроводниковый.
Оптический	Прошедшего излучения, Отраженного излучения, Собственного излучения
Тепловой	Прошедшего излучения, Отраженного излучения, Собственного излучения
Радиационный*	Рентгеновский, Гамма-Бета нейронами, Позитронный.
Радиоволновый	Прошедшего излучения, Отраженного излучения, Собственного излучения
Электромагнитный	Для контроля электромагнитным методом с использованием преобразователей: проходных, накладных, экранных, комбинированных.
Визуальный*	

* - Методы применяющиеся для контроля сварных соединений на магистральный трубопроводах и резервуарных парках.

Таблица 1.2.

Методы контроля РП и МН

Резервуарные парки.	До ввода: визуальный, акустический метод, радиационный методы.			
	После ввода: Магнитная и Ультразвуковая дефектоскопия			
Магистральные нефтепроводы	До ввода: Визуальный, акустический, радиационный методы			
	После ввода: Магнитная дефектоскопия.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Клюев Г.В.			
Руковод.	Лунева Е.Е.			
Консульт.				
Зав. Каф.	Рудаченко			
Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м ³				
Методы контроля резервуаров				
ТПУ ТХНГ гр. 3-2Т01				

1.1. Визуальный и измерительный методы

Внешним осмотром, или, как его часто называют, визуальным контролем, проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки и качество готовых сварных швов. Обычно осматривают все сварные соединения независимо от применения других методов контроля. Это наиболее дешевый и оперативный метод контроля.

Внешнему осмотру подвергают сварной шов и зону прилегающего к нему основного металла на расстояние не менее 20 мм от границы шва по всей протяженности сварного соединения с двух сторон.

Контроль внешним осмотром сварных соединений, подвергающихся термообработке, осуществляется до и после нее. Сварные соединения, для которых радиационный, ультразвуковой и другие методы неразрушающего контроля невозможны, следует контролировать внешним осмотром после выполнения каждого слоя шва.

Условия проведения контроля внешним осмотром и измерением, объем контроля и нормы допустимых дефектов определяются техническими условиями на продукцию.

При внешнем осмотре контролируемый сварной шов должен быть хорошо освещен. Внешний осмотр осуществляют невооруженным глазом или с помощью обзорной либо измерительной лупы 4 – 10-кратного увеличения после тщательной очистки швов, околошовной зоны от шлака, брызг и других загрязнений. Сварные швы, скрытые близлежащими деталями и недоступные прямому наблюдению, осматривают с помощью оптических приборов – эндоскопов. В промышленности применяют перископические дефектоскопы с телескопической зрительной трубкой, объективом, подвижным окуляром и прямоугольной оптической призмой, изменяющей направление лучей на 90°. Для измерения используют стальную линейку или рулетку, а также штангенциркуль.

Для замера конструктивных элементов сварных швов разработан универсальный шаблон сварщика, который предназначен для контроля качества элемента труб при сборке и сварке стыков магистральных трубопроводов. [3,4,30]



Рис. 1.1. Универсальный шаблон сварщика

1.2. Радиографический контроль



Рис 1.2. Импульсный бетатрон МИБ - 6

Радиографический контроль, основан на использовании ионизирующего излучения, позволяет получать изображения внутренней структуры сварного соединения. Интенсивность излучения прошедшего сквозь контролируемое изделие, меняется в зависимости от плотности

материала и толщины.

Радиографический контроль используют для обнаружения в сварных соединениях внутренних дефектов: трещин, непроваров, усадочных раковин, пор, шлаковых, вольфрамовых, оксидных и других включений.

При радиографическом контроле нельзя выявить поры и включения с диаметром поперечного сечения меньшего размера, соответствующего удвоенной чувствительности контроля; непровары и трещины с глубиной меньшего размера, соответствующего удвоенной чувствительности контроля; непровары и трещины с раскрытием меньших значений, чем приведенные ниже; непровары и трещины, плоскость которых не совпадает с направлением просвечивания; любые дефекты, если их изображения на снимках совпадают с изображением посторонних деталей, острых углов или резких перепадов толщин свариваемых элементов.

В качестве детекторов используют светочувствительную пленку, фотобумагу или полупроводниковую пластину.

Чувствительность радиографического контроля зависит от следующих основных факторов: энергии прямого излучения, плотности и толщины просвечиваемого металла, формы и места расположения дефекта по толщине исследуемого металла, условий просвечивания (геометрических размеров изделия, источника излучения, поверхности облучения и фокусного расстояния), пленки или фотобумаги, типа усиливающего экрана и т.д. Поэтому на практике она определяется экспериментально. Чувствительность контроля может быть также определена как наименьший диаметр выявляемой на снимке проволоки проволочного эталона или наименьшая глубина выявляемой на снимке канавки канавочного эталона согласно ГОСТ 7512 – 82.

Выпускаемые источники ионизирующего излучения для неразрушающего контроля рассчитаны на диапазон энергии примерно 10 кэВ – 35МэВ. Это рентгеновские аппараты, гамма-дефектоскопы и специальные электрофизические установки – ускорители электронов. Рентгеновские аппараты применяют в цеховых и реже в полевых условиях, а также в случаях, когда к качеству сварных соединений предъявляют высокие требования. Гамма-дефектоскопы используют при контроле сварных соединений больших толщин, а также стыков, расположенных в труднодоступных местах, в полевых условиях. Ускорители электронов эффективны при дефектоскопии соединений большой толщины, в основном в цеховых условиях.

Рентгеновский аппарат служит для получения рентгеновского излучения с заданными параметрами и состоит из рентгеновской трубки, генератора высокого напряжения и аппаратуры увеличения.

Для контроля сварных соединений различных металлоконструкций широко применяют гамма-дефектоскопы, в которых использованы источники гамма-излучения. Основными характеристиками источника гамма-излучения является энергия излучения, период полураспада и начальная активность.

Радиографический контроль проводят после устранения обнаруженных при внешнем осмотре сварного соединения недопустимых наружных дефектов и зачистке его от неровностей, шлака, брызг металла, окалина и других загрязнений, изображения которых на снимке могут помешать расшифровке снимка.

После зачистке сварного соединения и устранения недопустимых наружных дефектов должна быть выполнена разметка сварного соединения на участки и маркировка участков. [3,4,30]

1.3. Радиометрический контроль

Сущность метода заключается в преобразовании плотности потока или спектрального состава прошедшего излучения в пропорциональный им электрический сигнал. Радиометрическая установка содержит источник излучения, детектор, электронную схему обработки информации, регистрирующее устройство. Радиометрический контроль в основном применяется для контроля металлоконструкций и сварных соединений в заводских условиях.

При радиометрическом контроле сварных соединений нашли применение два основных метода: среднетоковый и импульсный. В основном различие между ними определяется способом регистрации прошедшего излучения и электронной обработке дефектоскопической информации.

Источниками ионизирующего излучения в радиометрическом контроле служат радиоизотопные дефектоскопы, ускорители реже рентгеновские аппараты.

Детекторами служат ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы.

Преимущества радиометрии: высокая чувствительность, возможность бесконтактного контроля качества движущихся изделий при их поточном производстве, высокое быстродействие электронной аппаратуры, обусловлено электрической природой выходного сигнала, что позволяет улучшить большую производительность контроля.

Используя радиоизотопные источники излучения и ускорители, можно контролировать стальные изделия толщиной до 500 мм с чувствительностью контроля примерно 2 %.

Основным недостатком радиометрии является появление сигналов от дефекта и локальных изменений толщины изделия (выпуклости шва), определяемых состоянием внешней поверхности и качеством обработки. Это затрудняет возможность определения формы, размеров и глубины залегания дефекта. Для уменьшения влияния неровностей поверхности сварного шва разработана методика оптимизации размеров детекторов в зависимости от среднего периода неоднородности выпуклости сварного шва. Помеха, связанная с колебаниями толщины, устраняется пространственной фильтрацией, которая осуществляется путем выбора размера радиометрического детектора. Пространственная фильтрация основана на том, что колебания толщины характеризуются периодичностью. Поверхность сварного шва можно представить в виде суммы

					Методы контроля резервуаров	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

синусоидальных колебаний толщины, причем амплитуда определенной синусоиды зависит от длины волны с помощью радиометрического детектора, регистрирующего излучение, прошедшее сквозь контролируемый сварной шов, усредняется толщина контролируемого материала вдоль продольного размера детектора. Поэтому при радиометрическом контроле происходит сглаживание спектра. Варьируя размер детектора, можно исключить из исходного спектра определенные гармоники. Например, если в продольном размере детектора укладывается целое число основных гармоник спектра неоднородности сварного шва, то основная гармоника сглаживается. Пространственная фильтрация позволяет значительно уменьшить помеху, обусловленную нег однородностью сварного шва, На основании этой методики разработаны блочные полупроводниковые детекторы ионизирующего излучения для контроля сварных соединений с неровной поверхностью.

С учетом особенностей радиометрического контроля дефект характеризуется следующими параметрами сигнала: амплитудой, протяженностью, крутизной переднего и заднего фронтов импульсов, конфигурацией вершины кривой, описывающей импульс. Протяженность характеризует длину дефекта в направлении перемещения контролируемого изделия. Крутизна переднего и заднего фронтов характеризует тип дефекта, Конфигурация вершины импульса характеризует сечение дефекта вдоль оси просвечивания. Плавные изменения сигнала указывают на равномерное изменение размера дефекта вдоль зоны контроля. Резкие скачки свидетельствуют о скоплении мелких дефектов, расположенных на малом расстоянии друг от друга. Оператор по характерным признакам сигнала определяет тип дефекта.

Для повышения производительности контроля увеличивается число каналов регистрации. Система автоматики осуществляет измерение текущих координат. [3,4,30]

1.4. Ультразвуковая дефектоскопия

Ультразвуковые волны представляют собой упругие колебания материальной среды, частота которых лежит за пределами слышимости в диапазоне от 20 кГц (волны низкой частоты) до 500 МГц (волны высокой частоты).

Ультразвуковые волны способны проникать в материальные среды на большую глубину, преломляясь и отражаясь при попадании на границу двух материалов с различной звуковой проницаемостью. Именно эта способность ультразвуковых волн используется в ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений.

Для выявления мелких дефектов в сварных швах следует пользоваться коротковолновыми ультразвуковыми колебаниями, так как волна, длина которой больше размера дефекта, может не выявить его.

Контроль сварных соединений осуществляется при помощи ультразвуковых дефектоскопов, которыми можно выявлять трещины, непровары, газовые и шлаковые включения в стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединениях, выполненных дуговой, электрошлаковой, газовой и контактной сваркой.

Дефекты регистрируются записью на диаграммной ленте и краскоотметчиком на контролируемом шве, работа которого дублируется световой сигнализацией. Скорость контроля составляет 1 м/мин. Применение его значительно увеличивает надежность и производительность процесса контроля сварных швов.

1.5. Капиллярный метод

Капиллярный контроль основан на капиллярной активности жидкостей - их способности втягиваться, проникать в мельчайшие каналы (капилляры), имеющиеся на поверхности материалов, в том числе поры и трещины сварных швов. Чем выше смачиваемость жидкости и чем меньше радиус капилляра, тем больше глубина и скорость проникновения жидкости.

С помощью капиллярного контроля можно контролировать материалы любого вида и формы - ферромагнитные и неферромагнитные, цветные и черные металлы и их сплавы, керамику, пластмассы, стекло.

В основном, капиллярный метод применяют для обнаружения невидимых или слабовидимых невооруженным глазом поверхностных дефектов с открытой полостью. Однако с помощью некоторых материалов (керосина, например) можно с успехом обнаруживать и сквозные дефекты.

1.6. Магнитная дефектоскопия

Дефекты, обнаруживаемые магнитным дефектоскопом:

- дефекты геометрии без дополнительных дефектов и примыкания к сварным швам;
- дефекты геометрии, примыкающие к сварным швам или расположенные на сварных швах;
- дефекты геометрии в комбинации с потерей металла;
- потери металла точечные, сплошные;
- задиры, царапины, риски, (поперечно ориентированные);
- трещины по трубе или в сварном шве (поперечно ориентированные);
- расслоения с выходом на поверхность;
- дефекты поперечного шва;
- смещения поперечного шва.



Рис.1.4. Портативный магнитный дефектоскоп Parker DA-750

Физическая сущность метода магнитной дефектоскопии основана на регистрации рассеяния магнитного потока.

Метод магнитного контроля основан на индикации эффекта взаимодействия магнитного поля с контролируемым объектом, изготовленным из ферромагнитного материала. Если в намагниченном металле встречаются области с дефектами-несплошностями, магнитная проницаемость которых отличается от магнитной проницаемости основного металла, то появляются магнитные поля рассеяния, выходящие наружу. Индикация этих полей позволяет получить информацию о дефектах.

В магнитных приборах, используемых при проведении внутритрубной дефектоскопии, индикация магнитных полей рассеяния осуществляется специальными магниточувствительными датчиками, установленными на упругих носителях и сканирующими внутреннюю поверхность. Показания датчиков преобразуются в электрические сигналы, регистрируемые запоминающей системой прибора.

Современные магнитные приборы высокого разрешения способны выявлять как дефекты потери металла, вызывающие уменьшение толщины стенки, так и дефекты в сварных швах, и определять, на какой поверхности находятся дефекты потери металла - наружной или внутренней.

1.7. Электромагнитные методы

Характерной чертой электромагнитных методов (токовых вихревых и магнитных) является наличие полезадающей системы, магнитного поля дефекта и устройства его обнаружения. Для электромагнитных средств контроля металлических изделий используют широкий спектр частот, начиная от постоянного магнитного поля до переменных полей с частотами в несколько десятков мегагерц.

Методы электромагнитного контроля, которые основаны на изменении реакции вихревых токов, создаваемых на поверхности изделия, называют вихретоковыми. Такими методами можно контролировать только электропроводимые материалы.

Различные методы контроля ферромагнитных материалов, основанные на намагничивании исследуемого сварного шва, называются магнитными. По способу регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих в зоне расположения дефектов, магнитные методы разделяют на магнитополупроводниковый, магнитоэлектрический магнитографический, магнитопорошковый, индукционный, феррозондовый, магнитоакустический.

Главным отличием всех магнитных методов от вихретоковых является обязательное намагничивание ферромагнитного изделия. При этом на поверхности сварного шва в зоне расположения дефекта возникает магнитное поле рассеяния. Если шов не насыщен, то магнитное поле рассеяния от дефекта увеличивает индукцию в металле, а на поверхности изделия дополнительное поле практически не возникает. При достаточно высоком намагничивании сварного шва магнитное поле рассеяния от дефекта обнаруживается на поверхности шва. Внутри дефекта магнитный поток распределен неравномерно. Это распределение зависит от геометрии дефекта, близости его расположения к поверхности и степени насыщения детали.

Выбор метода намагничивания определяется реальными возможностями применения его и требованиями к уровню выявляемости дефектов.

Магнитопорошковый метод широко используется при диагностике сварных швов эксплуатируемых трубопроводов, сосудов и аппаратов ввиду своей простоты, надежности и высокой чувствительности. Порошок можно наносить непосредственно на поверхности исследуемого изделия или насыпать на специальные линзы, которые перемещают над поверхностью намагниченного изделия.

					Методы контроля резервуаров	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Чувствительность магнитопорошкового метода может быть охарактеризована следующими размерами дефекта (мм); ширина раскрытия 0,001; глубина 0,01 – 0,05; протяженность 0,3.

Среди магнитных методов дефектоскопии широкое распространение получил магнитографический метод, благодаря низкой стоимости материалов, простоте применяемого оборудования, безопасности для обслуживающего персонала.

Магнитографический методом позволяет выявлять трещины, непровары, несплавления, а также газовые поры и раковины. С уменьшением глубины залегания дефектов чувствительность метода возрастает. Большое влияние на чувствительность оказывает состояние поверхности шва. Грубая чешуйчатость, наплывы, брызги металла приводят к повышению уровня помех, которые могут быть ошибочно приняты за дефекты. Для повышения эффективности и достоверности контроля целесообразна предварительная подготовка стыков. Поверхность сварного соединения очищают от грязи, воды, металлических брызг, остатков шлака. [3,4,30].

					Методы контроля резервуаров	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.8. Сравнение методов контроля

Сравним с экономической стороны радиографический, радиационный и автоматизировано – ультразвуковой метод контроля.

В последние годы применение автоматизированного ультразвукового контроля (АУЗК) для контроля сварных соединений намного возросло, но при этом он остается достаточно экзотическим видом контроля.

Еще недавно контроль сварных соединений был целиком областью радиографии. И только с появлением автоматических систем УЗК обоснованно стал эффективной альтернативой радиографии.

Система АУЗК обладает возможностью точного определения размеров и положения дефектов в сварном шве, при этом сохраняя основные преимущества УЗК над радиографическим контролем, а именно:

- лучшее выявление плоскостных дефектов (непроваров, трещин);
- высокая скорость контроля;
- безопасность для персонала.

Применение систем АУЗК сварных соединений и допустимость дефектов определяют по результатам автоматизированного контроля по соответствующим методикам.

Сравнительный анализ трудозатрат при проведении радиационного и ультразвукового контроля.

Ежедневная производительность труда сварочных бригад диктуется в большой степени временем, за которое сварное соединение может быть проконтролировано неразрушающим методом. Традиционно, сварные соединения трубопроводов контролируются через две стенки радиографическим методом. Обычно, чтобы проконтролировать кольцевое сварочное соединение трубы диаметром 720 мм, необходимо сделать 3 экспозиции. При этом, для просвечивания, проявления, сушки радиографической пленки и обработки результатов контроля требуется значительное время. Бригады сварщиков вынуждены ждать результатов контроля, что очень непроизводительно.

В тоже время, бригада из 3 человек, использующая автоматизированные системы контроля, в состоянии не отставать от механизированной сварочной бригады на магистрали, осуществляя контроль более, чем 130 сварных соединений в день. Это в 4 раза производительной, чем при использовании радиографии.

					Методы контроля резервуаров	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблице 1.3 сравнивается время контроля при рентгенографии и УЗК.

Таблица 1.3.

Время-затраты на контроль сварного соединения трубы диаметром 720 мм с различной толщиной стенок.

Время контроля сварного соединения трубы диаметром 720 мм при 4 вариантах толщины стенок с применением гамма-дефектоскопа (100 кюри), минут	Толщина стенки, мм	14	15	18	22
	Начальная установка и подключение защитных барьеров	15	15	15	15
	Снимок 1	6	6	18	28
	Снимок 2	8	10	20	31
	Снимок 3	8	10	20	31
	Проявка, сушка и интерпретация	40	40	40	40
	Общее время контроля	77	83	86	101
Время контроля сварного соединения трубы диаметром 720 мм при 4 вариантах толщины стенок с применением рентгеновского аппарата на 300 кВ, минут	Толщина стенки, мм	14	15	18	22
	Начальная установка и подключение защитных барьеров	20	20	20	20
	Снимок 1	6	15	24	36
	Снимок 2	10	17	26	38
	Снимок 3	10	17	26	38
	Проявка, сушка и интерпретация	40	40	40	40
	Общее время контроля	88	109	136	172
Время контроля сварного соединения трубы диаметром 720 мм при 4 вариантах толщины стенок с применением автоматизированного УЗК	Толщина стенки, мм	14	15	18	22
	Калибровка и прокладка	15	15	15	15
	Сканирование сварного соединения и вывод данных	4	4	4	4
	Общее время контроля	19	19	19	19

Как видно из таблицы 1.3., автоматизированный УЗК в 5-10 раз более продуктивен, чем рентген- или гамма-радиография. Если рассмотреть время-затраты на транспортировку и развертывание оборудования, то эффективность еще выше.

Небольшой размер и вес УЗ оборудования дают возможность погрузить их на борт полно приводного легкового автомобиля. При этом, одна УЗК бригада может обслуживать одну, три и даже четыре бригады сварщиков.

Таблица 1.4.

Основные преимущества и недостатки ультразвукового и радиографического контроля.

Преимущества	Недостатки
Гамма-радиография	
- Гамма дефектоскоп в 2-3 раза дешевле, чем рентген-аппарат. - Практически не зависим от внешних условий (температура, влажность и т.д.). 100% рабочий цикл.	- Строгие требования к транспортировке и применению изотопов. - Велика опасность облучения персонала, как в случае нормальной эксплуатации, а особенно в аварийной ситуации. - Необходимость удаления персонала с большой площади зоны контроля. - Требует темной комнаты и времени на проявление пленки. - Необходимы дорогостоящие расходные материалы.
Рентгенография	
- Качество контроля точнее, чем при гамма-радиографии. - Заказчики хорошо знакомы с рентгенографией и готовы принять сварное соединение, основываясь на его рентгенограмме.	- Рентгеновские трубки менее надежны, чем гамма-камеры. - Намного медленнее, чем УЗК, особенно при большой толщине стенок. - Присутствует возможность облучения персонала. - Требует темной комнаты и время на проявление пленки. - Необходимы дорогостоящие расходные материалы. - Невозможна работа при температурах ниже -30 °С.
Автоматизированный УЗК	
- Наиболее точный метод контроля для плоских дефектов, включая трещины. - Самый быстрый метод контроля – один этап УЗК при необходимости может заменить многие этапы радиографического контроля. - Быстрая интерпретация. - Электронное хранение и поиск данных. - Отсутствие расходных материалов. - Абсолютная безопасность для персонала.	- Необходима зачистка околошовной зоны (только в случае эксплуатационного контроля). - Каждая толщина стенки требует калибровки. - Невозможна работа при температурах ниже -30 °С.

