

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра проектирования и эксплуатации газонефтепроводов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/А.Н. Сокольников

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Защита сварных стыков при строительстве внутрипромысловых трубопроводов

Руководитель

доцент, канд. техн. наук О.Н. Петров

Выпускник

К.А. Квятковский

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме: «Защита сварных стыков при строительстве внутри-промысловых трубопроводов»

Консультанты по  
разделам:

Экономическая часть

И.В. Шадрина

Безопасность жизнедеятельности

Нормоконтролер

О.Н. Петров

## СОДЕРЖАНИЕ

Реферат .....	5
Введение.....	6
Основная часть .....	7
1 Продукция трубных заводов РФ .....	7
1.1 Стальные трубы.....	7
2 Параметры труб для промышленных трубопроводов .....	9
2.1 Промысловый трубопровод .....	9
2.2 Общие сведения .....	9
2.3 Обеспечение необходимого уровня надежности и безопасности .....	11
2.4 Основные требования к трассам трубопроводов.....	13
2.5 Конструктивные требования к трубопроводам .....	14
3 Технология сооружения трубопроводов .....	18
3.1 Общие положения.....	18
3.2 Методы организации строительства .....	18
3.3 Организация труда .....	20
3.4 Монтажные работы, сварка и контроль ее выполнения .....	20
4 Методы защиты сварных соединений трубопроводов .....	28
4.1 Причины появления коррозии при сварке. ....	28
4.2 Виды коррозии сварочного шва .....	31
4.3 Способы защиты соединений от коррозии .....	35
5 Экономическая часть .....	41
5.1 Приобретение материалов и оборудования .....	41

5.1.1 Метод цинкование и установка втулки .....	41
5.1.2 Нанесение изоляционного слоя и установка втулки .....	43
5.2 Фонд оплаты труда .....	44
5.3 Сравнительный анализ двух методов .....	46
6 Техническое предложение .....	47
7.1 Анализ потенциальных опасных и вредных производственных факторов при проведении работ .....	48
7.2 Инженерные и организационные решения по обеспечению безопасности работ .....	50
7.3 Санитарные требования к размещению используемого оборудования .....	51
7.4 Обеспечение безопасности технологического процесса .....	52
7.5 Обеспечение взрывопожарной и пожарной безопасности .....	53
7.6 Обеспечение безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях .....	54
7.7 Экологичность проекта .....	56
Заключение .....	57
Список сокращений .....	58
Список использованных источников .....	59

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Защита сварных стыков при строительстве внутрипромысловых трубопроводов» содержит 61 страницу текстового документа, 29 использованных источников, 14 рисунков, 16 таблицы, 7 листов графического материала.

### ПРОМЫСЛОВЫЙ ТРУБОПРОВОД, КОРРОЗИЯ, СВАРНОЙ СТЫК.

Объект ВКР – промышленный трубопровод.

Цель ВКР: подобрать технически и экономически обоснованный, и эффективный метод защиты сварных стыков внутрипромыслового трубопровода от коррозии.

Задачи ВКР:

- изучить продукцию трубопрокатных заводов РФ;
- изучить параметры внутрипромыслового трубопровода;
- проанализировать факторы возникновения коррозии и рассмотреть методы, применяемые для борьбы с коррозией сварных стыков;
- предложить и обосновать техническое предложение.

В ходе работы были выявлены основные причины возникновения коррозии, выполнен сравнительный анализ методов борьбы. В результате был подобран метод защиты сварных стыков промышленного трубопровода, который экономически и технологически обоснована.

## ВВЕДЕНИЕ

Коррозия трубопроводов одна из самых распространённых проблем в нефтегазовой отрасли России. Но наиболее подвержены этому процессу сварные стыки, так как они играют немаловажную роль, соединяя между собой трубы. В случае разрушения сварных соединений коррозией на трубопроводе возможны аварии.

Коррозия – это неконтролируемое разрушение металла в ходе химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. А вот физическое разрушение трубопровода не является коррозией, попросту её название эрозия, истирание, износ. Причиной возникновения коррозии служит нестабильная температура окружающей среды, давления и т.д. Материалы не устойчивы к взаимодействию с веществами в этой среде.

Цель ВКР: подобрать технически и экономически обоснованный, и эффективный метод защиты сварных стыков внутрипромыслового трубопровода от коррозии.