УЗК с помощью автоматизированных систем проводится в среднем в 4 раза быстрее, чем радиография. Это приводит к уменьшению в 4 раза количества требуемых для эквивалентного объема контроля установок (лабораторий) по сравнению с радиографией.

Данный вид контроля, как было показано выше, технологически и экономически обоснован, имеет всю необходимую нормативную базу, абсолютно безопасен для персонала.

					Методы контроля резервуаров	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Диагностика резервуаров

2.1. Общие сведения

Металлоконструкции вертикальных цилиндрических сварных стальных резервуаров для нефти, нефтепродуктов, воды и других жидкостей выполненные по международным и национальным стандартам изготавливаются:



Рис. 2.1 Общий вид резервуара

- со стационарными крышами;
- с плавающими крышами;
- с понтоном;

Металлоконструкции резервуаров с понтоном и плавающей крышей комплектуются уплотняющими затворами мягкого типа.

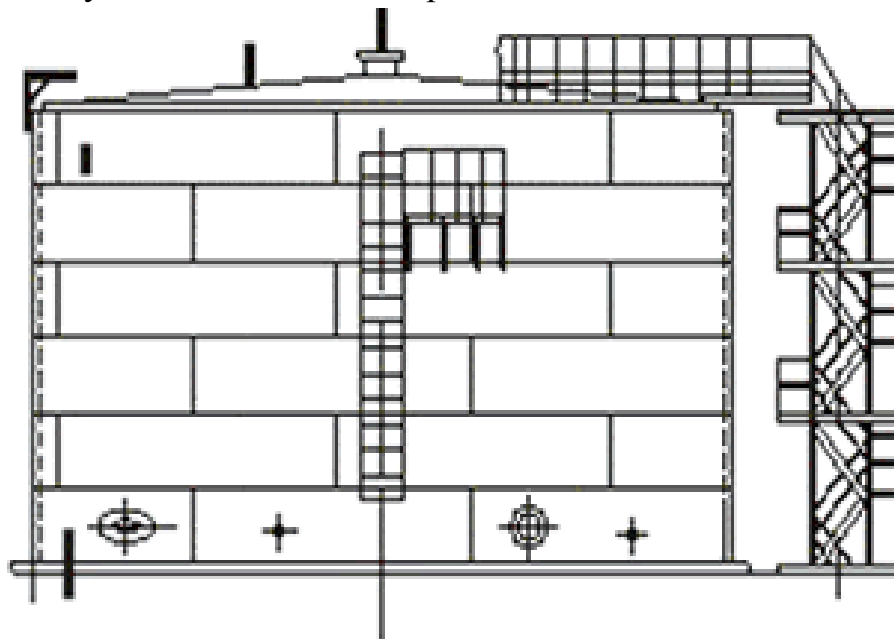


Рис. 2.2. Цилиндрический сварной стальной резервуар с конической крышей и шахтной лестницей

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м ³			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Клюев Г.В.				Диагностика резервуаров		Лит.	Лист
Руковод.	Лунева Е.Е.							27
Консульт.								Листов
Зав. Каф.	Рудаченко							99
					ТПУ гр. 3-2Т01			

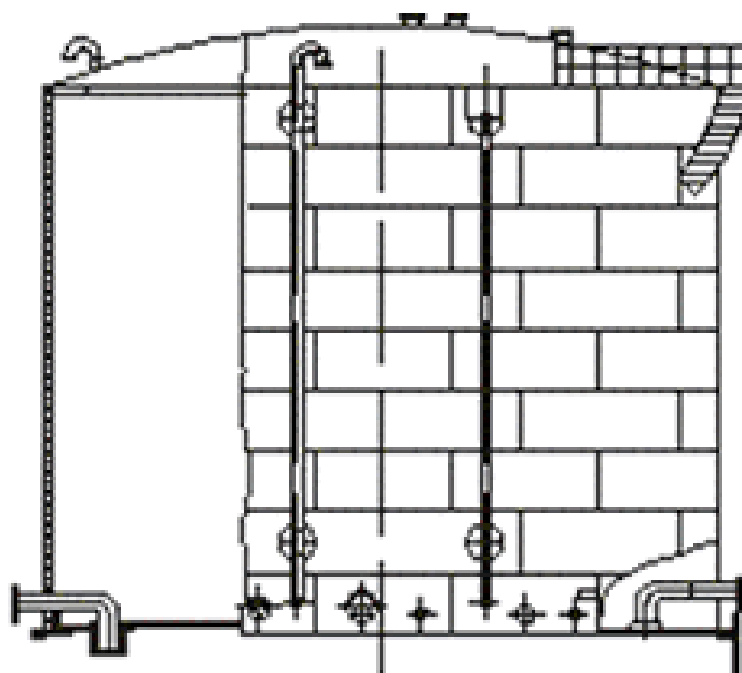


Рис. 2.3. Цилиндрический сварной стальной резервуар со сферической крышей и винтовой лестницей

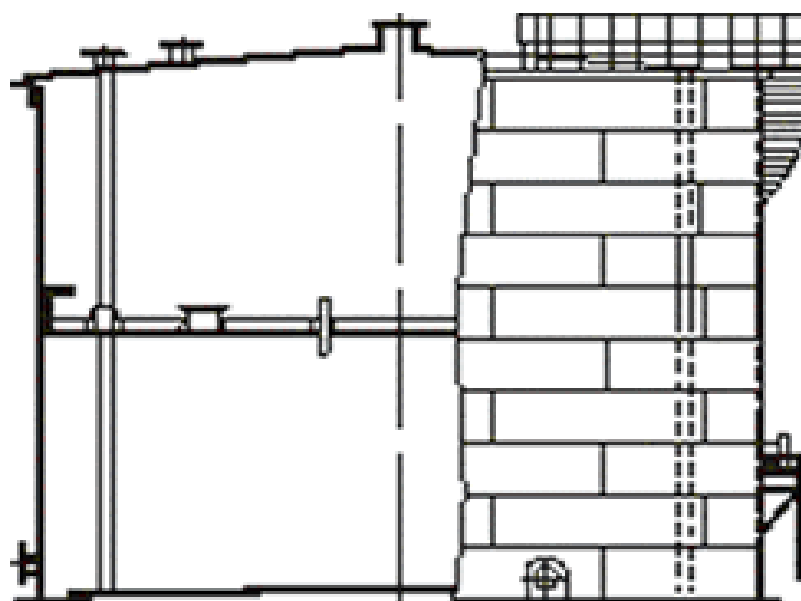


Рис. 2.4. Цилиндрический сварной стальной резервуар с конической крышей и кольцевой лестницей

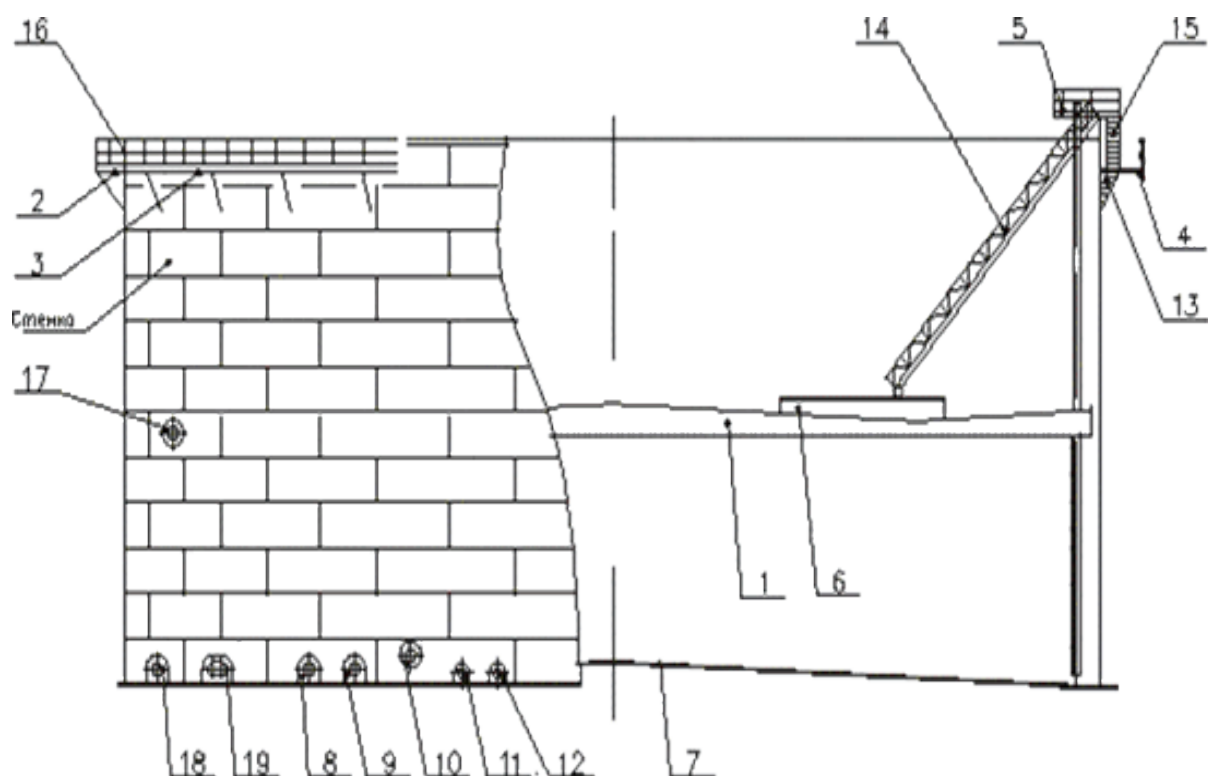


Рис. 2.5. Цилиндрический сварной стальной резервуар с плавающей крышей и кольцевой лестницей:

- | | |
|--|--|
| 1. Крыша плавающая | 11. Патрубок 150-16 |
| 2. Ветровое кольцо. Секция 1 | 12. Патрубок 6-150 |
| 3. Ветровое кольцо. Секция 2 | 13. Лестница кольцевая |
| 4. Ветровое кольцо. Секция 3 | 14. Лестница катучая |
| 5. Площадка. Переход на катучую лестницу | 15. Переход на катучую лестницу |
| 6. Путь катучей лестницы | 16. Настил и ограждение ветрового кольца |
| 7. Днище | 17. Люк-лаз стенки Ду600 второго пояса |
| 8. Патрубок 700-10-16 | 18. Люк мешалки Ду600 |
| 9. Патрубок 700-10 | 19. Люк-лаз овальный 600x900 |
| 10. Патрубок 250-16 | |

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Стальные вертикальные резервуары – РВС предназначены для хранения нефти, светлых и темных нефтепродуктов, химикатов или воды. Изготавливаются резервуары только по индивидуальным проектам для различных отраслей народного хозяйства. Технические решения, принятые на стадии проектирования соответствуют всем требованиям экологических, противопожарных и других норм, действующих на территории РФ.

Поставка, в зависимости от объема и конструктивного исполнения, происходит в одном или более рулонах, а так же в листовом исполнении. Резервуары нефти, нефтепродуктов, воды, пожарные резервуары и т.д. комплектуются всеми типовыми конструктивными элементами, т.е. лестницами, площадками обслуживания, люками, патрубками и иным технологическим оборудованием

В зависимости от объема и места размещения резервуаров они подразделяются на три класса.

Класс I - особо опасные резервуары:

- объемом 10000 м^3 и более;
- объемом 5000 м^3 и более, расположенные по берегам рек или крупных водоемов, а так же в черте городской застройки.

Класс II – резервуары повышенной опасности:

- объемом от 5000 м^3 до 10000 м^3 .

Класс III – опасные резервуары:

- объемом от 100 м^3 до 5000 м^3 .

Класс опасности учитывается при проектировании спец. требованиями к материалам, объемами контроля в рабочей документации монтажного комплекта (КМ) и при расчете коэффициентом надежности по назначению [4,12].

					Диагностика резервуаров	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2. Техническое обслуживание

Техническое обслуживание резервуарного парка заключается в периодическом осмотре, плановой организации и своевременном проведении регламентных работ по самим резервуарам, их оборудованию, приборам и системам, а также по трубопроводам обвязки резервуаров, системе пожаротушения резервуарного парка.

Техническое обслуживание проводится согласно инструкциям заводов-изготовителей, отраслевым руководящим документам и инструкциям по эксплуатации резервуаров, оборудования, приборов, систем, разработанным с учетом конкретных условий предприятия или его филиалов.

Обход и осмотр резервуаров и резервуарного парка должен осуществляться, по графику и инструкциям, утвержденным главным инженером филиала предприятия, с записью в журнале осмотров и ремонта резервуаров и отметкой об устранении недостатков:

- ежедневно обслуживающим персоналом в соответствии с должностными инструкциями;
- еженедельно - лицом, ответственным за эксплуатацию резервуарных парков;
- ежемесячно - руководством станции, нефтебазы;
- ежеквартально, выборочно - комиссией производственного контроля (КПК) структурного подразделения;
- один раз в год, выборочно - комиссией производственного контроля (КПК) предприятия.

По результатам комиссионного осмотра резервуарного парка составляются акты с отражением в них выявленных недостатков.

Текущий ремонт проводится с целью поддержания технико-эксплуатационных характеристик, выполняется без освобождения резервуаров от нефти.

Текущий ремонт резервуарного парка в целом или отдельных его резервуаров осуществляется по мере необходимости по результатам осмотра резервуарных парков КПК всех уровней и ответственными лицами станций, наливных пунктов, нефтебаз, филиалов предприятий. [12]

2.3. Факторы повреждений и аварий резервуаров:

- резкие изменения температуры стенки резервуара при колебании уровня продукта (градиент температуры по высоте стенки);
- коррозия металла по различным механизмам, включая КРН (коррозионное растрескивание под напряжением);

					Диагностика резервуаров	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- усталостные изменения в основном металле и в сварных соединениях;
- наличие зон высоких напряжений после монтажных и сварочных работ, деформации опор, оснований и фундаментов;
- неудовлетворительное качество сварных соединений (в особенности монтажных) и металлопроката стенки;
- деформация опор, оснований и фундаментов;
- длительные сроки эксплуатации без капитального ремонта.

2.4. Основные виды повреждений и дефектов

Основные виды повреждений и дефектов:

- недопустимая коррозия металла стенки;
- старение металла;
- трещины различной природы (КРН, сварных соединений, усталостные, деформационные);
- расслоение основного металла;
- деформационное изменение геометрии;
- локальная потеря устойчивости металла стенки;
- течь днища. [24]

2.5. Перечень работ по оценке технического состояния резервуарных конструкций

В рабочем состоянии (без разгрузки от сохраняемого продукта):

1. Экологическая экспертиза окружающего пространства (воздух – земля);
2. Экспертиза технического состояния конструкции:
 - 2.1. Техническая и эксплуатационная документация;
 - 2.2. Визуальный осмотр металлоконструкции;
 - 2.3. Инфракрасная термография для выявления развитых очагов повреждения металла;
 - 2.4. Магнитная и ультразвуковая дефектоскопия очагов повреждения металла (после визуального и термографического контроля);
 - 2.5. Ультразвуковая толщинометрия очагов коррозионного повреждения металла (после визуального и термографического контроля);
 - 2.6. Твердометрия (дюрометрический анализ поврежденного и неповрежденного металла);
 - 2.7. Контроль герметичности уторного узла и днища;
 - 2.8. Поверочный расчет на прочность и устойчивость;
 - 2.9. Определении объемов и сроков планового или экстренного ремонта.

					Диагностика резервуаров	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

- уточнение критических очагов повреждения металла по данным экспертизы технического состояния в рабочем режиме и дополнительного внутри резервуарного визуального осмотра и отдельных видов инструментального неразрушающего контроля;
- отбор проб металла для оценки характеристик трещиностойкости и охрупчивания металла;
- дополнительный расчет остаточного ресурса по трещиностойкости, хрупкой прочности, цилиндрической долговечности (при необходимости).

7.	Врезка люков и патрубков в стенку	Контроль избыточным давлением, шов внутри и снаружи стенки (ПВТ)
		Контроль избыточным давлением (ПВТ).
		Капиллярный контроль сопряжения воротника со стенкой на первом поясе(ПВК)
		Ультразвуковой (УК)
8.	Сварные соединения окрайков и все швы центральной части днища	Вакуумирование (ПВТ)
9.	Радиальные стыки сегментов опорного или ветрового кольца крыши	Ультразвуковой (УК)
10.	Зоны приварки монтажных приспособлений к стенке	Капиллярный контроль (ПВК)
11.	Места приварки кронштейнов трубопроводов, лестниц, ветровых колец	Визуальный и измерительный (ВИК)
12.	Короба и отсеки понтонов и плавающих крыш	Избыточным давлением (ПВТ)
13.	Люки и патрубки стационарных и плавающих крыш	Вакуумирование или избыточным давлением (ПВТ)
14.	Сварные стыки трубопроводов систем пожаротушения, орошения, водоотвода с плавающих крыш.	Ультразвуковой контроль – для трубопроводов СППК (УК), остальное - гидроиспытания

2.7. Сварные соединения резервуаров

Таблица 2.2.

Сварные соединения резервуаров

№ п/п	Конструктивный элемент резервуара	Вид сварного соединения	Вид сварного шва
1.	Центральная часть днища	Стыковое (на подкладке)	Стыковой
2.		Нахлесточное	Угловой
3.	Кольцевые окрайки	Стыковое (на подкладке)	Стыковой
4.	Сопряжение центральной части днища с кольцом окраек	Нахлесточное	Угловой
5.	Сопряжение стенки с днищем (уторный узел)	Тавровое	Угловой
6.			
7.	Стенка резервуара (вертикальное соединение)	Стыковое (на подкладке)	Стыковой
8.		Стыковое (на съемной керамической подкладке)	Стыковой
9.	Стенка резервуара (горизонтальное соединение)	Стыковое	Стыковой
10.	Спряжение патрубков о стенкой, не требующие усиления	Угловое	Угловой
11.	Сопряжение патрубков (люков-лазов) со стенкой, требующие усиления	Угловое	Угловой
12.		Нахлесточное	Угловой
13.	Опорные и ветровые кольца жесткости (радиальные швы)	Стыковое	Стыковой
14.	Сопряжение опорного кольца (кольца жесткости) со стенкой	Нахлесточное	Угловой
15.		Тавровое	Угловой
16.	Короба понтонов и плавающих крыш	Тавровое	Угловой
17.	Мембраны стальных понтонов и плавающих крыш	Нахлесточное	Угловой
18.	Двудечная плавающая крыша (верхняя дека)	Стыковое (на подкладке)	Стыковой

Окончание таблицы 2.2.

19.	Сопряжение коробов понтонов и плавающих крыш с мембраной	Нахлесточное	Угловой
20.		Тавровое	Угловой
21.	Каркас стационарных крыш	Нахлесточное	Угловой
22.	Сопряжение каркаса со стенкой и опорным кольцом	Тавровое	Угловой
23.	Настил стационарных крыш	Нахлесточное	Угловой
24.	Сопряжение патрубков с настилом крыш	Угловое	Угловой
25.		Нахлесточное	Угловой
26.	Сопряжение люков–лазов с плавающей крышей	Тавровое	Угловой
27.	Соединения кронштейнов для крепление трубопроводов системы пожаротушения, площадок и колец жесткости на стенке	Нахлесточное	Угловой
28.			Угловой

Таблица 2.3.