Задачи ВКР:

- изучить продукцию трубопрокатных заводов РФ;
- изучить параметры внутрипромыслового трубопровода;
- проанализировать факторы возникновения коррозии и рассмотреть методы, применяемые для борьбы с коррозией сварных стыков;
- предложить и обосновать техническое предложение.

Объект ВКР – промысловый трубопровод.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **1 Продукция трубных заводов РФ**

Заводы по изготовлению трубной продукции являются предприятиями отрасли металлургии. Деятельность данных предприятий направлена на выпуск стальных труб, а также соединительных деталей трубопроводов. Данная продукция пользуется спросом на предприятиях нефтегазовой отрасли, химических и нефтеперерабатывающих заводах, в строительной сфере и в сфере жилищно-коммунальной деятельности.

На данный момент в Российской Федерации насчитывается более 100 заводов изготовителей, на которых производят следующие трубы:

- стальные;
- профильные;
- электросварные;
- бесшовные;
- чугунные.

В настоящее время для строительства магистрали, принимаются бесшовные трубы из легированных сталей, а также электросварные прямошовные или спиральношовные сварные трубы из низколегированных сталей с наиболее высоким механическим свойством по сравнению с углеродистыми сталями, что служит меньшей толщине стенок трубопровода ГОСТ 31447 – 2012.

Для промышленного трубопровода применяются бесшовные и электросварные трубы [1].

#### **1.1 Стальные трубы**

Стальные трубы – это основной тип труб для строительства нефтепроводов. Они могут быть разной толщины, степени выносливости и

способны работать в разных условиях. От условий работы зависит, какая сталь будет выбрана для определенных участков трубопровода.

Стальные трубы подразделяются на:

- бесшовные;
- электросварные;
- прямошовные;
- спиральные;
- горяче- и холоднодеформированными.

Бесшовные и электросварные трубы делают из углеродистой, низколегированной и высоколегированной стали. Данные трубы могут быть разного диаметра.

Из-за большого количества типов и размеров стальных труб во время проектирования и монтажа могут возникать проблемы с комплектующими частями. Поэтому есть нормативные документы, в которых прописаны основные типы труб и комплектующие [1].



Рисунок 1 – Стальной трубопровод



## **2 Параметры труб для промышленных трубопроводов**

### **2.1 Промысловый трубопровод**

Промысловый трубопровод является объединенной трубопроводной системой, которая используется для транспортировки нефти от скважин до объекта подготовки нефти. Данный трубопровод имеет делится на два вида:

- выкидная линия;
- нефтяной сборный коллектор.

Выкидная линия – это нефтегазопровод, который проходит от скважины до замерной установки (далее – АГЗУ или ГЗУ, в зависимости от уровня автоматизации). Функцией выкидной линии является транспортировка добываемого сырья (нефти с попутной эмульсией и газом) и транспортировка ремонтно-измерительного оборудования в скважину (последний часто применим при разработке морских месторождений). Ее протяженность зависит от того, на сколько разработано месторождение и составляет не менее нескольких метров в пределах обваловки (куста) до нескольких километров – от одиночных скважин. Благодаря выкидной линии можно вести учёт добычи сырья как одного, так и нескольких скважин.

Нефтяные сборные коллекторы (нефтегазосборный трубопровод) – нефтепровод начинает свой путь от автоматической групповой замерной установки до объекта сбора нефти, дожимной насосной станции, установки по подготовке нефти [2].

### **2.2 Общие сведения**

В СП 284.1325800.2016 установлены обязательные требования к промышленным стальным трубопроводам. Данные правила обязаны к исполнению в процессе проектирования, производства и приема строительных и монтажных работ при сооружении, реконструкции и капитальном ремонте

промысловых стальных трубопроводов номинальным диаметром до DN1400 включительно с избыточным давлением среды не выше 32,0 МПа нефтяных, газовых, газоконденсатных месторождений.

Трубопроводы, функцией которых является транспорт углеводородов подразделяются на четыре класса в зависимости от показателя рабочего давления.

К первому классу относятся трубопроводы, диапазон рабочего давления которых варьируется от 20 МПа до 32 МПа.

Второй класс включает в себя трубопроводы рабочим давлением которых является интервал от 10 МПа до 20 МПа.