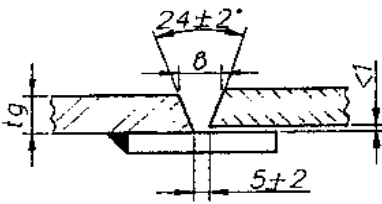
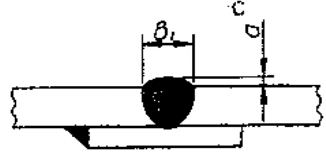
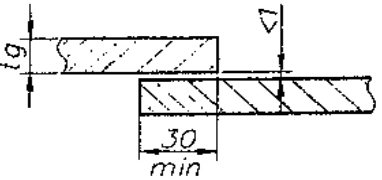
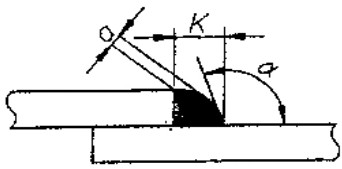
Диагностика РВС

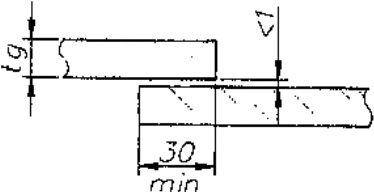
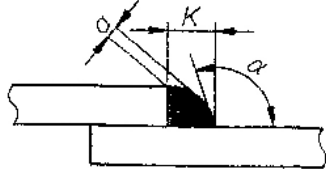
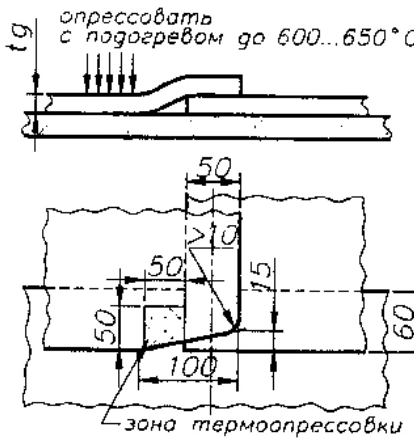
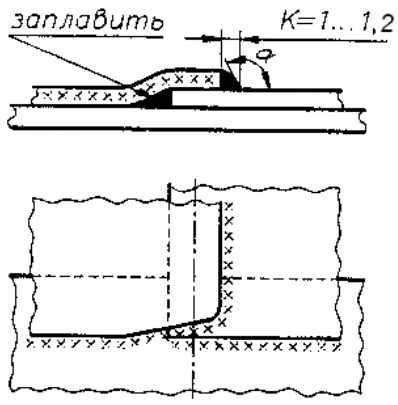
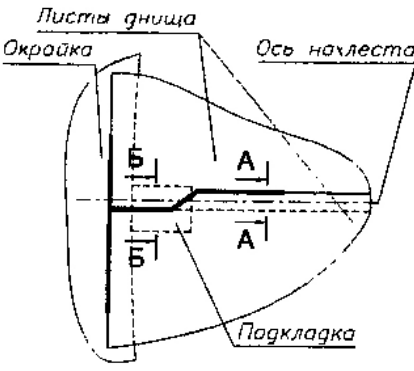
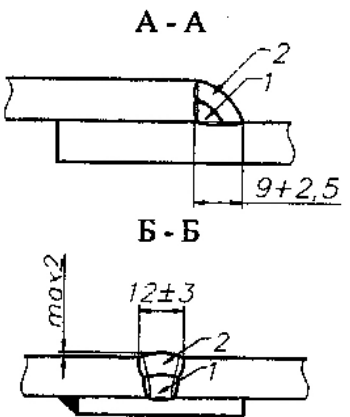
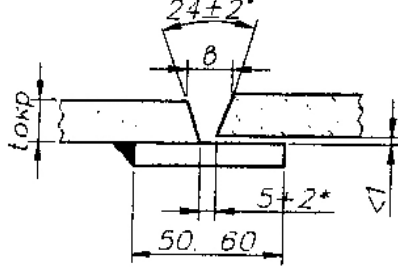
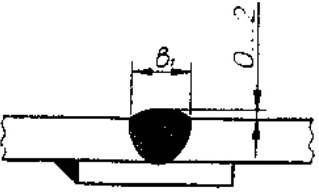
Период	Методы контроля	Осмотры
Строительство	Визуальный и измерительный, Ультразвуковой, Радиографический, Капиллярный, Вакуумирование, Избыточным давлением	<i>ежедневно</i> обслуживающим персоналом в соответствии с должностными инструкциями; <i>еженедельно</i> - лицом, ответственным за эксплуатацию резервуарных парков; <i>ежемесячно</i> - руководством станции, нефтебазы; <i>ежеквартально</i>, выборочно - комиссией производственного контроля (КПК) структурного подразделения; <i>один раз в год</i>, выборочно - комиссией производственного контроля (КПК) предприятия.
Ввод в эксплуатацию	Визуальный и измерительный, Ультразвуковой, Радиографический, Капиллярный, Вакуумирование, Избыточным давлением	
Эксплуатация	В рабочем состоянии: Визуальный осмотр, Инфракрасная термография, Магнитная и ультразвуковая дефектоскопия, Ультразвуковая толщинометрия,	
	В нерабочем состоянии: уточнение критических очагов повреждения металла по данным экспертизы технического состояния в рабочем режиме и дополнительного внутрирезервуарного визуального осмотра и отдельных видов инструментального неразрушающего контроля; отбор проб металла для оценки характеристик трещиностойкости и охрупчивания металла	
Вывод из эксплуатации	Визуальный и измерительный, Ультразвуковой, Радиографический	
Ремонт	Визуальный и измерительный, Ультразвуковой, Радиографический	

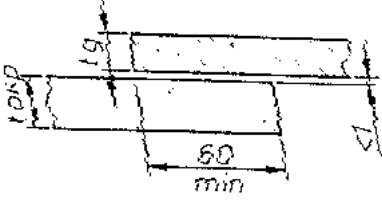
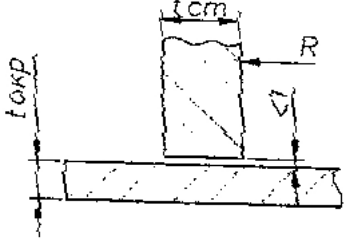
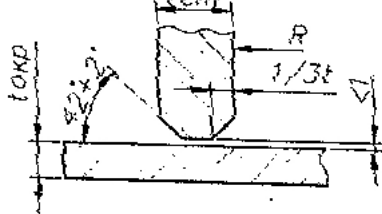
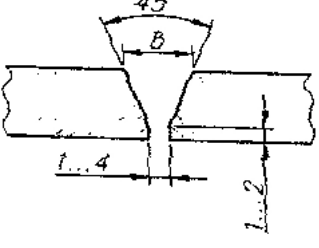
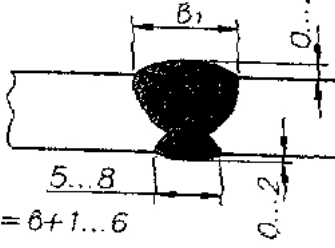
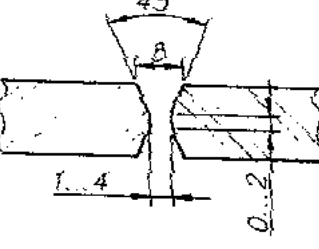
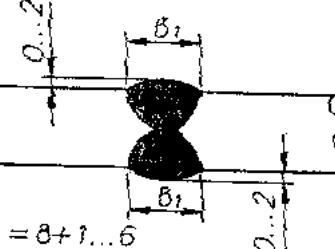
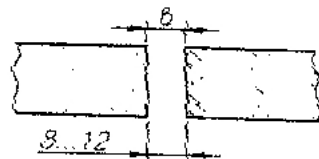
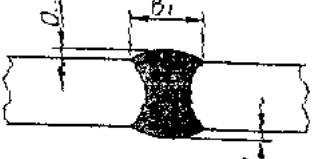
2.8. Требования к конструкции сварных соединений, подготовке кромок, форме и размерам сварных швов конструктивных элементов резервуаров

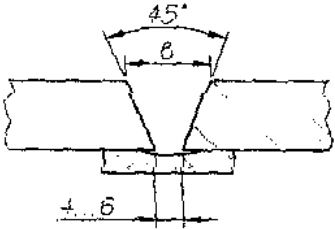
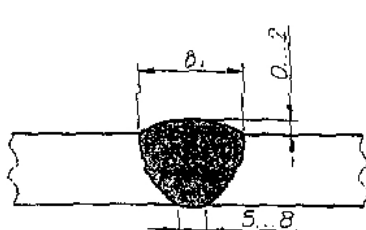
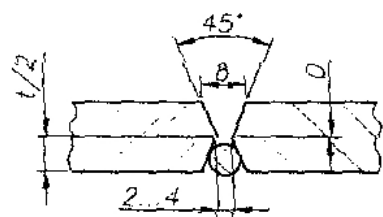
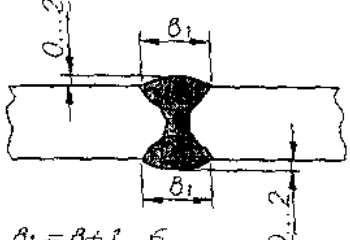
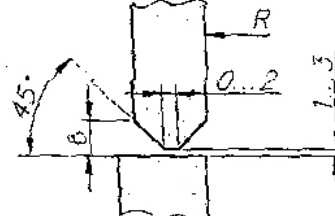
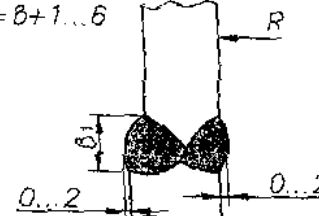
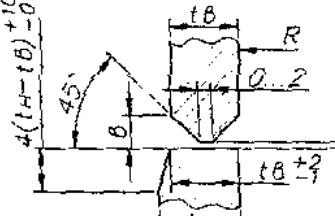
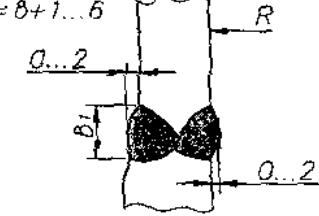
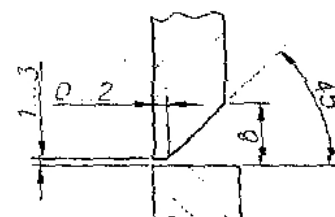
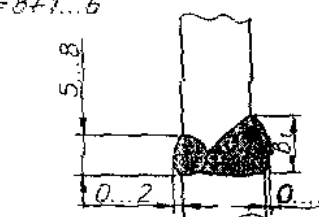
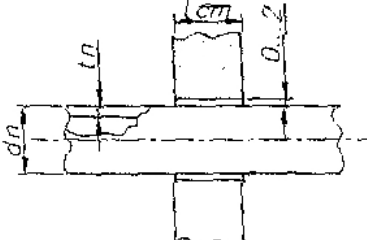
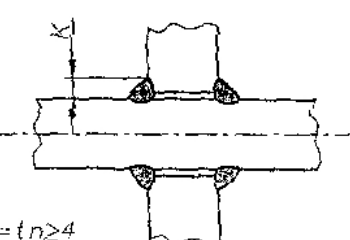
Таблица 2.4.

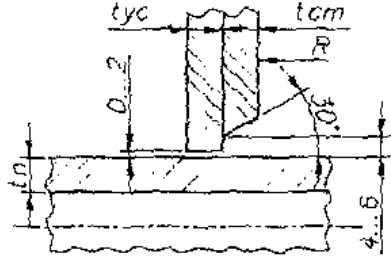
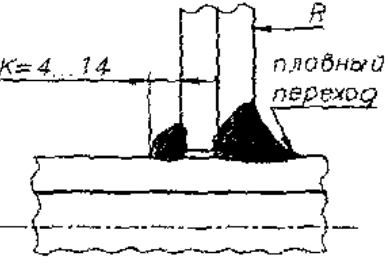
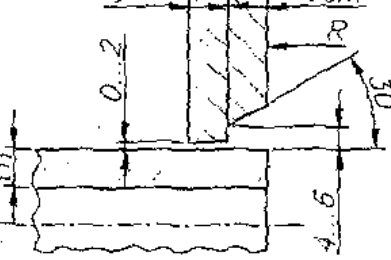
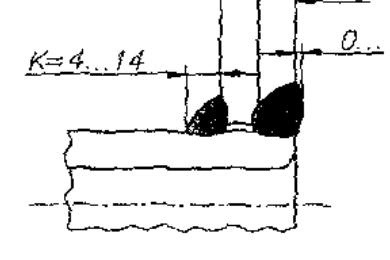
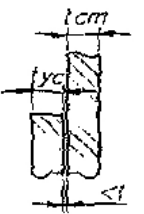
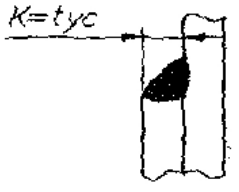
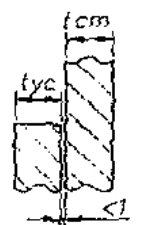
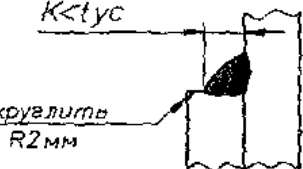
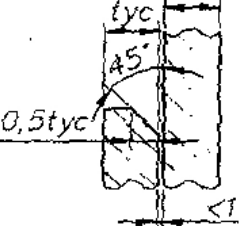
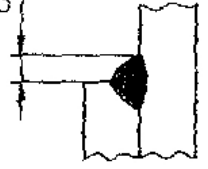
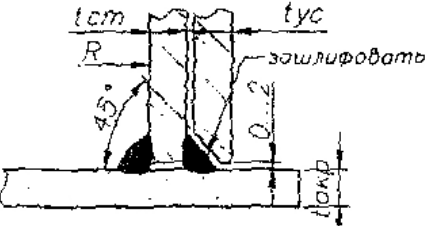
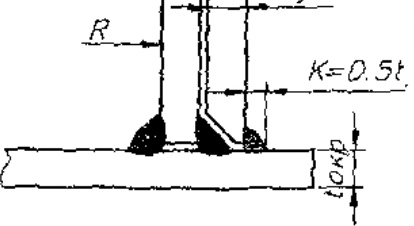
Конструкции сварных соединений элементов резервуаров

Конструктивный элемент резервуара	Требования к конструкции и подготовке кромок соединений	Требования к форме и размерам шва
Центральная часть днища, поперечные швы листов, собранных встык		 $b_1 = 8 + 1 \dots 6$ $a = 0 \dots 2$
Центральная часть днища, поперечные швы листов, собранных внахлестку		 $K = tg$ $a = 0 \dots 2$ $\alpha \geq 110^\circ$

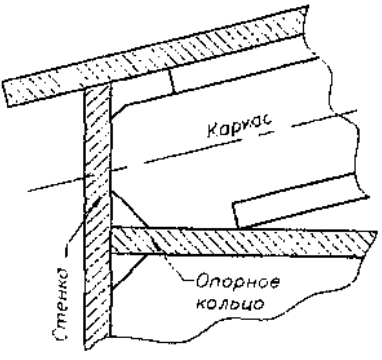
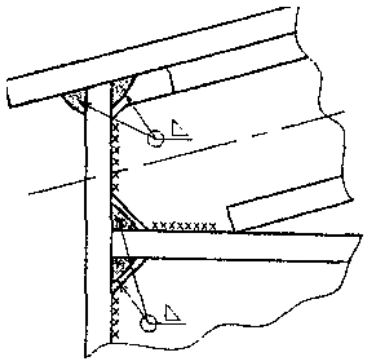
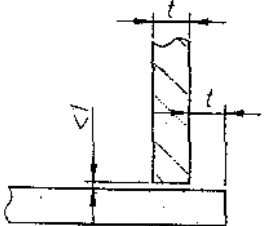
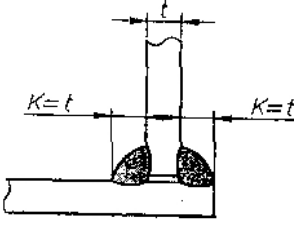
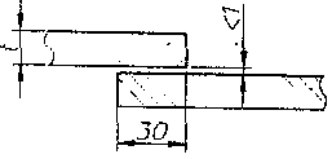
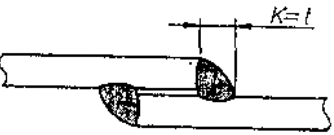
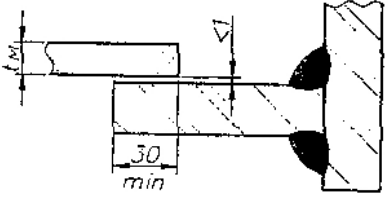
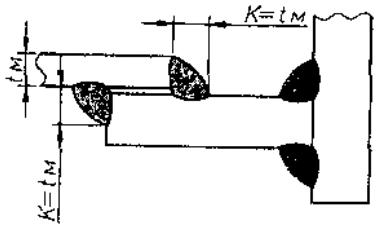
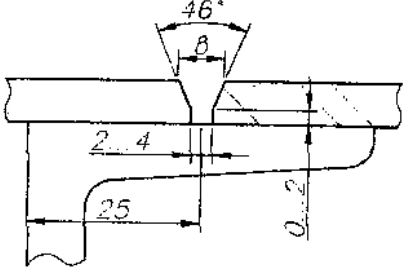
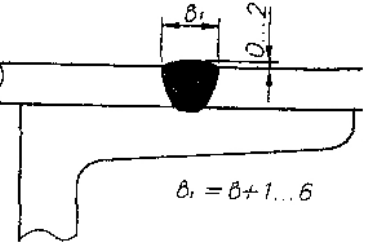
Центральная часть днища, продольные швы		 $K = tg$ $\alpha = 0 \dots 2$ $\alpha \geq 110^\circ$
А) Центральная часть днища, сопряжение листов в узлах трой- ной нахлестки		
Б) Центральная часть днища, сопряжение листов в узлах трой- ной нахлестки по схе- ме «ласточкин хвост»		
Стыковые швы окра- ечных листов днища с клиновидным зазо- ром	 * - зазор в зоне сопряжения со стенкой	 $\theta_1 = \theta + 1 \dots 6$

Швы сопряжения центральной части днища с кольцом окраск		 $K = t_g$ $\alpha = 0 \dots 2$ $\alpha \leq 110^\circ$
Сопряжение стенки с днищем при толщине окрасочных листов до 12 мм включительно		 $K = t_{окр} \leq 12$ $\sigma_H = 0 \dots 2$ $\sigma_{\delta H} = 0 \dots 2$
Сопряжение стенки с днищем при толщине окрасочных листов более 12 мм		 $K \leq 12$ $\sigma_H = 0 \dots 2$ $\sigma_{\delta H} = 0 \dots 2$
Вертикальные сварные швы стенки при толщине листов до 10 мм включительно		 $B_1 = B + 1 \dots 6$
Вертикальные сварные швы стенки при толщине листов более 10 мм		 $B_1 = B + 1 \dots 6$
Вертикальные сварные швы стенки при сварке с принудительным формированием шва для толщин более 10 мм		 $B_1 = B + 2 \dots 6$

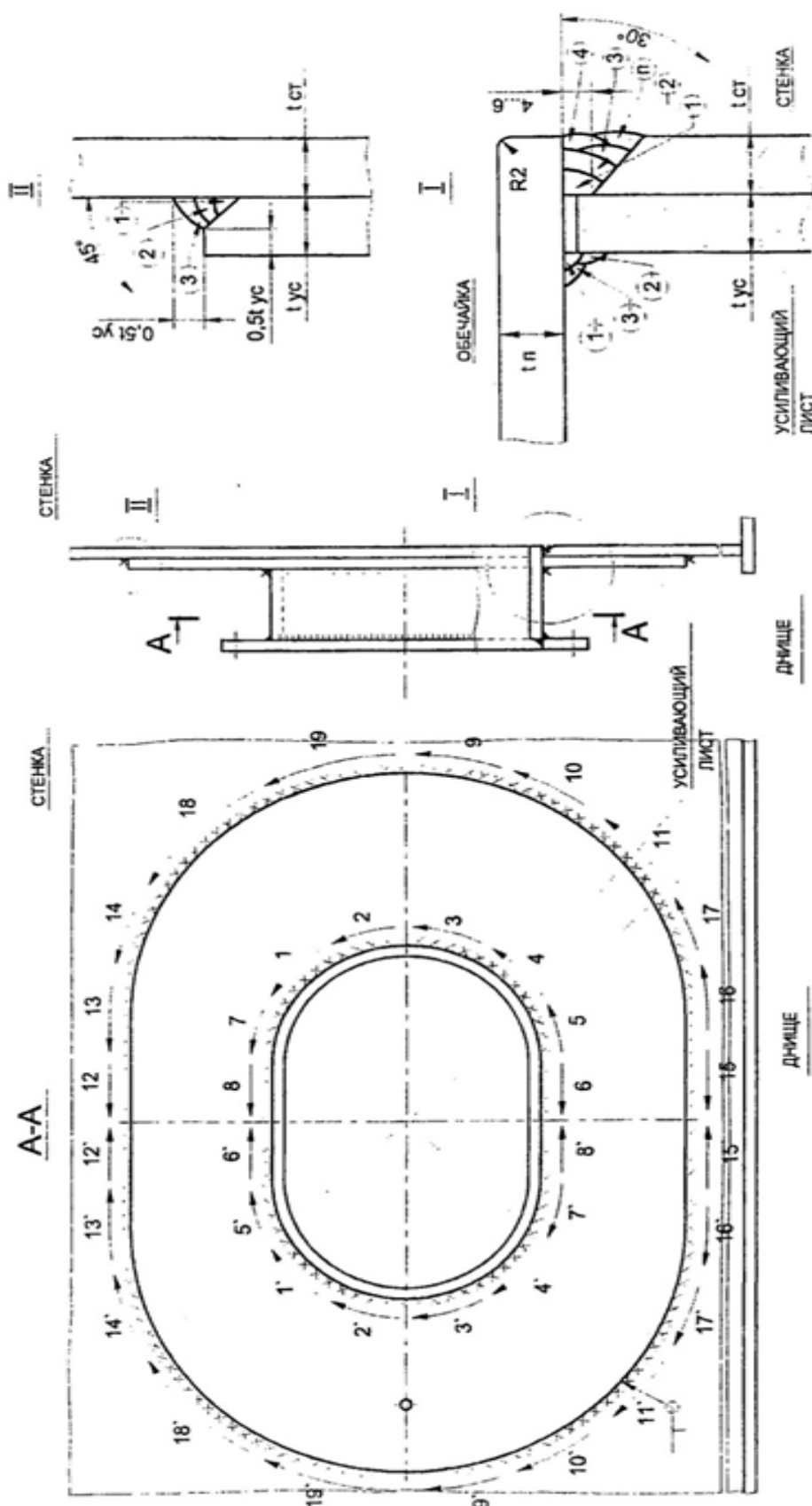
Вертикальные сварные швы стенки при использовании керамических подкладок		 $b_1 = b + 1 \dots 6$
Вертикальные сварные швы стенки при использовании керамических стержней		 $b_1 = b + 1 \dots 6$
Горизонтальные швы стенки при разности толщин поясов: $\Delta \leq 2$ мм для $t_B = 4-20$ мм; $\Delta \leq 3$ мм для $t_B = 21-30$ мм; $\Delta \leq 4$ мм для $t_B > 30$ мм		 $b_1 = b + 1 \dots 6$
Горизонтальные швы стенки при разности толщин поясов Δ более значений, указанных в п.14.		 $b_1 = b + 1 \dots 6$
Горизонтальные швы стенки при толщине листов до 10 мм		 $b_1 = b + 1 \dots 6$
Сопряжения патрубков со стенкой, не требующие усиления		 $K = t_n \geq 4$

Сопряжения патрубков со стенкой, требующие усиления		
Сопряжения люков-лазов со стенкой		
Швы усиливающих листов люков и патрубков при толщине листов до 10 мм		для t_{yc} до 10 мм $K = t_{yc}$ 
Швы усиливающих листов люков и патрубков при толщине листов от 11 мм до 16 мм		для t_{yc} от 11 до 16 мм $K < t_{yc}$ скрулить R2 мм 
Швы усиливающих листов люков и патрубков при толщине листов более 16 мм		для $t_{yc} > 16$ мм $0.5 t_{yc}$ 
Сопряжение усиливающего листа с окрайкой днища		

Радиальные швы ветровых и опорных колец жесткости при толщине металла более 12 мм		
Радиальные швы ветровых и опорных колец жесткости при толщине металла до 12 мм включительно		
Сопряжения ветровых колец и колец жесткости со стенкой		
Сварные швы в сопряжении опорного кольца со стенкой		
Сварные швы в сопряжении опорного кольца со стенкой (вариант для резервуаров емкостью 5000 м³)		

Сварные швы в сопряжении каркаса крыши и опорного кольца со стенкой		 Размер L_2 — по проекту КМ
Сварные швы коробов понтонов и плавающих крыш		
Сварные швы мембран понтонов и плавающих крыш		
Сварные швы в сопряжении коробов понтонов и плавающих крыш с мембраной		
Сварные швы двухдечной плавающей крыши (верхняя дека)		 $\delta_1 = \delta + 1 \dots 6$

34	Сварные швы настила стационарных крыш		
35	Сварные швы в сопряжении патрубков с настилом крыши		
36	Сварные швы врезок патрубков (люков-лазов) в плавающую крышу		
37	Сварные швы кронштейнов на стенке		
Примечания – 1. Допускаемые отклонения угловых размеров разделок кромок = ± 2 град 2. Допуск на размер катета шва +2; - 1.			



Примечание:

1. Площадь сечения одного прохода не более 30 мм.
2. Места начала и окончания каждого участка шва шпиговать и смещать в слоях на 20...30 мм.
3. Колличество проходов определяется сечением шва.
4. Зону стенки вокруг люка закрепить рамой жесткости

Условные обозначения:
 1 - направление и порядок
 выполнения шва
 1 - номер прохода

Рис. 2.6 Схема сварки овального люка-лаза в стенке

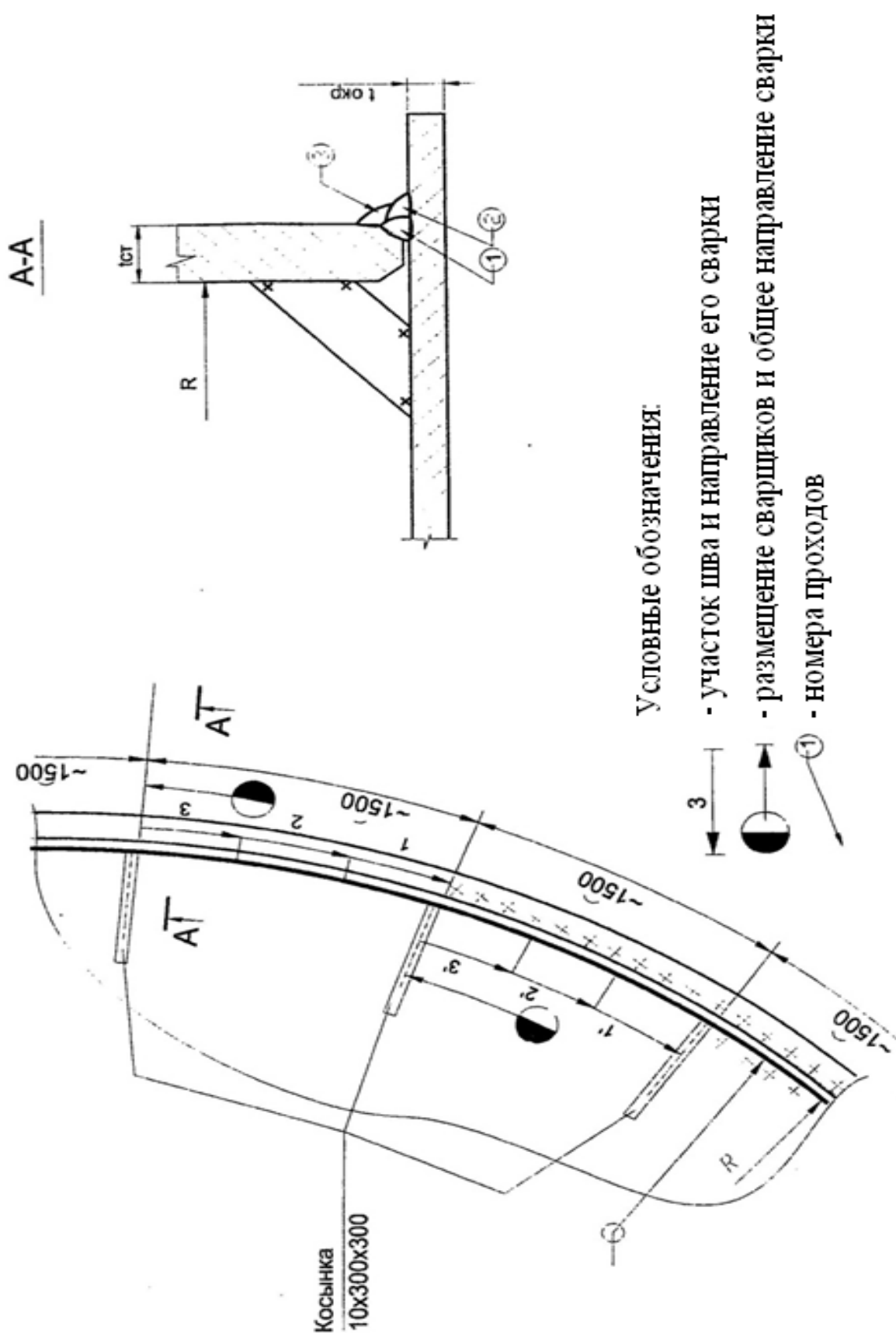


Рис. 2.7 Схема сварки уторного шва

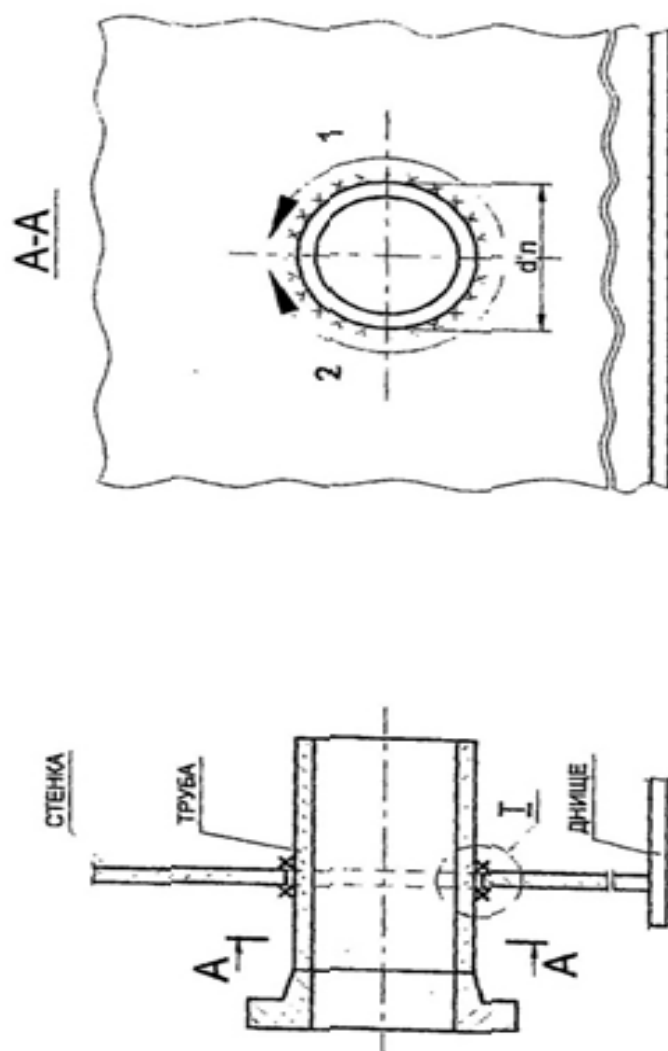


Рис. 2.8 Схема сварки патрубков в стенке без усиливающего листа

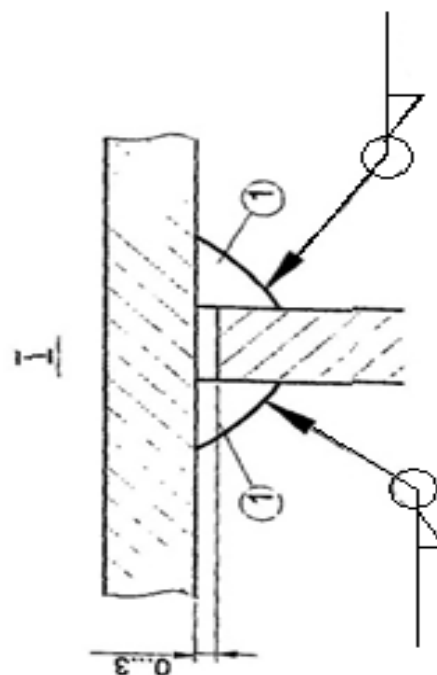
Примечания:

1. Места начала и окончания участка шва зашифровать

Условные обозначения:

1 → - направления и порядок выполнения шва

① - номер прохода



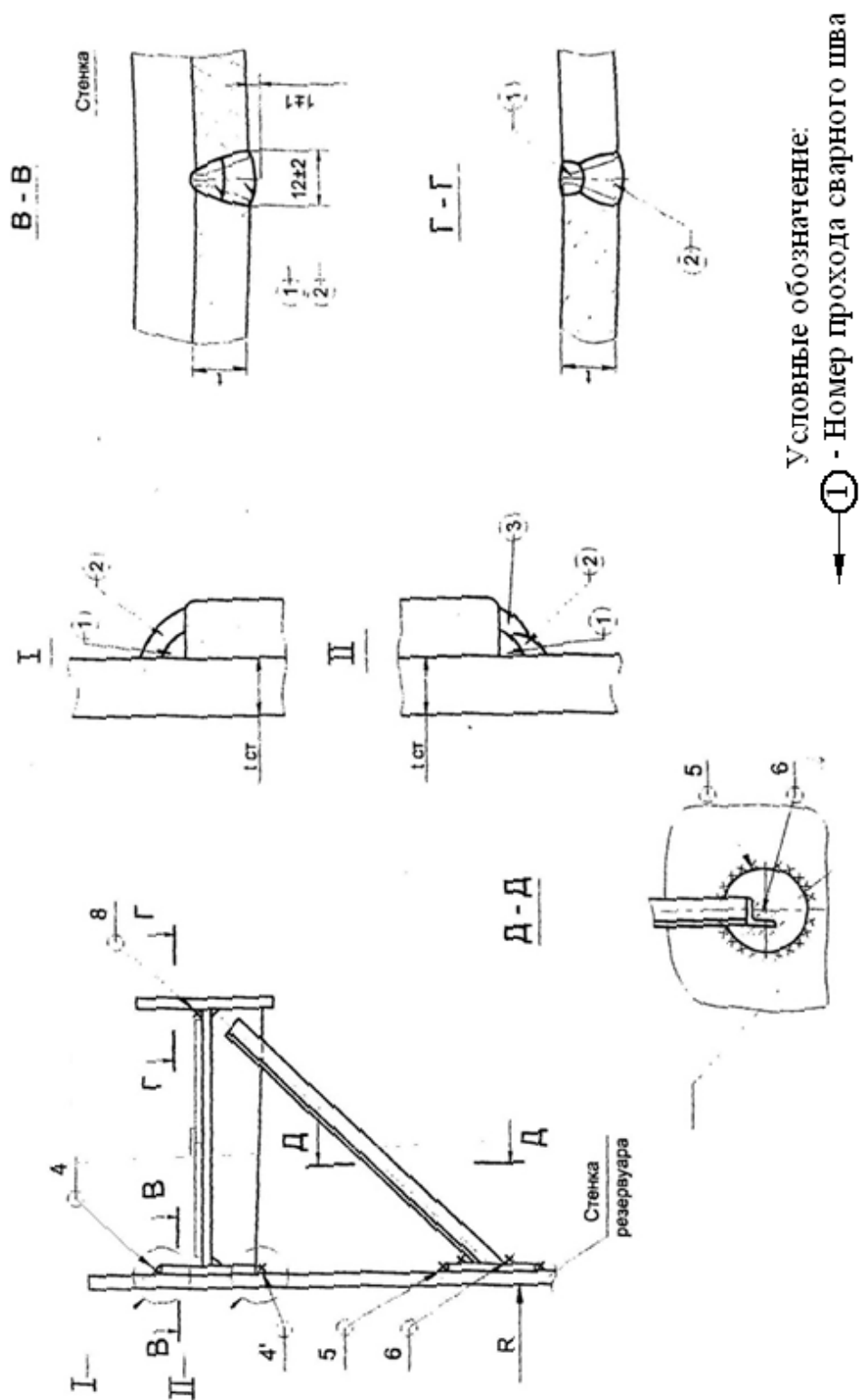


Рис. 2.9 Последовательность и схема сварки швов ветрового кольца

3. Сварка

К электроду и свариваемому изделию для образования и поддержания сварочной дуги от источников сварочного тока подводится постоянный или переменный сварочный ток. Сварочная дуга (1) горит между металлическим стержнем электрода (2) и основным металлом (3). Под действием тепла дуги металл дуги электрода, покрытие электрода и основной металл расплавляется, образуя сварочную ванну (4). Капли жидкого металла (5) с торца расплавленного электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода (6), образуя вокруг дуги газовую защиту (7) и жидкую шлаковую ванну (8). По мере движения дуги, металл сварочной ванны затвердевает, образуется сварочный шов (9) и шлаковую корку (10) на поверхности шва. [27]

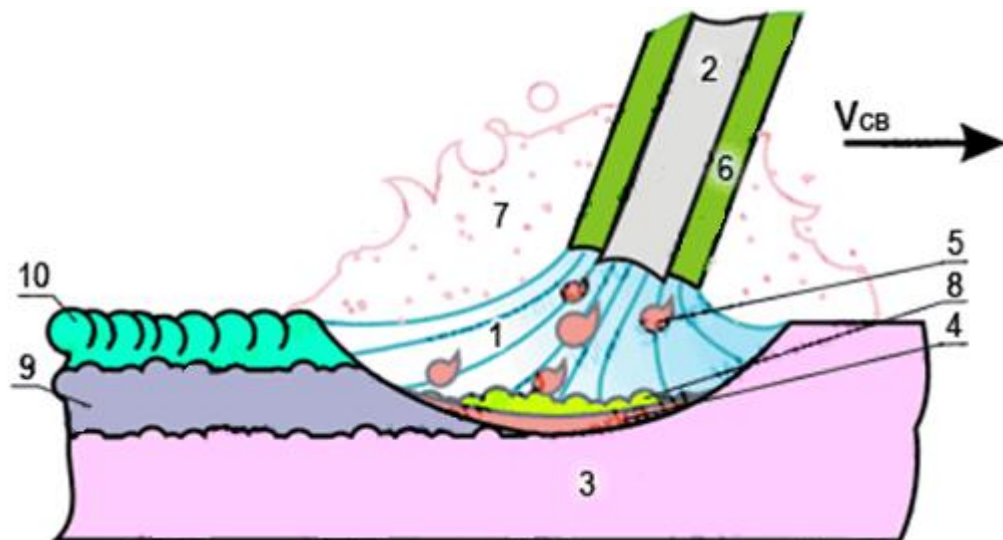


Рис. 3.1. Общий вид сварки

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м ³			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Клюев Г.В.				Сварка		Лит.	Лист
Руковод.	Лунева Е.Е.							50
Консульт.								99
Зав. Каф.	Рудаченко						ТПУ ТХНГ гр. 3-2Т01	

3.1. Ручная дуговая сварка

Глубина, на которую расплавляется основной металл, называется глубиной проплавления. Глубина проплавления зависит от: режима сварки (силы сварочного тока и диаметра электрода), пространственного положения сварки, скорости перемещения дуги по поверхности изделия, от конструкции сварного соединения, формы и размеров разделки свариваемых кромок и т. п.

Размеры сварочной ванны зависят от режима сварки и обычно находятся в пределах: глубина до 7 мм, ширина 8-15 мм, длина 10-30 мм. Доля участия основного металла в формировании металла шва обычно составляет 15-35%.

Расстояние от активного пятна на расплавленной поверхности электрода до другого активного пятна дуги на поверхности сварочной ванны называется длиной дуги. Покрытие электрода при расплавлении образует вокруг дуги и над поверхностью сварочной ванны газовую атмосферу, которая, отесняя воздух из зоны сварки, препятствует взаимодействию его с расплавленным металлом. Шлак, покрывая капли электродного металла и поверхность расплавленного металла сварочной ванны, тем самым воспрепятствует контакту с воздухом.

Кристаллизация металла сварочной ванны по мере удаления дуги приводит к образованию шва, соединяющего свариваемые детали. При случайных обрывах дуги или при смене электродов кристаллизация металла сварочной ванны приводит к образованию сварочного кратера (углублению в шве, по форме напоминающему наружную поверхность сварочной ванны). Затвердевающий шлак образует на поверхности шва шлаковую корку. [26,27]

3.2. Автоматическая дуговая сварка

Автоматизации хорошо поддаются все основные виды дуговой сварки. По степени механизации процесса различают автоматы и полуавтоматы.

Для осуществления автоматической сварки требуется целый комплекс машин, механизмов и приспособлений, составляющих автоматическую установку для дуговой сварки. Устройство, производящее зажигание дуги, подачу электродов по мере сгорания и обеспечивающее устойчивое горение дуги, называется автоматической головкой для дуговой сварки, или дуговым автоматом. Наиболее важное промышленное значение имеют автоматы для сварки плавким металлическим электродом. Вместо отдельных коротких электродов, применяемых в процессе ручной сварки, при автоматической сварке используется электродная проволока большой длины, в мотках или

					Сварка	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

бухтах, сматываемая механизмом автомата и подаваемая в зону дуги по мере ее плавления.

При случайном увеличении длины дуги скорость подачи проволоки возрастает и длина дуги, а вместе с тем и ее напряжение уменьшаются до нормальной заданной величины.

Таким образом, длина дуги поддерживается автоматически постоянной с точностью, недоступной для ручной сварки. Современные автоматы поддерживают напряжение дуги с точностью до 0,5 В, что соответствует точности поддержания длины дуги $\pm 0,2-0,3$ мм.