К третьему классу относят трубопроводы, которые работают при давлении свыше 2,5 МПа до 10 МПа.

Четвертый класс включает трубопроводы, рабочее давление которых не превышает отметки в 2,5 МПа.

Трубопроводы для транспортировки нефти, нефтепродуктов и других жидких продуктов нефтяных месторождений в зависимости от диаметра по ГОСТ 28338 подразделяются на три класса.

Первый класс включает в себя трубопроводы номинальным диаметром от 600 мм.

Второй класс включает трубопроводы номинальный диаметр которых варьируется в интервале от 300 до 600 мм номинального диаметра.

Третий класс включает в себя трубопроводы с номинальным диаметром менее 300.

III – трубопроводы номинальным диаметром менее DN300.

Проектирование промысловых трубопроводов осуществляется как подземным, так и надземным способом с его отсыпкой.

Самым распространенным методом монтажа нефтегазопроводов на промысле является подземный.

Границы промыслового трубопровода проходят от задвижек, установленных при входе трубопровода на техническую площадку либо на

выходе с технической площадки, до объектов принадлежащим магистральным трубопроводам. В случае отсутствия задвижки, границы промышленного трубопровода – ограждения соответствующих площадок, а при отсутствии данных ограждений – в пределах бровки отсыпки соответствующих площадок или условной границы участка в соответствии с утвержденными схемами разграничения зон ответственности. Трубопроводы и их сооружения следует проектировать с учетом максимальной индустриализации строительномонтажных работ за счет увеличения степени заводской готовности строительных конструкций и применения конструкций в блочно-комплектном исполнении. [3].

Диаметр трубопроводов определяется гидравлическим расчетом и соотносится с соответствующим сортаментом выпускаемого трубопровода на заводе. При этом диаметр нефтегазосборных трубопроводов, транспортирующих влажный газ, рассчитывается из условия исключения образования застойных водных зон скоплений. Диаметр водоводов должен назначаться из условия предотвращения образования в них осадков взвешенных частиц. Запрещается монтаж трубопроводов, которые транспортируют продукцию со скоростями ниже критических, при которых из продукции выделяются подстилающий слой воды или твердые осадки [4].

### **2.3 Обеспечение необходимого уровня надежности и безопасности**

Требуемый уровень надежности трубопроводов обеспечивается путем классификации трубопроводов и участков трубопроводов по назначению и определения коэффициентов надежности, характеризующих назначение и условия эксплуатации трубопроводов, материалы трубопроводов и нагрузки, действующие на трубопроводы [5].

Таблица 1 – Категории трубопроводов в зависимости от их назначения

Назначение трубопроводов	Категория трубопроводов
<p>1 Метанолопроводы и трубопроводы, транспортирующие вредные среды, трубопроводы, транспортирующие среды с парциальным давлением сероводорода более 300 Па.</p> <p>Трубопроводы нестабильного конденсата I и II классов, ингибиторопроводы, газопроводы-шлейфы I и II классов, газовые и межпромысловые коллекторы, газопроводы I класса, нефтегазопроводы I класса с газовым фактором 300 м<sup>3</sup>/т и более, трубопроводы систем заводнения, транспортирующие пластовые и сточные воды давлением 10 МПа и более, трубопроводы систем увеличения нефтеотдачи пластов давлением 10 МПа и выше</p>	II
<p>2 Выкидные трубопроводы нефтяных скважин, нефтегазопроводы I класса с газовым фактором менее 300 м<sup>3</sup>/т, II класса с газовым фактором 300 м<sup>3</sup>/т и более, газопроводы II и III классов, трубопроводы нестабильного конденсата III класса, газопроводы-шлейфы III класса, трубопроводы систем заводнения, транспортирующих пресную воду давлением 10 МПа и более, транспортирующих пластовые и сточные воды давлением менее 10 МПа, нефтепроводы I класса.</p> <p>Трубопроводы нестабильного конденсата IV класса, газопроводы-шлейфы IV класса, нефтегазопроводы II класса с газовым фактором менее 300 м<sup>3</sup>/т и III класса независимо от газового фактора, нефтепроводы II и III классов, трубопроводы систем заводнения, транспортирующие пресную воду давлением менее 10 МПа</p>	III
<p>Примечания</p> <p>Трубопроводы, которые проложены на участке вечномёрзлых грунтов, которые теряют в процессе оттаивания несущую способность необходимо принимать не ниже второй категории. Для трубопроводов, по которым осуществляется транспортировка среды с парциальным давлением сероводорода 300 Па и менее, категория назначается так же, как для трубопроводов со средами, не содержащими сероводорода.</p>	

## 2.4 Основные требования к трассам трубопроводов

Маршрут трубопровода должен быть выбран на основе оценки экономической целесообразности и экологической приемлемости из нескольких возможных альтернатив. При выборе маршрута трубопровода необходимо учитывать перспективное развитие водохранилища, условия строительства трубопровода и обслуживание трубопровода в процессе эксплуатации. Пересечения трубопроводов с другими инженерными коммуникациями должны проектироваться в соответствии со следующими требованиями СП 18.13330.

Интервал между трубопроводами, расположенными параллельно друг к другу необходимо обеспечивать с сохранностью существующего трубопровода в процессе укладки монтируемого трубопровода. Рекомендуемые расстояния между параллельными трубопроводами приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расстояния между трубопроводами

Способ прокладки параллельных трубопроводов		Минимальное расстояние между осями трубопроводов, м, при номинальном диаметре, <i>DN</i>			
существующий	монтируемый	до 150 включ.	Св. 150 до 300 включ.	Св. 300 до 600 включ.	Св. 600 до 1400 включ.
1 При отсутствии многолетнемерзлых грунтов					
существующий	монтируемый	5	8	11	14
наземный в насыпи	наземный в насыпи				
надземный на опорах	надземный на опорах	15	25	40	50
2 На многолетнемерзлых грунтах, теряющих при оттаивании несущую способность					
существующий	монтируемый	20	30	40	50
насыпи	насыпи				

## Окончание таблицы 2

надземный на опорах	надземный на опорах	25	35	50	60
Примечания					
1 При комбинированной прокладке расстояния между трубопроводами принимаются как для способа подземный- подземный.					
2 При параллельной прокладке трубопроводов различного диаметра расстояние между осями определяется для трубопровода большего диаметра.					

### 2.7 Конструктивные требования к трубопроводам

Диаметр трубопровода необходимо определять расчётным методом основываясь на условия технологического проектирования. Трубопроводы необходимо подвергать процессу сварки стыковыми швами с полным проплавлением, в том числе устанавливаемые на них соединительные детали (отводы, тройники, переходники и др.) и стальная запорная арматура (краны, задвижки, вентили и т.д.). Запорная арматура должна быть равнопроходного сечения.

Допустимые радиусы изгиба трубопроводов в горизонтальной и вертикальной плоскостях должны определяться расчетом из условия прочности, местной устойчивости стенок труб и устойчивости положения трубопровода под воздействием внутреннего давления, собственного веса и продольных сжимающих усилий, возникающих в результате изменения температуры металла труб в процессе эксплуатации, а также разностью температур при строительстве и эксплуатации трубопроводов, но менее значений, приведенных в таблице.

Таблица 3 – Минимальные допустимые радиусы изгиба трубопроводов

Диаметр трубопровода, мм	Минимально допустимые радиусы упругого изгиба трубопровода, мм
1400	1400
1200	1200
1000	1000
800	800
700	700
600	600
500	500
400	400
300	300
200	200
100	100

Радиус изгиба отводов для участков трубопроводов, на которых предусматривается проход очистных устройств, должны быть не менее пяти диаметров трубопровода. Допускается применение отводов с радиусом изгиба менее пяти диаметров трубопровода в случае, если в проекте предусмотрено применение внутритрубных устройств с соответствующими параметрами по прохождению криволинейных элементов трубопроводов.

Длина патрубков, свариваемых в трубопровод, должна быть не менее диаметра трубопровода. Для трубопроводов номинальным диаметром DN300 и менее с рабочим давлением до 2,5 МПа длину прямых вставок допускается принимать не менее 100 мм.

Классы прочности труб уровня УТП1 должны соответствовать таблице. Обозначение класса прочности представляет собой комбинацию букв и цифр. Класс прочности определяет уровень прочности труб и связан с химическим составом стали.