В настоящее время существует два основных вида дуговых автоматов с плавящимся электродом, различных по принципу регулирования:

- автоматы с регулированием электрических величин;
- автоматы с постоянной скоростью подачи электрода.

В автоматах первого типа регулируемой является какая-либо электрическая величина сварочной дуги, это может быть напряжение, ток или мощность дуги. В современных автоматах за регулируемую величину принимают обычно напряжение дуги.

При наличии автомата, поддерживающего постоянство напряжения дуги, длина дуги останется постоянной и процесс сварки сохранит нормальный характер. Таким образом, регулирование постоянства напряжения дуги эквивалентно регулированию постоянства ее длины.[26,27]

3.3. Дефекты сварных швов

Различают внешние и внутренние дефекты сварных швов.

Внешние дефекты сварных швов. К внешним дефектам сварных швов относятся следующие: перекос (а) и смещение кромок (б), неравномерное сечение шва по ширине и толщине (в), подрезы кромок основного металла (г, д, е), прожоги (ж), непровары (з, и, к, л), незавершенные углубления швов, наружные трещины в шве, основном металле (м, н, о, п) и др.

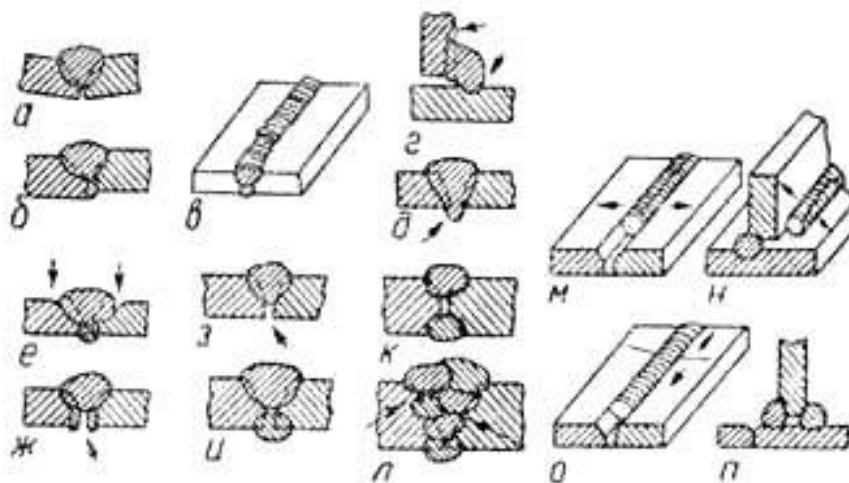


Рис 3.4 Дефекты сварных швов

Неравномерное сечение шва по ширине и толщине может быть следствием плохой сборки, небрежной или неумелой работы сварщика. Этот дефект придает шву плохой внешний вид и снижает его прочность. Швы с недостаточным усилением подвергаются дополнительной наплавке.

Наружные трещины могут возникать как в наплавленном, так и в основном металле. Трещины могут быть продольные и поперечные. Причиной появления трещин являются собственные напряжения, которые возникают в металле из-за неравномерного его нагрева и охлаждения, изменения структуры металла под влиянием нагрева при сварке. Трещины легче возникают в местах ослабления металла какими-либо дефектами, поэтому они часто имеют начало у картеров, подрезов и непроваров. Наиболее возможно появление трещин при сварке легированных сталей, чувствительных к закалке. Трещины являются недопустимым дефектом шва. Участки с трещинами должны вырубаться и завариваться вновь.

Подрезами называются выемки в основном металле вдоль края шва, выплавляемого в процессе сварки. Они ослабляют сечение основного металла. Причиной возникновения этого дефекта являются сварка горелкой слишком большой мощности или неудобное пространственное положение шва. Подрезы должны устраняться последующей подваркой.

Незаплавленные углубления – кратеры (неровная поверхность шва) являются следствием недостаточной квалификации сварщика. Швы с большим количеством этих дефектов обладают пониженной прочностью. Их нужно вырубать и производить заварку вновь.

Непроваром вершины шва называется несплавление наплавленного металла с основным в вершине шва. Причины непровара вершины шва следующие: недостаточная мощность горелки, большая скорость сварки, недостаточный угол скоса кромок, не позволяющий хорошо нагреть пламенем горелки вершину шва, плохая зачистка кромок под сварку. В месте непровара прочность шва резко снижается. Кроме того, в местах непровара возникают напряжения, которые еще больше снижают прочность шва. Непровар должен удаляться вырубкой дефектного места и заваркой его вновь.

Наплывы образуются при слишком быстром плавлении проволоки и натекании жидкого металла на недостаточно нагретую поверхность основного металла около кромок шва. Под наплывами часто обнаруживаются непровары. Поэтому имеющиеся наплывы необходимо срубить и в случае обнаружения непровара устранить его.

Горячие и холодные трещины при сварке металлов и причины их образования

Дефекты при сварке металлов плавлением образуются вследствие нарушения требований нормативных документов к сварочным материалам, подготовке, сборке и сварке соединяемых элементов, термической и механической обработке сварных соединений и конструкции в целом.

Согласно ГОСТ 30242-97 дефекты классифицируются на шесть групп: трещины, полости и поры, твердые включения, несплавления и непровары, нарушение формы шва, прочие дефекты (дефекты, не включенные в вышеперечисленные группы).

Трещина - это несплошность, вызванная местным разрывом шва, которая может возникнуть в результате охлаждения или действия нагрузок.

Микротрещина - это трещина, имеющая микроскопические размеры, которую обнаруживают физическими методами не менее чем при 50-кратном увеличении. В зависимости от температуры, при которой образуются трещины, их условно подразделяют на горячие и холодные. Горячие трещины в сталях возникают при температуре, превышающей 1000°С, а холодные - при более низкой. Трещины являются самым серьезным дефектом сварного соединения и, как правило, не подлежащим устранению.

Горячие трещины - это хрупкие межкристаллические разрушения металла шва и околошовной зоны, возникающие в твердожидком состоянии

					Сварка	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

в процессе кристаллизации, а также при высоких температурах в твердом состоянии.

Причинами образования горячих трещин при сварке являются:

- большое количество вредных примесей (особенно серы и фосфора) в металле свариваемых заготовок;
- наличие в металле шва элементов, образующих химические соединения с низкой температурой затвердевания (хром, молибден, ванадий, вольфрам, титан), нарушающие связь между зернами;
- жесткое закрепление свариваемых заготовок или повышенная жесткость сварного узла, затрудняющая перемещение заготовок при остывании.

Холодные трещины - это локальные меж- или транскристаллические разрушения сварных соединений, образующиеся в металле при остывании до относительно невысоких температур (как правило, ниже 200 °С) или при вылеживании готового изделия. Чаще всего холодные трещины возникают в переходной зоне вследствие неправильной техники сварки или неправильно выбранного присадочного материала.

Для предупреждения образования холодных трещин применяют:

- прокаливание флюсов и электродов перед сваркой;
- предварительный подогрев свариваемых заготовок до 250-450 °С;
- ведение процесса сварки в режиме с оптимальными параметрами;
- наложение швов в правильной последовательности;
- медленное охлаждение изделия после сварки;
- проведение непосредственно после сварки смягчающего отжига для снятия остаточных напряжений.

Для предупреждения образования трещин в швах сварных соединений необходимо:

- разрабатывать металлоконструкции и технологию сварки, которые позволяют исключить применение соединений с высокой жесткостью;
- при сварке изделий достаточно большой толщины увеличивать размеры сварных швов;
- не допускать при сварке узких валиков, производить сварку полноразмерным швом короткими участками по 200-250 мм;
- выбирать последовательность выполнения сварных швов такой, чтобы максимально долго оставлять незаваренными концевые участки соединения, с тем чтобы они обладали максимальной возможной подвижностью;
- обеспечить сплошность и хорошее сплавление сварных швов;

					Сварка	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- в некоторых случаях обеспечить предварительный подогрев свариваемых частей;
- сборку соединений производить с одинаковым и требуемым по технологии зазором, при необходимости для выравнивания зазора применять стягивающие сборочные приспособления;
- не допускать при сварке завышенных по сварочному току режимов сварки;
- по возможности сварной шов делать многопроходным, так как однопроходные швы могут быть более хрупкими, а в многопроходных швах происходит отжиг каждого предыдущего слоя;
- разделку заполнять сразу после завершения сварки корня шва, так как воздействию напряжения чаще всего подвергается область корневого шва.

Продольные, поперечные и др. виды трещин при сварке металлов

Продольная трещина - это трещина, ориентированная параллельно оси сварного шва. Продольные трещины могут возникать в металле сварного шва, на границе сплавления, в зоне термического влияния и в основном металле. Продольные трещины возникают как из-за наличия высокотемпературной хрупкости сплавов (горячие трещины), так и при замедленном разрушении металла (холодная трещина).

Скрытые трещины – это продольные трещины в основном металле, смежном со сварным швом, возникающие из-за высокого напряжения, вызванного сжатием в сварном шве.

Большие сварочные напряжения, вызывающие скрытые трещины, в большей или меньшей степени присущи всем сварным соединениям, особенно сварным швам больших толщин. Основные причины, вызывающие недопустимые сварочные напряжения, - это слишком жесткое соединение и несоблюдение или неправильный выбор технологии сварки. С уменьшением сварочных напряжений уменьшается вероятность появления скрытых трещин.

Для снижения уровня сварочных напряжений необходимо:

- во время сварки допускать небольшие перемещения свариваемых частей;
- по возможности использовать многопроходную сварку;
- производить проковку каждого слоя наплавленного металла;
- отжигать готовое изделие при температуре 590-650°C, продолжительность отжига составляет по одному часу на каждые 25 мм толщины основного металла;

					Сварка	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

- применять сварочную технологию, снижающую вероятность образования скрытых трещин;
- применять сварочную технологию, при которой все свариваемые части имеют неограниченную свободу перемещения;
- при сварке сталей, склонных к образованию горячих и холодных трещин, производить наплавку высокопластичного промежуточного слоя, если это позволяет получаемая прочность соединения.

Поперечная трещина - это трещина, ориентированная поперек оси сварного шва. Ориентация связана с направлением продольных компонент сварочных напряжений.

Радиальные трещины - это трещины, радиально расходящиеся из одной точки. Трещины этого типа, расходящиеся в разные стороны, известны как звездоподобные трещины. Радиальные трещины могут располагаться в металле сварного шва, в зоне термического влияния и в основном металле. Конфигурация трещины определяется макроструктурой зон сварных соединений, а также характером внутренних напряжений.

Трещина в кратере - это трещина в углублении на поверхности шва в месте отрыва дуги. Трещины могут быть продольными, поперечными и звездообразными. Конфигурация трещины определяется микроструктурой зон сварных соединений, а также характером термических, фазовых и механических напряжений.

Раздельные трещины - это группа не связанных друг с другом трещин. Они могут возникать в металле сварного шва, в зоне термического влияния и в основном металле. Конфигурация трещины определяется микроструктурой зон сварных соединений, а также характером термических, фазовых и механических напряжений.

Разветвленные трещины - это группа трещин, возникающих из одной трещины. Они могут располагаться в металле сварного шва, в зоне термического влияния и в основном металле. Конфигурация трещины определяется микроструктурой зон сварных соединений, а также характером термических, фазовых и механических напряжений.

Разновидности пор

Подобные дефекты часто встречаются в металле сварных швов. По сути своей и по механизму образования очень напоминают включения, ибо являются результатом протекающих в сварочной ванне химических реакций. Поры отличаются от включений тем, что внутри пор чаще всего находится газ, а не твердое вещество, как у включений.

					Сварка	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Источником появления газов, которые содержатся в порах, являются газы, выделяющиеся из охлаждающегося металла из-за уменьшения растворимости при снижении температуры металла, и газы, образующиеся в результате химических реакций в металле сварного шва.

Пористость, за исключением случаев, когда она появляется в очень больших количествах, как правило, не оказывает значительного влияния на прочностные свойства сварных соединений.

Появление в металле сварного шва пор вызвано:

- плохим качеством или неправильным подбором типа электродов;
- неправильным выбором технологии сварки;
- малым временем существования сварочной ванны, газы не успевают выйти из расплавленного металла;
- плохим качеством металла.
- следует производить прокалку электродов перед сваркой;
- при подозрении на плохое качество металла проверить его на наличие сегрегации и включений.

Газовая полость - это полость произвольной формы, образованная газами, задержанными в расплавленном металле, которая не имеет углов. Газовая полость образуется в результате выделения газов при кристаллизации сварного соединения. Мелкодисперсные включения на поверхности границ раздела фаз служат центрами зарождения пузырьков газа.

Газовая пора - это газовая полость, обычно сферической формы, содержащая задержанный металлом газ. Пory образуются в результате перенасыщения жидкого металла газами, которые не успевают выйти на поверхность во время его быстрой кристаллизации.

Равномерно распределенная пористость - это группа газовых пор, распределенных равномерно в металле сварного шва (не путать с цепочкой пор). Сплошную пористость вызывает большое количество ржавчины и масла на кромках заготовок, а также влажный или крупный флюс.

Скопление пор - это группа газовых полостей (три или более), расположенных кучно с расстоянием между ними менее трех максимальных размеров большей из полостей. Вызывается локальным скоплением ржавчины или масла на кромках заготовок.

Цепочка пор - это ряд газовых пор, расположенных в линию, обычно параллельно оси сварного шва, с расстоянием между ними менее трех максимальных размеров большей из пор.

					Сварка	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Цепочка пор вызывается главным образом подсосом воздуха в зазор между кромками шва.

Продолговатая полость - это несплошность, вытянутая вдоль оси сварного шва. Длина несплошности не менее чем в два раза превышает высоту. Обычно продолговатая полость возникает в зоне слабины, т. е. в ослабленном стыке зон столбчатых кристаллитов, растущих навстречу друг другу от линии сплавления.

Свищ - это трубчатая полость в металле сварного шва, вызванная выделением газа. Форма и положение свища определяются режимом затвердевания и источником газа. Обычно свищи группируются в скопления и распределяются елочкой.

Причиной образования свищей может быть:

- большая амплитуда колебаний электрода;
- перегрев основного металла, особенно в случае тонколистового металла;
- повышенное содержание влаги в покрытии электрода. Для предупреждения образований свищей необходимо:
- ограничить амплитуду колебаний электрода до четырех диаметров электрода;
- правильно подбирать ток и диаметр электрода с учетом толщины свариваемого металла;
- прокалывать электроды перед сваркой.

Поверхностная пора - это газовая пора, которая нарушает сплошность поверхности сварного шва. Появление поверхностных пор связано с рядом металлургических и технологических факторов.

Усадочная раковина - это полость, образующаяся вследствие усадки во время затвердевания. Раковины имеют наибольший размер и обычно перпендикулярны к поверхности сварного шва.

Усадкой называют самопроизвольное уменьшение объема сварного шва, связанное с его нагревом до жидкого состояния и охлаждением.

Кратер - это усадочная раковина в конце валика сварного шва, не заваренная до или во время выполнения последующих проходов. Дефект возникает вследствие технических неполадок сварочных головок, резкого уменьшения напряжения и силы тока дуги, резкого отрыва дуги [27].

4. Расчетная часть

4.1. Определение количества листов, высоты и объема резервуара

Делаем проверку: возможно ли строительство резервуара с постоянной толщиной стенки.

Согласно таблице 33. ПБ 03-605-03 минимальная конструктивная, необходимая толщина стенки по условию устойчивости равна 5мм, так как монтаж стенки резервуара из листов

$t_{к.с} = 5$ мм.

$$V_{max} = \pi * t_{к.с} * \alpha * \sqrt{\frac{\alpha}{\Delta_{д.к.}}} \quad (1)$$

Где α - расчетное сопротивление материала стенок резервуара по пределу текучести.

$$\alpha = \frac{\gamma_c * R_{wy}}{n_c * \rho_{жс} * g} \quad (2)$$

Где γ_c – коэффициент условия работы конструкций при расчете стенки резервуара на прочность.

$$\gamma_c = \begin{cases} 0,7 & \text{— первый пояс} \\ 0,8 & \text{— для остальных поясов} \\ 0,9 & \text{— для всех поясов при гидроиспытании.} \end{cases}$$

n_c – коэффициент надежности по нагрузке от гидростатического давления жидкости

СНиП 2.09.03-85 принимаем равным 1,05.

R_{wy} – расчетное сопротивление сварного стыкового шва.

$$R_{wy} = \frac{R_{yn}}{\gamma_m} \quad (3)$$

Где R_{yn} – предел текучести стали (нижний пояс)

γ_m – коэффициент надежности по материалу при поставке стали по ГОСТ 27772-88*

Для всех сталей $\gamma_m = 1,025$ кроме С590 и С590К

$\Delta_{д.к.}$ – сумма приведенных толщин днища и крыши резервуара, равная $1,45 * 10^{-2}$ м.

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м ³			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Клюев Г.В.			Расчетная часть		Лит.	Лист
Руковод.		Лунева Е.Е.						Листов
Консульт.								60
Зав. Каф.		Рудаченко						99
							ТПУ ТХНГ гр. 3-2Т01	

$$R_{wy} = \frac{285}{1,025} = 278,049 \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{0,8 * 278,049 * 10^6}{1,05 * 860 * 9,80665} = 25119,012 \quad (5)$$

$$V_{max} = 3,14159 * 4 * 25119,012 * \sqrt{\frac{25119,012}{1,45}} = 2596,626 \quad (6)$$

Так как $V=10000\text{м}^3 > V_{max}=2596,626$, следовательно, ведем расчет с переменной толщиной стенки по поясам.

$$H_{onm} = \sqrt{\frac{R_{wy} * \gamma_c * \Delta_{\partial.к.}}{n_c * \rho_{жс} * g}} = \sqrt{\frac{278,049 * 0,8 * 0,0145}{1,05 * 860 * 9,80665}} = 19,185\text{м} \quad (7)$$

Находим количество поясов

$$n_n = \left\lceil \frac{H_{onm}}{h'_l} \right\rceil \quad (8)$$

Где h'_l – ширина листа с учетом обрезки кромок по высоте на 0,01

$$n_n = \frac{19,185}{1,99} = 9,64 \quad (9)$$

Далее находим высоту резервуара

$$H_1 = n'_n * h'_l \quad (10)$$

Где n'_n – число поясов округленное в большую сторону

$$H_1 = 10 * 1,99 = 19,9 \quad (11)$$

$$H_2 = n''_n * h'_l \quad (12)$$

Где n''_n – число поясов округленное в меньшую сторону

$$H_2 = 9 * 1,99 = 17,91 \quad (13)$$

Далее находим оптимальный радиус резервуара

$$R_{onm} = \sqrt{\frac{V}{\pi * H_{onm}}} = \sqrt{\frac{10000}{3,14159 * 19,185}} = 12,252\text{м} \quad (14)$$

Находим количество листов

$$l_{окр} = 2 * \pi * R = n_l * l'_l \quad (15)$$

Где l'_l – длина листа с учетом обрезки кромок на 0,02 и равная 7,98м

Следовательно:

$$n_l = \frac{2 * \pi * R}{l'_l} = \frac{2 * 3,14159 * 12,252}{7,98} = 9,647 \quad (16)$$

Округлим количество листов в большую и меньшую стороны, также разрешается разрезать лист пополам и получим:

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$$n_{л1} = 10$$

$$n_{л2} = 9$$

$$n_{л3} = 9,5$$

Находим строительный радиус резервуара

$$R_{стр} = \frac{n_{л} * l'_{л}}{2 * \pi} \quad (17)$$

$$R_1 = \frac{10 * 7,98}{2 * 3,14159} = 12,701м \quad (18)$$

$$R_2 = \frac{9 * 7,98}{2 * 3,14159} = 11,431м \quad (19)$$

$$R_3 = \frac{9,5 * 7,98}{2 * 3,14159} = 12,066м \quad (20)$$

Далее находим строительный объем резервуара

$$V_{стр} = \pi * R_{стр}^2 * H_{стр} \quad (21)$$

$V_1 = \pi * R_1^2 * H_1$	$V_1 = 3,14 * 12,701^2 * 19,9 = 10084,384$
$V_2 = \pi * R_2^2 * H_1$	$V_2 = 3,14 * 11,431^2 * 19,9 = 9168,351 м^3$
$V_3 = \pi * R_3^2 * H_1$	$V_3 = 3,14 * 12,066^2 * 19,9 = 10101,156$
$V_4 = \pi * R_1^2 * H_2$	$V_4 = 3,14 * 12,701^2 * 17,91 = 10075,945$
$V_5 = \pi * R_2^2 * H_2$	$V_5 = 3,14 * 11,431^2 * 17,91 = 8351,516$
$V_6 = \pi * R_3^2 * H_2$	$V_6 = 3,14 * 12,066^2 * 17,91 = 10191,041$

Наименьшая разница

$$|V_{стр} - V_{г}|$$

Где $V_{стр}$ – строительный объем.

$V_{г}$ – геометрический объем.

$$|10000 - 10075,945| = 75,945 м^3$$

Из всего выше приведенного можно сделать вывод что

V_p	$= 10075,945 м^3$
H_p	$= 17,91м$
R_p	$= 12,701м$
$n_{л}$	$= 10$
$n_{п}$	$= 9$

Находим высоту залива жидкости в резервуаре. Так как на РВС установлена система АСКП (автоматическая система комбинированного пожаротушения), то расчет допустимого уровня налива жидкости будем производить по следующей формуле:

$$H_{\text{ж}} = H_{\text{р}} - 0,3 \text{ м} = 17,91 - 0,3 = 17,61 \text{ м} \quad (22)$$

Далее находим объем жидкости в резервуаре:

$$V_{\text{ж}} = \pi * R_{\text{р}}^2 * H_{\text{ж}} - [1/3 * \pi * R_{\text{р}}^2 (i * R_{\text{р}})], \quad (23)$$

где i - уклон днища резервуара

$$V_{\text{ж}} = 3,14159 * 12,701^2 * 17,61 - [1/3 * 3,14159 * 12,701^2 (0,01 * 12,701)] = 8902,466 \text{ м}^3 \quad (24)$$

4.2. Определение номинальной толщины стенки и устойчивости резервуара

Рассчитываем номинальную толщину стенки:

$$(t_{\text{НОМ}} - \Delta) > \max \{t_{\text{Э}} + c; t_{\text{г}}; t_{\text{КС}}\}, \quad (25)$$

где $t_{\text{НОМ}}$ - номинальная толщина стенки каждого пояса;

Δ - минусовой допуск на толщину листа;

$t_{\text{Э}}$ - толщина стенки по условиям эксплуатации;

c - припуск на коррозию;

$t_{\text{г}}$ - толщина стенки по условиям гидроиспытания; ;

$t_{\text{КС}}$ - минимальная конструктивная толщина стенки по условиям устойчивости, равная 9 мм

$$t_{\text{Э}} = [n_{\text{Г}} * \rho * g (H_{\text{ж}} - z_{\text{и}}) + n_{\text{У}} * P_{\text{У}}^{\text{Н}}] * R_{\text{р}} / (\gamma_{\text{с}} * R_{\text{wy}}), \quad (26)$$

где $n_{\text{У}}$ - коэффициент надежности по нагрузке от избыточного давления;

$z_{\text{и}}$ - расстояние от днища резервуара до нижней кромки 1-го пояса;

$P_{\text{У}}^{\text{Н}}$ - давление насыщенных паров;

$\gamma_{\text{с}}$ - коэффициент условий работы конструкции при расчете стенки резервуара на прочность;

$$\gamma_{\text{с}} = \begin{cases} 0,7 & \text{— первый пояс} \\ 0,8 & \text{— для остальных поясов} \\ 0,9 & \text{— для всех поясов при гидроиспытании.} \end{cases}$$

$$z_1 = 0,3 \text{ м} \quad (27)$$

$$z_2 = h_{\text{л}} = 1,99 \text{ м}$$

$$z_3 = 2 * h_{\text{л}} = 2 * 1,99 = 3,98 \text{ м}$$

$$z_4 = 3 * h_{\text{л}} = 3 * 1,99 = 5,97 \text{ м}$$

$$z_5 = 4 * h_{\text{л}} = 4 * 1,99 = 7,96 \text{ м}$$

$$z_6 = 5 * h_{\text{л}} = 5 * 1,99 = 9,95 \text{ м}$$

$$z_7 = 6 * h_{\text{л}} = 6 * 1,99 = 11,94 \text{ м}$$

					Расчетная часть	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$z_8 = 7 * h_{\text{л}} = 7 * 1,99 = 13,93 \text{ м}$$

$$z_9 = 8 * h_{\text{л}} = 8 * 1,99 = 15,92 \text{ м}$$

$$P_u^H = 1,29(t_{\text{max}}/37,8)^{0,69} * (V_{\text{ж}}/(V_{\text{гп}} + V_{\text{ж}})^{0,19}) * P_{\text{S38}}, \quad (28)$$

где $V_{\text{гп}}$ - объем газового пространства;

P_{S38} - давление насыщенных паров по Рейду;

Согласно ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия» п. 4.4. таб. 3 ДНС товарной нефти не должно превышать 500 мм.рт.ст.

$$P_{\text{S38}} \leq 66661,1842 \text{ Па (500 мм.рт.ст.)}$$

$$V_{\text{гп}} = (V_{\text{р}} - V_{\text{ж}}) + V_{\text{к}}, \quad (29)$$

Где $V_{\text{к}}$ = объем крыши для резервуара с каркасной конической крышей

$$V_{\text{к}} = V_{\text{кон}} \quad (30)$$

$$\text{где } V_{\text{кон}} = ((\pi * R^2)/3) * H_{\text{кон}} \quad (31)$$

$$H_{\text{кон}} = (R * m) = 12,701 * 0,167 = 2,117 \quad (32)$$

$$V_{\text{к}} = ((3,14159 * 12,701^2)/3) * 2,177 = 357,559 \text{ м}^3 \quad (33)$$

$$V_{\text{гп}} = (9075,945 - 8902,466) + 357,599 = 531,038 \text{ м}^3 \quad (34)$$

$$P_{\text{S38}} = P_{\text{атм}} * e^{[10,53 * (1 - T_{\text{нк}}/T_{\text{38}})]} \quad (35)$$

$$T_{\text{нк}} = 342,15 \text{ К}$$

$$T_{\text{38}} = 273,15 + 37,8 = 310,95 \text{ К} \quad (36)$$

$$P_{\text{S38}} = 101325 * e^{[10,53 * (1 - 342,15/310,95)]} = 35225,75 \text{ Па} \quad (37)$$

$$P_u^H = 1,29(24/37,8)^{0,69} * (8902,466/(531,038 + 8902,466)^{0,19}) * 35225,75 = 32850,77 \text{ Па} \quad (38)$$

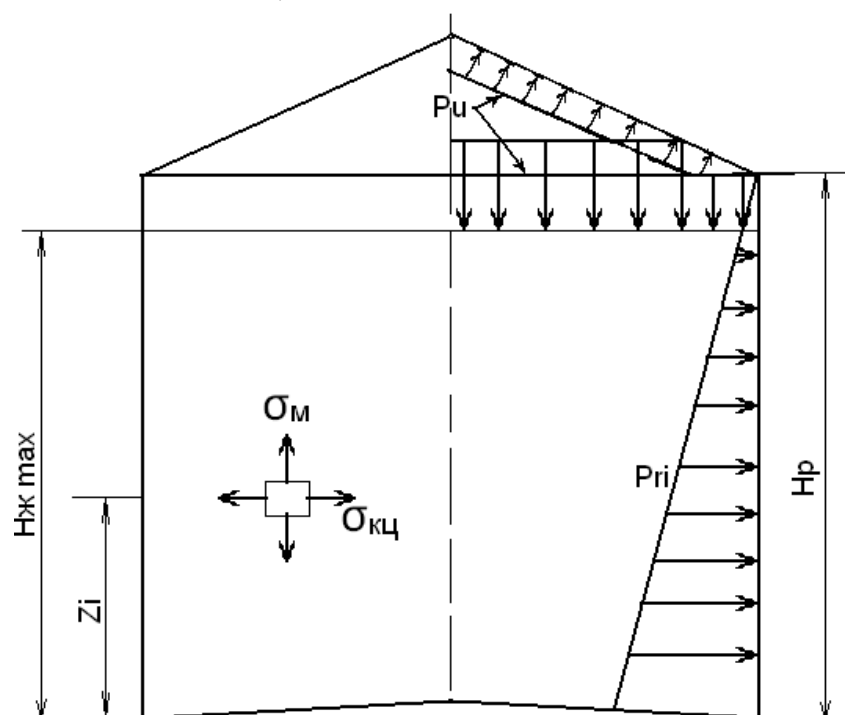


Рис 4.1 Расчетная схема резервуара

					Расчетная часть	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет толщины стенки резервуара производится согласно уравнению Лапласа, которое описывает безмоментное двухосное напряжение состояние тонкостенной оболочки вращения бесконечно малого элемента тонкостенной оболочки вращения под действием осесимметричной нагрузки

$$\frac{\sigma_{\text{кц}}}{R_{\text{кц}}} + \frac{\sigma_{\text{м}}}{R_{\text{м}}} = \frac{P_i}{t_i} \quad (39)$$

Где $\sigma_{\text{кц}}$ - кольцевое растягивающее напряжение действующее в стенке резервуара,

$\sigma_{\text{м}}$ - меридиональное растягивающее напряжение действующее в стенке резервуара,

P_i — осесимметричная нагрузка, действующая по нормам Кт.с., расположенном в i -том поясе резервуара

t_i — толщина i -того пояса.

Для цилиндрических поверхностей $R_{\text{кц}} = R_{\text{ср}}$ (внутренний R резервуара по 1 поясу) $R_{\text{м}} = \infty$

P_u — избыточное давление,

P_{ri} — гидростатическое давление i -ого пояса

$$P_{\Sigma i} = P_{ri} + P_u \quad (40)$$

$$P_i = n_r * \rho_{\text{ж}} * g * (H_{\text{ж}} - Z_i) \quad (41)$$

$$P_u = n_u * P_u^H \quad (42)$$

$$\text{Для цилиндра: } \sigma_{\text{ку}} = \frac{P * R_{\text{ср}}}{t} \quad (43)$$

$$\sigma_{\text{м}} = \frac{P * R_{\text{ср}}}{2 * t} \quad (44)$$

$\frac{t}{R_{\text{ср}}} \leq 0,05$ где t - толщина стенки.

$$\sigma_{\text{кц}} = \frac{P_i * R_p}{t_i} \leq \gamma_c * R_{wy} \quad (45)$$

$$t_{\Sigma i} = \frac{P_i * R_p}{\gamma_c * R_{wy}} \quad (46)$$

Так как $\sigma_{\text{кц}}$ в 2 раза больше $\sigma_{\text{м}}$, то она и определяет условие прочности.

Расчет толщины стенки по условиям эксплуатации

$$t_{\Sigma i} = \frac{n_2 * \rho_{\text{ж}} * g * (H_{\text{max}} - z_i) + n_u * P_u^H}{\gamma_c * R_{wy}} * R_p \quad (47)$$

$$t_{\Sigma 1} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 0,3) + 1,2 * 32850,77}{0,7 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,01258 \text{ м}$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$t_{92} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 1,99) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,01015_m$$

$$t_{93} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 3,98) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,009142_m$$

$$t_{94} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 5,97) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,008136_m$$

$$t_{95} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 7,98) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,007130_m$$

$$t_{96} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 9,95) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,006124_m$$

$$t_{97} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 11,94) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,005118_m$$

$$t_{98} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 13,93) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,004111_m$$

$$t_{99} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 15,92) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 365,854 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,003105_m$$

Согласно п.9 ПБ 03-605-03 резервуары объемом менее 40000м³ выдерживаются не менее 72 часа до верхней проектной отметки.

Расчет толщины стенки по условиям гидроиспытания.

$$t_{gi} = \frac{n_z * \rho_s * g * (H_{max} - z_i)}{\gamma_c * R_{wy}} * R_p \quad (48)$$

$$t_{g1} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 0,3)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,00978_m$$

$$t_{g2} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 1,99)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,009021_m$$

$$t_{g3} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 3,98)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,008127_m$$

$$t_{g4} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 5,97)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,007232_m$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$t_{g5} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 7,96)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,006338_m$$

$$t_{g6} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 9,95)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,005443_m$$

$$t_{g7} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 11,94)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,004549_m$$

$$t_{g8} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 13,93)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,003655_m$$

$$t_{g9} = \frac{1,05 * 1000 * 9,80665 * (17,61 - 15,92)}{0,9 * 365,854 * 10^6} * 12,071 = 0,002760_m$$

D _p , м	D _p <25	D _p <35	D _p ≥35
t _к , мм	9	10	11

Как видно из представленной таблицы в нашем случае t_к будет равно 10мм.

$$\Delta + c = 0,0003 + 0,00061 = 0,00091_m$$

№ _{пояса}	t _{эi}	t _{gi}	t _к	max{ t _{эi} , t _{gi} , t _к }	Δ+c	t _{max} +(Δ+c)	t _н
1	12,58	9,78	10	12,58	0,91	13,49	14
2	10,15	9,02	10	10,15	0,91	11,06	12
3	9,14	8,13	10	10	0,91	10,91	11
4	8,14	7,23	10	10	0,91	10,91	11
5	7,13	6,34	10	10	0,91	10,91	11
6	6,12	5,44	10	10	0,91	10,91	11
7	5,12	4,55	10	10	0,91	10,91	11
8	4,11	3,66	10	10	0,91	10,91	11
9	3,11	2,76	10	10	0,91	10,91	11

$$t_{э1} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 0,3) + 1,2 * 32850,77}{0,7 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,01405_m$$

$$t_{э2} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 1,99) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,01134_m$$

$$t_{э3} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 3,98) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,01022_m$$

$$t_{э4} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 7,96) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,009093_m$$

$$t_{95} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 7,98) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,007969_m$$

$$t_{96} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 9,95) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,006844_m$$

$$t_{97} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 11,94) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,00572_m$$

$$t_{98} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 13,93) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,004595_m$$

$$t_{99} = \frac{1,05 * 860 * 9,80665 * (17,61 - 15,92) + 1,2 * 32850,77}{0,8 * 248,78 * 10^6} * 12,701$$

$$= 0,003471_m$$

№ пояса	t _{эi}	t _{gi}	t _к	max{ t _{эi} , t _{gi} , t _к }	Δ+c	t _{max} +(Δ+c)	t _н	сталь
1	12,58	9,78	10	12,58	0,91	13,49	14	285
2	10,15	9,02	10	10,15	0,91	11,06	12	285
3	9,14	8,13	10	10	0,91	10,91	11	285
4	9,09	7,23	10	10	0,91	10,91	11	255
5	7,97	6,34	10	10	0,91	10,91	11	255
6	6,84	5,44	10	10	0,91	10,91	11	255
7	5,72	4,55	10	10	0,91	10,91	11	255
8	4,6	3,66	10	10	0,91	10,91	11	255
9	3,47	2,76	10	10	0,91	10,91	11	255

Далее осуществляем проверочный расчет на прочность для каждого пояса резервуара, расчет производится не для номинальной, а для расчетной толщины стенки.

$$t_{pi} = t_{номi} - [\Delta] - c \quad (49)$$

$$t_{p1} = 14 - [0,61] - 0,3 = 13,09$$

$$t_{p2} = 12 - [0,61] - 0,3 = 11,09$$

$$t_{p3} = 11 - [0,61] - 0,3 = 10,09$$

$$t_{p4} = 11 - [0,61] - 0,3 = 10,90$$

$$t_{p5} = 11 - [0,61] - 0,3 = 10,90$$

$$t_{p6} = 11 - [0,61] - 0,3 = 10,90$$

$$t_{p7} = 11 - [0,61] - 0,3 = 10,90$$

$$t_{p8} = 11 - [0,61] - 0,3 = 10,90$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

$$t_{p9} = 11 - [0,61] - 0,3 = 10,90$$

$$\sqrt[2]{\sigma_{\kappa i}^2 + \sigma_{\kappa i} * \sigma_{m i} + \sigma_{m i}^2} \leq R_{wy} * \gamma_c / \gamma_n \quad (50)$$

Где σ_m – меридиональное кольцевое напряжение

γ_n – коэффициент по назначению резервуаров.

Для резервуаров $5000 < V < 10000 \text{ м}^3$ принять равным 1,05. (ПБ 03-605-03)

$$\sigma_{\kappa i} = (P_{zi} + P_u) * \frac{R_p}{t_{pi}} \quad (51)$$

Где P_z – гидростатическое давление

$$P_z = n_z * \rho_{tmin} * g * (H_{ж} - z_i) \quad (52)$$

$$\rho_{tmin} = \rho_{20} - \xi_t * (t_{min} - 20) \quad (53)$$

Где ξ_t – температурная поправка на плотность нефти

$\xi_t = 0,686 \text{ кг/м}^3 \text{ } ^\circ \text{C}$ – по ГОСТ 3900-85: «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности»

$$\rho_{tmin} = 860 - 0,686 * (4 - 20) = 870,974 \text{ кг/м}^3 \quad (54)$$

$$P_{r1} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (17,61 - 0,3) = 155243,43 \text{ Па}$$

$$P_{r2} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (17,61 - 1,99) = 140086,79 \text{ Па}$$

$$P_{r3} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (217,61 - 3,98) = 122239,63 \text{ Па}$$

$$P_{r4} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (17,61 - 7,96) = 104392,5 \text{ Па}$$

$$P_{r5} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (17,61 - 7,96) = 86545,30 \text{ Па}$$

$$P_{r6} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (17,61 - 9,95) = 68698,13 \text{ Па}$$

$$P_{r7} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (17,61 - 11,94) = 50850,97 \text{ Па}$$

$$P_{r8} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (17,61 - 13,93) = 33003,80 \text{ Па}$$

$$P_{r9} = 1,05 * 870,974 * 9,80665 * (17,61 - 15,92) = 15156,64 \text{ Па}$$

$$\sigma_{\kappa 1} = (155243,43 + 32850,77) * \frac{19,051}{13,09 * 10^{-3}} = 182,498 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\kappa 2} = (140086,79 + 32850,77) * \frac{19,051}{11,09 * 10^{-3}} = 198,053 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\kappa 3} = (122239,63 + 32850,77) * \frac{5,2346}{10,09 * 10^{-3}} = 195,217 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\kappa 4} = (104392,5 + 32850,77) * \frac{19,051}{10,09 * 10^{-3}} = 172,752 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\kappa 5} = (86545,30 + 32850,77) * \frac{19,051}{10,09 * 10^{-3}} = 150,287 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\kappa 6} = (68698,13 + 32850,77) * \frac{19,051}{10,09 * 10^{-3}} = 127,823 \text{ МПа}$$

					Расчетная часть	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sigma_{\text{кц}7} = (50850,97 + 32850,77) * \frac{19,051}{10,09 * 10^{-3}} = 105,358 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{кц}8} = (33003,80 + 32850,77) * \frac{19,051}{10,09 * 10^{-3}} = 82,893 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{кц}9} = (15156,64 + 32850,77) * \frac{19,051}{10,09 * 10^{-3}} = 60,428 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}i} = 0,5 * \sigma_{\text{кц}i} \quad (55)$$

$$\sigma_{\text{м}1} = 0,5 * 182,498 = 91,249 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}2} = 0,5 * 198,053 = 99,026 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}3} = 0,5 * 195,217 = 97,608 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}4} = 0,5 * 172,752 = 86,376 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}5} = 0,5 * 150,287 = 75,144 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}6} = 0,5 * 127,823 = 63,911 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}7} = 0,5 * 105,358 = 52,697 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}8} = 0,5 * 82,893 = 41,447 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}9} = 0,5 * 60,428 = 30,214 \text{ МПа}$$

$$1 \text{ пояс } |\sqrt[2]{182,498^2 - 182,498 * 91,249 + 91,249^2} \leq 278,049 * 0,7/1,05|$$

$$158,048 \leq 194,634$$

$$2 \text{ пояс } |\sqrt[2]{198,053^2 - 198,053 * 99,026 + 99,026^2} \leq 278,049 * 0,8/1,05|$$

$$171,519 \leq 222,439$$

$$3 \text{ пояс } |\sqrt[2]{195,217^2 - 195,217 * 97,608 + 97,608^2} \leq 278,049 * 0,8/1,05|$$

$$169,063 \leq 222,439$$

$$4 \text{ пояс } |\sqrt[2]{172,752^2 - 172,752 * 86,376 + 86,376^2} \leq 248,78 * 0,8/1,05|$$

$$149,608 \leq 199,024$$

$$5 \text{ пояс } |\sqrt[2]{150,287^2 - 150,287 * 75,144 + 75,144^2} \leq 248,78 * 0,8/1,05|$$

$$130,153 \leq 199,024$$

$$6 \text{ пояс } |\sqrt[2]{127,823^2 - 127,823 * 63,911 + 63,911^2} \leq 248,78 * 0,8/1,05|$$

$$110,698 \leq 199,024$$

$$7 \text{ пояс } |\sqrt[2]{105,358^2 - 105,358 * 52,697 + 52,697^2} \leq 248,78 * 0,8/1,05|$$

$$91,243 \leq 199,024$$

$$8 \text{ пояс } |\sqrt[2]{82,893^2 - 82,893 * 41,447 + 41,447^2} \leq 248,78 * 0,8/1,05|$$

$$71,787 \leq 199,024$$

					Расчетная часть	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$9 \text{ пояс } \sqrt[2]{60,428^2 - 60,428 * 30,214 + 30,214^2} \leq 248,78 * 0,8/1,05|$$

$$52,332 \leq 199,024$$

№ пояса	$\sigma_{\text{кц}}, \text{МПа}$	$\sigma_{\text{м}}, \text{МПа}$	Расчетное напряжение, МПа	Допустимое напряжение, МПа
1	182,498	91,249	158,048	194,634
2	198,053	99,026	171,519	222,439
3	195,217	97,608	169,063	222,439
4	172,752	86,376	149,608	199,024
5	150,287	75,144	130,153	199,024
6	127,823	63,911	110,698	199,024
7	105,358	52,697	91,243	199,024
8	82,893	41,447	71,787	199,024
9	60,428	30,214	52,332	199,024

Необходимая прочность резервуара обеспечена.