Таблица 4 – Классы прочности труб и состояние поставки

УТП	Состояние поставки	Класс прочности трубы
УТП1	В состоянии после прокатки, прокатки с нормализацией, нормализации или формообразования с нормализацией	КП 175
		КП 210
	В состоянии после прокатки, прокатки с нормализацией, термомеханической прокатки, термомеханического формообразования, формообразования с нормализацией, нормализации, нормализации и отпуска или по согласованию закалки и отпуска – только для бесшовных труб	КП 245
	В состоянии после прокатки, прокатки с нормализацией, термомеханической прокатки, термомеханического формообразования, формообразования с нормализацией, нормализации, нормализации и отпуска или закалки и отпуска	КП 290
		КП 320
		КП 360
		КП 390
		КП 415
		КП 450
	КП 485	
УТП2	В состоянии после прокатки	КП 245 П
		КП 290 П
	В состоянии после прокатки с нормализацией, формообразования с нормализацией, нормализации или нормализации и отпуска	КП 245 Н
		КП 290 Н
		КП 320 Н
		КП 360 Н
	В состоянии после закалки и отпуска	КП 245 Т
		КП 290 Т
		КП 320 Т
		КП 360 Т
		КП 390 Т
		КП 415 Т
		КП 450 Т
		КП 485 Т
КП 555 Т		



Окончание таблицы 4

В состоянии после термомеханической прокатки или термомеханического формообразования	КП 245 М
	КП 290 М
	КП 320 М
	КП 360 М
	КП 390 М
	КП 415 М
	КП 450 М
	КП 485 М
<p>Состояние поставки определяет изготовитель для обеспечения требуемого уровня механических характеристик продукции.</p> <p>Промежуточные классы прочности устанавливаются по согласованию, но в формате, указанном в настоящей таблице.</p> <p>Буквы П, Н, Т, М у классов прочности труб обозначают состояние поставки.</p>	

### **3 Технология сооружения трубопроводов**

#### **3.1 Общие положения**

Для проведения строительных работ новых и реконструкции действующих внутрипромысловых трубопроводов необходимо обязательное наличие проектной документации с заключением экспертизы в соответствии с градостроительным кодексом РФ и при необходимости разрешения на строительство, выдаваемого в соответствии с кодексом и постановлением правил выдачи разрешений на строительство объектов недвижимости федерального значения, а также объектов недвижимости на территориях объектов градостроительной деятельности особого регулирования федерального значения.

Застройщик (технический заказчик) за семь рабочих дней до начала строительства или реконструкции объекта капитального строительства обязан извещать органы государственного строительного надзора о начале строительства или реконструкции в соответствии с осуществлением строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства. Строительство, реконструкция объектов капитального строительства, а также их капитальный ремонт регулируется настоящим Кодексом, другими федеральными законами и принятыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации. Для осуществления государственного строительного надзора в соответствии с государственным строительным надзором в Российской Федерации [6].

#### **3.2 Методы организации строительства**

В ходе строительства промышленного трубопровода из-за небольших протяженностей и большого сортамента труб, возможно применение последовательно и параллельной организации строительства. Если в ходе

производственных работ, требуется изменение в строительстве, данный момент обговаривается с заказчиками и разработчиками [7].

Последовательный метод организации строительства: способ организации строительного производства, при котором каждый последующий участок единого комплекса трубопроводов возводится после окончания предыдущего.

Параллельный метод организации строительства: метод организации строительного производства, при котором участки единого комплекса трубопроводов возводятся одновременно. В соответствии с СП 393.1325800.2018

Далее происходит планирование строительного производства. В соответствии с СП 393.1325800.2018 протяженность строительства и ремонтных работ устанавливается с планом строительства. При создании плано-предупредительного ремонта, на основе графика строительства разрабатывается план производственных работ, учитывающий сроки на поставки строительного материала и оборудования для строящегося трубопровода. Выполнение работ без ППР, утвержденного и согласованного в установленном порядке, не допускается. Также разрабатывается таблица или график строительных работ, в котором указываются: объемы по видам работ, машинно-человеко-часы, необходимые машины и механизмы, продолжительность работ. В отдельной таблице в ПМР указан состав бригад и их оснащение машинами, механизмами и приборами (таблица 5) [8].

Таблица 5 – Состав бригад и их оснащенность

Наименование бригад (звеньев)	Состав бригад (звеньев), профессия, разряд, количество	Ресурсооснащенность	
		Наименование машин, оснастки и приспособления	Число

### **3.3 Организация труда**

Организация труда персонала должна обеспечить ритмичность труда, выполнение технологической последовательности. Обеспечение бригад необходимым транспортом, оборудованием. Обеспечить выполнение норм трудовой охраны и промышленной безопасности, провести с персоналом инструктаж, обеспечить бригаду средствами индивидуальной защиты. При отсутствии местных сил, необходимо организовать вахтовый метод труда. Продолжительность вахт устанавливают лица, осуществляющие строительство.

Необходимо организовать оперативно-диспетчерский пункт управления так как данный пункт входит в систему управления строительством. Диспетчерский пункт ведет сбор первичной информации о проведении строительных работ, а также о выполнении отдельных видов работ. Производит обработку первичной информации, с последующим анализом выполнения работ по всем исполнителям. Учёт выполнения графика работ. Выявление причин отклонения от графика, производит предупреждение неполадок и простоев, возникших в ходе строительства. В обязанности диспетчерского пункта так же входит ежедневное планирование работы на основе результатов анализа их состояния. Информация, получаемая в диспетчерский пункт должна быть полной по всем видам работ. Для выполнения задач оперативно-диспетчерского пункта организуется система связи между застройщиком и лицами, ведущие строительные работы [8].

### **3.4 Монтажные работы, сварка и контроль ее выполнения**

К сварочным работам допускаются лица, прошедшие обучение и аттестацию. К работе без наставника производится допуск людей не моложе 18 лет и получившие начальное образование по данной специальности и имеющие разряд не ниже 2. Для допуска к сварным работам, бригада должна сварить аттестационный стык в тех же условиях что и на строительстве трубопровода.

Стык, отвечающий требованиям ВИК, должен быть подвергнут неразрушающему контролю, при этом сварной шов должен соответствовать требованиям. СП 86.13330.2014 или технологической инструкции на конкретный способ сварки.

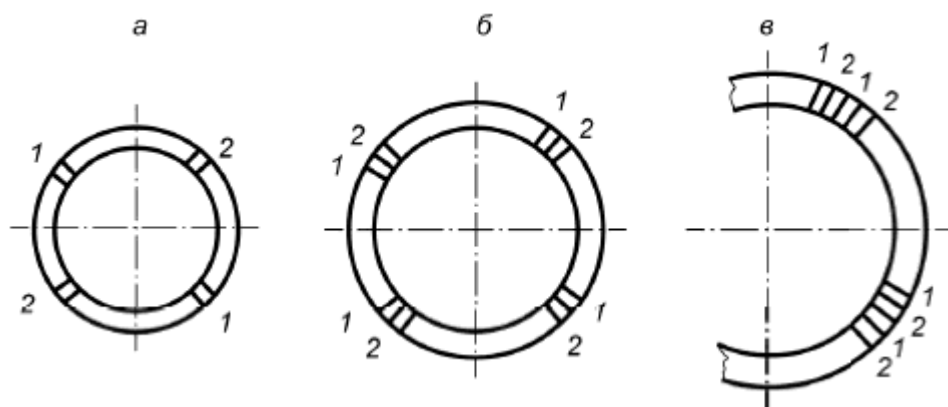


Рисунок 2 – Пример изгиба корнем шва наружу

Соединения с допуском, прошедшие неразрушающий контроль, подвергаются механическим испытаниям. Образцы, вырезанные из стыка с допуском, необходимо испытать на изгиб. Образцы для механических испытаний должны быть подготовлены в соответствии с требованиями. ГОСТ 6996.

Таблица 6 – Количество образцов для механических испытаний

Диаметр трубы, мм	Количество образцов для механических испытаний			
	С расположением корня шва			всего
	Наружу	Внутри	На ребро	
До 400 мм	Толщина стенки	трубы до	12,5 мм	включительно
Свыше 400 мм	2	2	-	4
	4	4	-	8
До 400 мм	Толщина стенки	трубы	свыше	12,5 мм
Свыше 400 мм	-	-	4	4
	-	-	8	8

Швы трубопровода до 89мм обязательно нужно испытать на сплющивание в соответствии с ГОСТ 8695. Для сплющивания достаточно произвести испытание с одним образцом. В случае с автоматической сваркой разрешается не производить испытание допусковых стыков.