Сварные швы должны удовлетворять требованиям:

Наплавленный валик должен заходить на основной металл с обеих сторон на 1,5...2мм, а его высота должна быть 1...2мм.

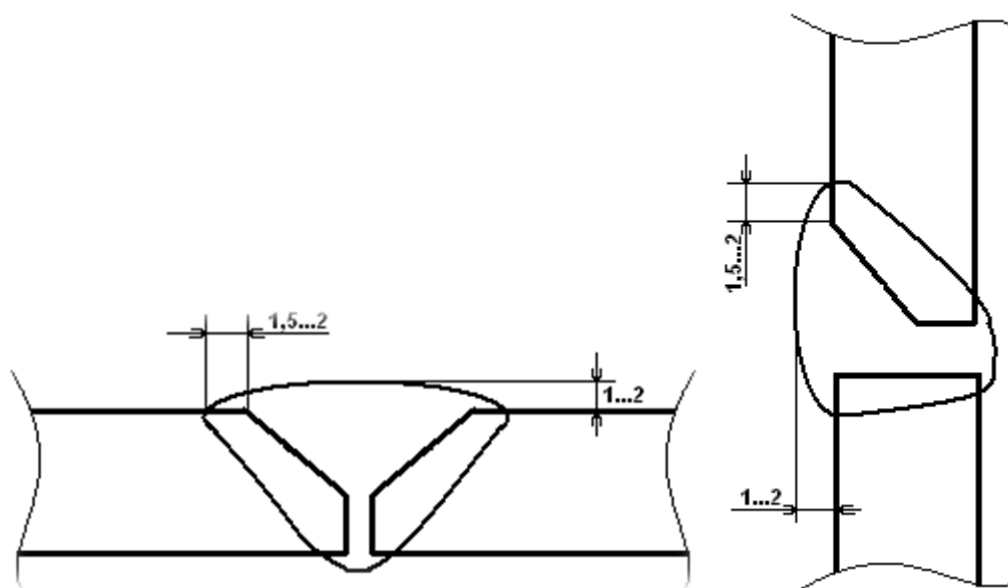


Рис 4.2 Выполнение сварки

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1. Расчет расхода сварочных материалов и времени сварки

Для расчета времени сварки необходимо знать общую протяженность сварных швов и скорость сварки.

Расчет времени сварки можно произвести по формуле:

$$t = S / V_{\text{св}}, \quad (56)$$

где S – общая протяженность сварных швов, м;

$V_{\text{св}}$ – скорость сварки, м/ч.

Протяженность сварных швов определяется по следующей формуле:

$$S = S_{\text{гориз}} + S_{\text{верт}}, \quad (57)$$

где $S_{\text{гориз}}$ – общая протяженность горизонтальных сварных швов, м;

$S_{\text{верт}}$ – общая протяженность вертикальных швов, м.

Общая протяженность горизонтальных и вертикальных сварных швов определяется из условия того, что для сварки каждого пояса резервуара необходимо 9 листов размером 2х8 м. Следовательно, протяженность горизонтальных и вертикальных сварных швов для I пояса составляет:

$$S_{\text{горизI}} = 9 \cdot 8 = 72 \text{ (м)},$$

$$S_{\text{вертI}} = 9 \cdot 2 = 18 \text{ (м)}.$$

Общая протяженность сварных швов составит:

$$S_{\text{I}} = 72 + 18 = 90 \text{ (м)}.$$

Расчет эксплуатационных затрат:

- 1) с применением механизированной сварки;
- 2) с применением ручной дуговой сварки - (РДС).

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Клюев Г.В.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Лунева Е.Е.								72	99
Консульт.								ТПУ ТХНГ гр. 3-2Т01			
Зав. Каф.		Рудаченко									

5.2. Расчет эксплуатационных затрат с применением механизированной сварки

Скорость сварки для каждого пояса резервуара определяется, исходя из таблицы 5.1.

Таблица 5.1

Сводная таблица основных параметров сварки для каждого пояса резервуара

№ пояса	$I_{\text{св}}$	$U_{\text{д}}$	$V_{\text{св}}$	$V_{\text{пэл}}$	q_n
	А	В	м/ч	м/ч	Дж/см
I	140	$26,4 \pm 1$	5,07	149,4	20970
II			5,55		19200
III			6,76		15728
IV-X			8,09		13141

Для I пояса резервуара значение скорости сварки равно 5,07 м/ч. Следовательно, время сварки I пояса резервуара составит:

$$t_1 = \frac{90}{5,07} = 17,75 \text{ (ч)}.$$

Расход сварочной проволоки определяется по формуле:

$$C = V_{\text{пэл}} \cdot t \cdot K_p, \quad (58)$$

где $V_{\text{пэл}}$ – скорость подачи электродной проволоки, м/ч.

K_p – коэффициент расхода сварочной проволоки; $K_p=1,15$;

t – время сварки, ч.

Скорость подачи электродной проволоки определяется, исходя из таблицы 5.1. Данный параметр остается на всем протяжении сварочного процесса и равен 149,4 м/ч. Следовательно, расход сварочной проволоки для I пояса резервуара будет равен:

$$C_1 = 149,4 \cdot 17,75 \cdot 1,15 = 3050 \text{ (м)}.$$

Необходимо произвести пересчет расхода сварочной проволоки из метров в килограммы по формуле:

$$m = V \cdot \rho = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot C \cdot \rho, \quad (59)$$

где $d_э$ – диаметр электрода ($d_э=0,0012$ м);

ρ – плотность материала электрода ($\rho=7790$ кг/м³);

C – расход сварочной проволоки, м.

$$m_1 = \frac{3,14 \cdot 0,0012^2}{4} \cdot 3050 \cdot 7790 = 26,86 \text{ (кг)}.$$

Расход углекислого газа определяется из условия того, что для производства сварки сварочной проволокой диаметром 1,2 мм расход углекислого газа составляет 12 л/мин или 720 л/ч. Расход углекислоты определяется по формуле:

$$D = 720 \cdot t, \quad (60)$$

где t - время сварки, ч.

Для I пояса резервуара расход углекислого газа будет равен:

$$D_1 = 720 \cdot 17,75 = 12780 \text{ (л)}.$$

Расчет времени сварки II пояса будет аналогичен расчету для I пояса резервуара. В расчете изменится только скорость сварки, которая берется из таблицы 10. По формуле (56) рассчитываем время сварки:

$$t_2 = \frac{90}{5,55} = 16,22 \text{ (ч)}.$$

Расход сварочной проволоки определяется по формуле (58):

$$C_2 = 149,4 \cdot 16,22 \cdot 1,15 = 2787 \text{ (м)}.$$

Необходимо произвести пересчет расхода сварочной проволоки из метров в килограммы по формуле (59):

$$m_2 = \frac{3,14 \cdot 0,0012^2}{4} \cdot 2787 \cdot 7790 = 24,55 \text{ (кг)}.$$

Для II пояса резервуара расход углекислого газа определяется из формулы (60):

$$D_2 = 720 \cdot 16,22 = 11678 \text{ (л)}.$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет времени сварки III пояса будет аналогичен расчету для I пояса резервуара. В расчете изменится только скорость сварки, которая берется из таблицы 5.1. По формуле (56) рассчитываем время сварки:

$$t_3 = \frac{90}{6,76} = 13,31 \text{ (ч)}.$$

Расход сварочной проволоки определяется по формуле (58):

$$C_3 = 149,4 \cdot 13,31 \cdot 1,15 = 2287 \text{ (м)}.$$

Необходимо произвести пересчет расхода сварочной проволоки из метров в килограммы по формуле (59):

$$m_3 = \frac{3,14 \cdot 0,0012^2}{4} \cdot 2287 \cdot 7790 = 20,13 \text{ (кг)}.$$

Для III пояса резервуара расход углекислого газа определяется из формулы (60):

$$D_3 = 720 \cdot 13,31 = 9583 \text{ (л)}.$$

Расчет времени сварки IV-X поясов резервуара будет аналогичен расчету для I пояса резервуара. В расчете изменится только скорость сварки, которая берется из таблицы 10. По формуле (56) рассчитываем время сварки:

$$t_4 = t_5 = t_6 = t_7 = t_8 = t_9 = t_{10} = \frac{90}{8,09} = 11,12 \text{ (ч)}.$$

Расход сварочной проволоки определяется по формуле (58):

$$C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = C_8 = C_9 = C_{10} = 149,4 \cdot 11,12 \cdot 1,15 = 1910 \text{ (м)}.$$

Необходимо произвести пересчет расхода сварочной проволоки из метров в килограммы по формуле (59):

$$m_4 = m_5 = m_6 = m_7 = m_8 = m_9 = m_{10} = \frac{3,14 \cdot 0,0012^2}{4} \cdot 1910 \cdot 7790 = 16,82 \text{ (кг)}.$$

Для IV-X поясов резервуара расход углекислого газа определяется из формулы (60):

$$D_4 = D_5 = D_6 = D_7 = D_8 = D_9 = D_{10} = 720 \cdot 11,12 = 8006 \text{ (л)}.$$

Общее время сварки будет равно сумме времени сварки каждого пояса резервуара и определяется по формуле:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} \quad (61)$$

$$t = 17,75 + 16,22 + 13,31 + 11,12 + 11,12 + 11,12 + 11,12 + 11,12 + 11,12 + 11,12 + 11,12 = 125,12 \text{ (ч)}.$$

Общий расход сварочной проволоки определяется по формуле:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7 + m_8 + m_9 + m_{10}, \quad (62)$$

$$m = 26,86 + 24,55 + 20,13 + 16,82 + 16,82 + 16,82 + 16,82 + 16,82 + 16,82 + 16,82 = 189,28 \text{ (кг)}.$$

Общий расход углекислого газа определяется по формуле:

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6 + D_7 + D_8 + D_9 + D_{10}, \quad (63)$$

$$D = 12780 + 11678 + 9583 + 8006 + 8006 + 8006 + 8006 + 8006 + 8006 + 8006 + 8006 = 90083 \text{ (л)}.$$

Так как в баллонах находится углекислота, то необходимо пересчитать расход газа. Из 1 л углекислоты получается 315 л углекислого газа. Соответственно, количество углекислоты, необходимой для сварки, составит:

$$g = \frac{90083}{315} = 285,98 \text{ (л)}.$$

Все расчеты проведены для сварки с одной стороны, а так как сварка двусторонняя, то необходимо в 2 раза больше сварочной проволоки и углекислого газа:

$$M = 2 \cdot 189,28 = 378,56 \text{ (кг)};$$

$$G = 2 \cdot 285,98 = 571,96 \text{ (л)}.$$

5.3. Расчет эксплуатационных затрат с применением ручной дуговой сварки

При использовании ручной дуговой сварки расход электродов определяется по формуле:

$$L_{\text{э}} = K_p \cdot G_{\text{н}}, \quad (64)$$

где K_p – коэффициент расхода электродов на один килограмм наплавленного металла. Для электродов LB – 52U он равен: $K_p = 1,6$.

$G_{\text{н}}$ – масса наплавленного металла, которую определим по формуле:

$$G_{\text{н}} = V \cdot \gamma, \quad (65)$$

где V – объем наплавленного металла;

γ – плотность металла; $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Объем наплавленного металла определяется по формуле:

$$V = (F_{\text{н1}} \cdot S_1) + (F_{\text{н2}} \cdot S_2) + (F_{\text{н3}} \cdot S_3) + (F_{\text{н4}} \cdot S_4) + (F_{\text{н5}} \cdot S_5) + (F_{\text{н6}} \cdot S_6) + (F_{\text{н7}} \cdot S_7) + (F_{\text{н8}} \cdot S_8) + (F_{\text{н9}} \cdot S_9) + (F_{\text{н10}} \cdot S_{10}), \quad (66)$$

где $F_{\text{н}}$ – площадь наплавленного металла пояса, см^2 ;

S – длина сварных швов пояса, м.

Следовательно:

$$\begin{aligned} V &= (0,3 \cdot 10800) + (0,274 \cdot 18000) + (0,225 \cdot 18000) + (0,188 \cdot 18000) \\ &\quad + (0,188 \cdot 18000) + (0,188 \cdot 18000) + (0,188 \cdot 18000) \\ &\quad + (0,188 \cdot 18000) + (0,188 \cdot 18000) + (0,188 \cdot 18000) = \\ &= 35910 (\text{см}^3). \end{aligned}$$

Таким образом:

$$L_{\text{э}} = 1,6 \cdot 35910 \cdot 7,8 = 448156,8 (\text{г}) = 448,16 (\text{кг}).$$

Таблица 5.2.

Стоимость материалов на проведение мероприятия

№ п/п	Материал	Цена, руб/т	Вес одного листа, т	Количество	Сумма, руб
1	Лист горячекатаный 9.0, 17ГС	27 020	1,123	9	273 092
2	Лист горячекатаный 8.0, 17ГС	21 000	0,998	9	188 622
3	Лист горячекатаный 7.0, 17ГС	21 000	0,874	9	165 186
4	Лист горячекатаный 6.0, 17ГС	21 000	0,749	9	141 561
5	Лист горячекатаный 5.0, 17ГС	18 000	0,624	54	606 528
ИТОГО:					1 374 988

Разница расходов на проведение мероприятия двумя способами сварки будет заключаться в разнице затрат на расходные материалы (в первом способе: сварочная проволока и углекислота, а во втором: электроды), цены которых представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3.

Стоимость расходных материалов при проведении мероприятия двумя способами сварки

Наименование материалов		Метод сварки:					
		механизированная сварка			ручная дуговая сварка		
		Кол-во, кг.	Цена, руб.	Сумма, руб.	Кол-во, кг.	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	Электроды				448,16	170	76 187
2	Кассета со сварочной проволокой (15 кг)	378,56	1 320	34 320			
3	Углекислота в баллоне (V=40 л)	571,96	1 300	19 500			
Итого:				52 909			76 187

Из таблицы следует, что использование механизированной сварки выгоднее с экономической точки зрения на 22 367 руб.

5.4. Расчет времени на проведение мероприятия

Определим нормы времени для механизированной сварки в среде углекислого газа. Время на проведение мероприятия включает в себя основное время выполнения проходов механизированной сваркой в среде углекислого газа, а также вспомогательное время, которое необходимо для подготовки кромок сварного соединения и их последующую обработку.

Основное время, рассчитанное в п. 5.2. равно 125,12 ч.

Вспомогательное время приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4.

Вспомогательное время на выполнение мероприятия

Операция	Время, мин	Общее время, час
Разделка кромок плазморезами	15	14
Последующая обработка кромок шлифовальными машинами	30	27
Предварительный подогрев	20	18
Приварка «ушей», монтаж листов, фиксация	40	36
Смена кассеты со сварочной проволокой	3	1
Шлифовка облицовочного шва	40	36
Другие операции	10	9
Итого:	158	141

Так как основные и вспомогательные операции могут выполняться одновременно, то общее время на мероприятие будет равно наибольшему значению из этих двух времен. Так как время вспомогательных операций больше, чем время основных, то общее время на выполнение мероприятия будет равно:

$$T = 141 \text{ (ч)}.$$

5.5. Расчет затрат на оплату труда

К расходам на оплату труда относятся:

➤ суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции

(работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда;

➤ надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др.

Таблица 5.5.

Расчет заработной платы

Профессия	Разряд	Количество рабочих в бригаде		Тарифная ставка, руб./час	Время на проведение мероприятия, ч.		Тарифный фонд ЗП, тыс.руб.		Сев. и рай. коэф. 50%+60%		Заработная плата с учетом надбавок, тыс. руб.	
		Мех.	РДС		Мех.	РДС	Мех.	РДС	Мех.	РДС	Мех.	РДС
Мастер	8	1	1	108	141	200	15,23	21,60	16,75	23,76	31,98	45,36
Монтажник	4	2	2	54	141	200	15,23	21,60	16,75	23,76	31,98	45,36
Электросварщик	5	2	2	96	82	115	15,75	22,08	17,32	24,29	33,06	46,37
Электросварщик	3	1	1	60	36	50	2,16	3,00	2,38	3,30	4,54	6,30
Газорезчик	5	2	2	78	14	20	2,18	3,12	2,40	3,43	4,59	6,55
Слесарь	5	2	2	66	141	200	9,31	13,20	10,24	14,52	19,54	27,72
Итого		10	10		141	200	59,85	84,60	65,84	93,06	125,69	177,66

5.6. Страховые взносы

Отчисления на социальные нужды определяются суммой единого социального налога по установленным законодательством нормам в процентах от расходов на оплату труда (30,5%).

Зная общий фонд заработной платы, рассчитаем величину страховых взносов. Для механизированной сварки эта величина равна:

$$N_1 = 125\,685 \cdot \frac{30,5}{100} = 38\,334 \text{ (руб.)}$$

Для ручной дуговой сварки величина страховых взносов равна:

$$N_2 = 177\,660 \cdot \frac{30,5}{100} = 54\,186 \text{ (руб.)}.$$

5.7. Затраты на проведение мероприятия

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия (Таблица 5.6.).

Таблица 5.6.

Затраты на проведение организационно-технического мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.	
	Механ. сварка	РДС
Материальные затраты	1 427 897	1 451 175
Оплата труда	125 685	177 660
Страховые взносы	38 334	54 186
Всего затрат:	1 591 916	1 683 021

Таблица 5.7.

Сравнение эксплуатационных затрат с применением двух различных видов сварки

	Расходы времени, ч	Сумма затрат, руб
Механизированная сварка	141	1 591 916
Ручная дуговая сварка	200	1 683 021

Затраты на сварку стенки резервуара объемом 10000 м³ механизированным способом составляют 1 591 916 руб., что на 91 105 руб. меньше, чем при ручной дуговой сварке.

Экономический расчет показал что переход к механическому методу сварки позволил снизить затраты и количество времени на проведение работ по сооружению стенки резервуара.

6. Социальная ответственность

Данный раздел включает в себя анализ технологического процесса сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³ с учетом возможности появления, каких либо опасных и вредных факторов, а также их воздействия на работающих. Определены планы мероприятий по технике безопасности и производственной санитарии, направленные на снижение или устранение опасных факторов. Описаны мероприятия по противопожарной профилактике и охране окружающей среды.

6.1. Производственная безопасность при сварке резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

При проведении работ присутствуют опасные и вредные производственные факторы, которые могут привести к ухудшению состояния здоровья или смерти рабочих, поэтому необходимо предусматривать мероприятия для защиты от них.

6.1.1. Анализ вредных производственных факторов

Вредными производственными факторами называются факторы, которые могут оказать отрицательное влияние на работоспособность или вызвать профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия в организме человека.

Климатические условия в зоне проведения сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

Микроклимат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность радиационного излучения солнца, величину атмосферного давления.

					Контроль качества сварных соединений резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м ³		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Клюев Г.В.				Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.	Лунева Е.Е.						82
Консульт							Листов
Зав. Каф.	Рудаченко						99
					ТПУ ТХНГ зр. 3-2Т01		

При выполнении работ обслуживающему персоналу приходится работать при воздействии солнечных лучей, сильном ветре, при атмосферных осадках, в условиях низких и высоких температур от минус 30°С до плюс 40°С.

Профилактика перегрева осуществляется организацией рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом. От перегрева головного мозга предусматривают головные уборы, средства индивидуальной защиты.

Повышенная запыленность и загазованность воздуха в рабочей зоне сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

Перед началом работ переносным газоанализатором АНТ–2М проверяется уровень загазованности воздушной среды. При этом загазованность не должна превышать предельно-допустимой концентрации по санитарным нормам согласно таблице 6.1. Работа разрешается только после устранения опасных условий. В процессе работы следует периодически контролировать загазованность, а в случае необходимости - обеспечить принудительную вентиляцию.

Таблица 6.1.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Вещества	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³
Бензин – растворитель (в пересчете на углерод)	300
Керосин (в пересчете на углерод)	300
Сероводород в смеси с углеводородами C ₁ – C ₅	3
Углеводороды C ₁ – C ₁₀	300
Стирол	5
Перексидметилэтилкетона	5
Аэросил	1
Дибутилфталат	0,5
Метилэтилкетон	0,2

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Диметиланилин	0,003
Перексид изопропилбензола	0,02
Ненасыщенная полиэфирная смола	6
Хлористый бензол	0,005
Амиловый спирт	0,002

В зависимости от содержания кислорода в воздухе применяются следующие противогазы:

- Фильтрующие - при содержании кислорода в воздухе свыше 19 %. Обслуживающий персонал установки обеспечивается противогазами с марками коробок БКФ, возможно применение коробок марки «А».
- Шланговые - применяются при содержании кислорода в воздухе менее 20 % при наличии в воздухе больших концентраций вредных газов (свыше 0,5 % об.). Применение шланговых противогазов обязательно при проведении работ внутри аппаратов, резервуаров и другой аналогичной закрытой аппаратуры.

Защита органов зрения осуществляется с помощью различных предохранительных очков. Защита органов дыхания обеспечивается применением различного рода респираторов и противогазов. Респираторы служат для защиты легких человека от воздействия взвешенной в воздухе пыли, противогазы - для защиты от газов и вредных паров.

Повышенный уровень шума в рабочей зоне сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

Источниками шума являются звуки, производимые работающими механизмами и агрегатами (звуки работающей строительной техники).

Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и на нервную систему.

По санитарным нормам, допустимым уровнем шума, который не наносит вреда слуху даже при длительном воздействии на слуховой аппарат, принято считать: 55 децибел (дБ) в дневное время и 40 децибел (дБ) ночью.

					Социальная ответственность	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Эквивалентный уровень звука непостоянного шума — уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет то же самое среднеквадратичное звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение определенного интервала времени.

Основные методы борьбы с шумом:

- снижение шума в источнике (применение звукоизолирующих средств);
- снижение шума на пути распространения звука;
- средства индивидуальной защиты (СИЗ): наушники;
- соблюдение режима труда и отдыха.
- использование средств автоматики для управления технологическими процессами.

Ионизирующее излучение

Из применяемых средств контроля особую опасность представляют рентгеновские и гамма-лучи. Рентгеновские и гамма-лучи опасны для человека при продолжительном облучении и большой дозе. Предельно допустимая доза, которая не вызывает необратимых изменений в организме даже при продолжительном воздействии, равна $0,44 \times 10^{-4}$ Кл/кг (0,017 рентгена).

Меры безопасности, снижающие дозу облучения на рабочем месте: введение промежуточной защитной среды между препаратом и обслуживающим персоналом, сокращение продолжительности работы и дистанционное управление. Радиоактивные источники устанавливают в специальные контейнеры, а рентгеновские трубки помещают в защитные кожухи. Материалом для защитной среды служит свинец. Применяются также баритобетон, бетон, свинцовое стекло.

Лаборатории, использующие рентгено- и гамма-дефектоскопы для контроля сварных соединений, должны иметь приборы, измеряющие интенсивность рентгеновских и гамма-лучей. Для общего контроля применяют дозиметр с ионизационной камерой ДКЗ, для индивидуального контроля — карманные дозиметры. Кроме контроля облучения обслуживающий персонал

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

лаборатории периодически проходит медицинское обследование.

6.1.2. Анализ опасных производственных факторов

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибели человека.

Сварочное оборудование, предназначенное для сварки под флюсом на стационарных постах, должно иметь:

- а) приспособление для механизированной засыпки флюса в сварочную ванну;
- б) флюсоотсос с бункером - накопителем и фильтром (при возврате воздуха в помещение) для уборки использованного флюса со шва.

Стационарные установки для электродуговой сварки флюсом должны быть оснащены местными отсосами. Отсосы должны быть расположены непосредственно у места сварки (на расстоянии не более 40 мм от зоны дуги в сторону формирования шва). Рекомендуется применять отсосы щелевидной формы.

Скорость воздушного потока должна быть 4 - 9 м/сек. в зависимости от требуемого объема отсасываемого воздуха. Стационарные установки для сварки под слоем флюса должны быть обеспечены механизированными устройствами для очистки шва от шлаковой корки с одновременным его сбором. Ручная уборка флюса (в респираторе) допускается только в случаях, когда применение флюсоотсосов не представляется возможным.

В системе сбора и подачи флюса должна быть предусмотрена очистка выбрасываемого воздуха от пыли и газов. При засыпке флюса в бункер автомата должны быть приняты меры по защите работающего и окружающих рабочих мест от запыления.

Для предупреждения повышенного выделения аэрозоля газов, применяющихся при механизированной и автоматической сварке, флюс

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

должен быть сухим, не загрязненным посторонними веществами (смазывающими маслами, осколками флюсовой корки и т.д.).

При сварке под флюсом автоматами, передвигающимися по рельсовому пути, должны быть обеспечены надежность и правильность закрепления рельсового пути на изделии или на стенде, а также надежность крепления обратных и боковых роликов ходового механизма.

Рабочие места сварщиков при сварке труб и других крупногабаритных конструкций должны быть оборудованы специальными кабинами с подачей приточного воздуха, тепло - и звукоизоляцией наружных поверхностей и пультом управления сварочным процессом

Движущиеся машины и механизмы в рабочей зоне проведения сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

При строительстве трубопровода возможность получения механических травм очень высока. Повреждения могут быть разной тяжести вплоть до летального исхода, так как работа ведется с объектами большого веса (строительная техника, строительные сооружения). Для предотвращения повреждений необходимо соблюдать технику безопасности.

Мероприятия по обеспечению охраны труда, техники безопасности при проведении подготовительных и основных работ – организационные и технические меры по обеспечению безопасности, осуществляемые при подготовке объекта к проведению работ, применяемые средства коллективной и индивидуальной защиты, режим проведения работ, а также по оборудованию мест отдыха, приема пищи и санитарно – гигиенических норм.

До начала работ:

1) оформить наряд – допуск на проведение газоопасных, огневых работ и работ повышенной опасности.

2) провести внеочередной инструктаж всем членам бригады по безопасным методам и приёмам ведения газоопасных, огневых работ и работ повышенной опасности, а также по правилам поведения во взрыво- и

					Социальная ответственность	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

пожароопасной обстановке и других опасных условиях и обстоятельствах с росписью в Журнале инструктажей на рабочем месте и наряде-допуске.

Ознакомить всех руководителей, специалистов, механизаторов и бригадиров с данным Планом производства работ до начала работ, выборочно опросить персонал по усвоению требований безопасности отраженных в разделе;

3) до начала работ установить наличие и обозначить знаками расположение всех коммуникаций в радиусе проведения работ;

4) после доставки и расстановки всё электрооборудование, жилые вагоны, электрические аппараты следует заземлить;

5) проверить взрывозащиту и изоляцию применяемого оборудования.

На весь период работ:

1) в зоне производства работ организовать места для приема пищи, отдыха и санитарно – гигиенические зоны. Жилой городок расположить на расстоянии не менее 100 м от места производства работ;

2) всю гусеничную технику, используемую при производстве работ, оборудовать устройствами, предохраняющими от бокового скольжения;

3) проверить наличие спецодежды, спец обуви и СИЗ у исполнителей по видам работ (костюм х/б, костюм сварщика, противогаз шланговый, страховочный пояс, страховочная веревка, защитная каска и т.д.)

Поражение электрическим током в зоне проведения сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

Опасность поражения электрическим током зависит от окружающей среды и обстановки. Сырость, жара, едкие пары и газы, токопроводящая пыль разрушающе действуют на изоляцию электроустановок, значительно снижают ее сопротивление. Создается опасность перехода напряжения на нетоковедущие части электрооборудования (корпуса, станины, кожухи), с которыми сварщик находится в контакте. В таких условиях также понижается электрическое сопротивление тела человека, дополнительно увеличивая опасность поражения током.

					Социальная ответственность	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Согласно действующим правилами устройства электроустановок (ПУЭ), работы на земле под открытым небом и под навесом относятся к III классу опасности - особо опасные помещения.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении человеком, неизолированного от земли, к нетоковедущим металлическим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением из-за замыкания на корпусе;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

Все применяемое электрооборудование и электроинструменты должны иметь заземление и подлежат занулению отдельной жилой кабеля с сечением жилы не менее сечения рабочих жил или заземляющий провод диаметром 16 см².

Корпуса, а также все открытые проводящие части применяемого передвижного электрооборудования должны быть защищены от косвенного прикосновения, в соответствии с требованиями ПУЭ (пункт 1.7.51) путем заземления с помощью переносных заземлителей.

Соппротивление заземляющего устройства для электроустановок с глухозаземленной нейтралью для питания напряжением до 1 кВ не должно превышать 4 Ом, а для электроустановок с изолированной нейтралью напряжением до 1 кВ – 10 Ом (ПУЭ, пункт 1.7.104).

Для защиты персонала от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в соответствии с требованиями ПУЭ (пункт 1.7.59) передвижное электрооборудование должно быть оборудовано устройством защитного отключения (УЗО).

Защита от электрического тока делится на два типа:

- коллективная (оградительные устройства, изолирующие устройства и покрытия, заземления, устройства автоматического отключения);

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

- индивидуальная (спецодежда).

С целью предупреждения рабочих об опасности поражения электрическим током широко используются плакаты и знаки безопасности.

Взрывоопасность баллонов с горючим газом в зоне проведения сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

Для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации при электрогазосварочных видах работ, баллоны снабжаются: запорно-регулирующей арматурой; приборами для измерения давления; предохранительными устройствами.

На месте сварки хранить кислородные баллоны можно только при непосредственном проведении сварочных работ. На рабочем посту разрешается хранить 2 баллона: 1-й рабочий, 2-ой запасной. Неполные баллоны следует хранить только в вертикальном положении и закрытыми, чтобы избежать возможности их падения и механического повреждения. Пустые же баллоны разрешается хранить штабелями, но высотой не более 4 рядов. Баллоны, хранящиеся на строительных площадках, должны храниться во временном складе из огнеупорного материала.

Вентили кислородных баллонов следует предохранять от попадания на них масел, пленки которых могут самовоспламеняться при контакте со сжатым кислородом. Запрещается работать с баллонами, давление в которых ниже рабочего, установленного редуктором данного баллона.

Баллоны для газов-заменителей (инертные газы (гелий, аргон), активные газы (азот, CO₂, водород, кислород) окрашивают в красный цвет и эксплуатируют в соответствии с правилами обращения с баллонами со сжатым или сжиженным газом. В процессе хранения и эксплуатации нельзя подвергать баллоны с газами нагреву, так как это приводит к повышению давления в них и может привести к взрыву.

					Социальная ответственность	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.2. Экологическая безопасность

Перед началом производства работ следует выполнить следующие работы:

- оформить в природоохранных органах все разрешения, согласования и лицензии, необходимые для производства работ по данному объекту;
- заключить договора со специализированными организациями на сдачу отходов, нефтезагрязненного грунта, сточных вод образующихся в процессе производства работ;
- оборудовать места временного размещения отходов в соответствии с нормативными требованиями.

При организации работ необходимо осуществлять мероприятия и работы по охране окружающей среды, которые должны включать предотвращение потерь природных ресурсов, предотвращение попадания загрязняющих веществ в почву, водоемы и атмосферу.

Виды воздействий на природную среду в период проведения работ:

- загрязнение выбросами выхлопных газов от строительной техники при производстве работ;
- выбросы при производстве сварочных и изоляционных работ;
- образование и размещение отходов, образующихся при работах.

Перед началом работ необходимо обеспечить наличие отвода земельного участка. С целью уменьшения воздействия на окружающую среду все работы должны выполняться в пределах полосы отвода земли.

Для снижения воздействия на поверхность земель предусмотрены следующие мероприятия:

- своевременная уборка мусора и отходов для исключения загрязнения территории отходами производства;
- запрещение использования неисправных, пожароопасных транспортных и строительного-монтажных средств;
- применение строительных материалов, имеющих сертификат качества;

					Социальная ответственность	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

➤ выполнение работ, связанных с повышенной пожароопасностью, специалистами соответствующей квалификации.

Загрязнение атмосферы в период производства работ носит временный обратимый характер.

Производственные и бытовые стоки, образующиеся на строительной площадке, должны очищаться и обезвреживаться в порядке, предусмотренном проектом организации строительства и проектами производства работ.

Проведение работ, движение машин и механизмов, складирование и хранение материалов в местах, не предусмотренных проектом, **ЗАПРЕЩАЕТСЯ.**

Загрязнение атмосферного воздуха в период проведения работ происходит за счет неорганизованных выбросов и является кратковременным.

К загрязняющим веществам относятся продукты неполного сгорания топлива в двигателях строительных машин и механизмов, вещества, выделяющиеся при сварке труб, выполнении изоляционных, земляных работ и при доставке строительных материалов.

Источниками неорганизованных выбросов в воздушный бассейн являются:

- автотранспорт при перевозке строительных материалов;
- работающие строительные машины и механизмы;
- сварочные работы.

6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожарная безопасность в зоне проведения сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

Классификация зданий, сооружений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и

					Социальная ответственность	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

имущества в случае возникновения пожара в зданиях, сооружениях и помещениях.

Место проведения работ при сварке резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³ относится к категории А - повышенная взрывопожароопасность. К такой категории относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 градусов Цельсия в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом (ФЗ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности").

Места, где проводятся сварочные работы, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения:

- асбестовое полотно размеров 2×2 м – 2 шт.;
- огнетушители порошковые ОП-10 – 10 шт., или углекислотные
- ОУ-10 – 10 штук или один огнетушитель ОП-100 (ОП-50 2 шт.);
- лопаты – 2 шт.;
- ведра – 2 шт.;
- топор, лом – по 1 шт.

Допуск работников к проведению работ должен осуществляться после прохождения ими противопожарного инструктажа. Если происходит изменение специфики работ, то необходимо провести внеочередной инструктаж.

Вся передвижная техника в охранной зоне МН должна быть обеспечена искрогасителями заводского изготовления.

Машины, сварочные аппараты, компрессоры, задействованные в производстве подготовительных и огневых работ, должны оснащаться не менее чем двумя огнетушителями ОУ-10, ОП-10.

					Социальная ответственность	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приказом устанавливается соответствующий противопожарный режим, в котором должно быть:

- порядок утилизации горючих отходов, места хранения промасленной спецодежды;
- порядок отключения от питания электрооборудования в случае пожара;
- последовательность проведения огневых и пожароопасных работ, действия и обязанности работников при возникновении пожара;
- порядок и сроки прохождения внеочередного противопожарного инструктажа, время проведения занятий по подготовке к борьбе с пожаром.

Руководитель работ должен совместно с работниками пожарной охраны определить места установки противопожарного оборудования и обеспечить необходимым противопожарным инвентарем.

Горючие отходы, мусор должны складироваться на специально отведенных для этого местах выделенных площадках в специальной таре, а затем должны быть утилизированы.

Место проведения работ необходимо обеспечить прямой связью с ближайшим подразделением пожарной охраны или оператором НПС.

Спецодежда лиц, работающих с маслами, лаками, красками должна храниться в подвешенном виде в металлических шкафах, установленных в специально отведенных для этой цели местах.

При работе категорически запрещается курить на рабочем месте.

На рабочих местах должны быть вывешены предупредительные надписи: “Не курить”, “Огнеопасно”, “Взрывоопасно”.

В случае возникновения пожара использовать пенные, порошковые, углекислотные огнетушители или приспособления для распыления воды.

Меры пожарной безопасности при подготовке и производстве сварочно-монтажных работ в зоне проведения сварки резервуара вертикального стального типа РВС 10000 м³

Весь переносной электроинструмент должен быть обязательно подключен через устройство защитного отключения (УЗО).

					Социальная ответственность	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производство сварочных работ запрещено во время снега или дождя без использования специальной сварочной палатки над местом проведения работ и при скорости ветра больше 10 м/с.

Запрещается проведение сварочно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ в грозу.

При перевозке баллонов с газом на них должны быть навинчены защитные колпаки. Нахождение людей в кузове автомобиля при перевозке баллонов с газом строго запрещено.

Баллоны для газа должны периодически проходить технический осмотр. На горловине баллона должна быть нанесена дата следующего технического осмотра. Баллоны не прошедшие освидетельствование к эксплуатации не допускаются. Баллоны должны быть укрыты от воздействия прямых солнечных лучей, а расстояние от источников открытого огня до баллонов должно быть не менее 5 м. Редукторы, которые используют для снижения давления, должны быть покрашены в тот же цвет, что и газовый баллон. Запрещается использование редукторов, которые имеют неисправные или не проверенные манометры. Запрещается подогревать баллоны для повышения давления.

6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В области охраны труда и безопасности жизнедеятельности трудовую деятельность регламентируют следующие правовые, нормативные акты, инструктивные акты в области охраны труда и отраслевые документы:

- Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005г.;
- Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г.;
- Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";

					Социальная ответственность	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014);
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03;
- Инструкции по технике безопасности предприятия;
- Порядок разработки деклараций безопасности промышленного объекта РФ. МЧС, Госгортехнадзор №222/59 от 4.04.1996 г.;
- ГОСТ 12.0001-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда»;
- ОСТ 51.81.82 ССБТ «Охрана труда в газовой промышленности»;
- Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СНиП .21/2.11.567-96 от 31.10.1996 г.;
- Закон о пожарной безопасности №69-ФЗ, принят 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996г, от 24.01.1998 г, от 11.2000 г. от 27.12.2000 г.;
- Пожарная охрана предприятий. Общие требования. НБТ - 201-96, утв. 01.03.1992г.;
- Правила пожарной безопасности РФ ППБ-01-93. МВД РФ 14.12.1993 г.

					Социальная ответственность	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

В ходе сбора материала для выпускной квалификационной работы, анализа литературных источников и собственных наблюдений можно сделать вывод, что комплекс диагностических методов исследования, определяющих дефекты линейной части или резервуаров товарной нефти на сегодняшний день достаточно большой: акустический, капиллярный, магнитный, оптический, тепловой, радиационный, радиоволновый, электромагнитный, визуальный. Их правильный выбор позволит максимально быстро и качественно получать необходимые характеристики объектов, в частности характеристики состояниях сварных соединений трубопроводов и резервуаров. Это во многом определяет успешность длительной эксплуатации объектов магистрального транспорта

Среди методов неразрушающего контроля, УЗК с помощью автоматизированных систем проводится в среднем в 4 раза быстрее, чем радиография. Это приводит к уменьшению в 4 раза количества требуемых для эквивалентного объема контроля установок (лабораторий) по сравнению с радиографией.

Данный вид контроля, как было показано выше, технологически и экономически обоснован, имеет всю необходимую нормативную базу, абсолютно безопасен для персонала.

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Список используемой литературы

1. Демин А. М. Стальные резервуары: диагностика, типовые проекты, оборудование// Трубопроводный транспорт нефти.– 2007.– № 6 - С.17–20.
2. Нератов Д. М. Трудные километры «ЦентрСиба» // Трубопроводный транспорт нефти.– 2007.– № 3 - С.12–17
3. Мустафин Ф. М., Блехерова Н. Г., Квятковский О. П. Контроль качества кольцевых сварных соединений трубопроводов// Сварка трубопроводов.– 2002.– № 1 - С.250–286.
4. Справочник мастера строительно-монтажных работ. Сооружение и ремонт нефтегазовых объектов: учебно-практическое пособие / под ред. В. А. Иванова. — М.: Инфра-Инженерия, 2007. — 832 с.
5. Типовые расчеты при сооружении и ремонте стальных вертикальных резервуаров: учебное пособие / Л. И. Быков [и др.]. — СПб.: Недра, 2006. — 824 с.
6. ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
7. ГОСТ 12.1.003 – 83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).
9. ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).
10. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
11. ГОСТ 12.1.019 – 79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
12. РД-25160.10-КТН-050-06 «Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров»
13. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
14. ОСТ 23.040.00-КТН-574-06. Стандарт отрасли. Нефтепроводы магистральные. Определение прочности и долговечности труб и сварных соединений с дефектами.
15. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. – М.: НПО ОБТ, 2001. 258 с.

					Список используемой литературы	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

16. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации.
– М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
17. РД-13.220.00-КТН-367-06. Пожарная охрана объектов МН ОАО «АК «Транснефть» и дочерних акционерных обществ.
18. РД-23.040.00-КТН-090-07. Классификация дефектов и методы ремонта дефектов и дефектных секций действующих магистральных нефтепроводов
19. РД 153-39.4-115-01. Удельные нормативы образования отходов производств и потребления при строительстве и эксплуатации объектов ОАО «АК «Транснефть».
20. СНиП П-12-77. Защита от шума. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
21. РД-13.220.00-КТН-367-06. Пожарная охрана объектов МН ОАО «АК «Транснефть» и дочерних акционерных обществ.
22. СНиП П-12-77. Защита от шума.
23. ПБ 03-605-03 «Правила устройств вертикальных стальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов»
24. РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти V 1000-50000м³»
25. СП 53-102-2004 «Общие правила проектирования стальных конструкций»
26. Глизманенко Д.Л. Сварка и резка металлов
27. [http:// websvarka.ru](http://websvarka.ru)
28. <http://www.avek.ru/>

					Список используемой литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99