В ходе сварки трубопровода допустимо применение электродов с основными и целлюлозными покрытиями для ручной дуговой сварки, проволоки сплошного сечения для механизированной, автоматической сварки, присадочные прутки для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. Плавленые и керамические флюсы для автоматической сварки, самозащитные порошковые для автоматической сварки.

Защитные газы и их смеси для механизированной и автоматической сварки должны соответствовать требованиям ГОСТ 10157 (аргон газообразный, высший сорт), ГОСТ 8050 (газообразная и жидкая двуокись углерода, высший сорт), ТУ и документов, подтверждающих качество.

Сварочные материалы должны проходить проверку. При входном контроле следует проверять:

- наличие документации;
- целостность запаковки;
- проверить соответствие диаметров и проволок с документацией;
- целостность покрытия электродной проволоки.

Сварочные материалы следует хранить в соответствии с требованиями предприятия изготовителя. При подготовке к сварочным работам следует не забывать про требования к сварочному оборудованию в соответствии с РД 03-614-03

Подготовка к сварке труб и деталей трубопровода начинается с приемки труб, деталей в соответствии с пунктом 6.2.1 СП 86.13330.2014. Каждая партия труб должна при себе иметь документацию завода изготовителя, подтверждающее качество труб. Первым делом перед началом сварочных работ необходимо произвести обработку кромок труб. Также допускается производить резку труб механизированной кислородной резкой. При этом

металл кромок, образовавшихся после газовой или плазменной резки, должен быть удален на глубину не менее 1 мм.

В первую очередь перед соединением трубопровода обязательно нужно провести очистку внутренней полости от грунта и других загрязнений. Выпуклость наружного и внутреннего швов на концах труб должна быть удалена механическим способом до остаточной высоты от 0 до 0,5 мм на длине:

- не менее 150 мм от торца для труб с номинальной толщиной стенки до 32,0 мм включительно;

- не менее 200 мм от торца для труб с номинальной толщиной стенки свыше 32,0 мм.

При снятии шва усиления необходимо сделать плавный переход на начальную величину трубопровода. В месте снятия заправки трубопровода не должна превышать допустимые значения, если иное не предусмотрено в требованиях или технологической инструкции.

Соединение стыков под любой вид сварки следует реализовывать на основании с требованиями СП 86.13330.2014. Монтаж стыков трубопровода необходимо проводить на устройствах центраторов гидравлического или пневматического типов. Центратор не должен оставлять царапин, задиров, масляных пятен на внутренней поверхности труб. Соединение на внутреннем центраторе стыков труб и деталей с заводской или подготовленной станками разделкой кромок следует осуществлять без прихваток. Если в процессе установки технологического зазора возникла необходимость в установке прихваток, то прихватки должны быть полностью удалены в процессе сварки корневого слоя шва.

В случае технической невозможности сборки стыков без прихваток разрешается установка прихваток с последующим удалением в процессе выполнения корневого слоя шва. При выполнении корня шва ручной дуговой сваркой допускается оставлять прихватки (с обязательным зашлифованием мест начала и окончания), если свариваемый стык в процессе сборки после

наложения прихваток не подвергался перемещениям. Количество и протяженность прихваток приведены в таблице 7 [8].

Таблица 7 – Требования к количеству и протяженности прихваток

Диаметр стыкуемых элементов, мм	Минимальное количество прихваток	Длина прихваток, мм
Свыше 1020 и более	4	150...200
Свыше 820 до 1020 включительно	4	100...150
Свыше 426 до 720 включительно	3	60...100
Свыше 219 до 426 включительно	3	40...60
Свыше 159 до 219 включительно	2	30...50
Свыше 14 до 159	2	10...15

Выбор режима технологической сварки должно соответствовать режиму сварки коренного шва. Перед технологической сваркой, необходимо предварительно подогреть место нанесения сварного шва в соответствии с СП 86.13330.2014.

Способы (виды) сварки: ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия, ручная дуговая сварка электродами с целлюлозным видом покрытия, автоматическая двухсторонняя сварка под флюсом, автоматическая односторонняя сварка под флюсом, механизированная сварка, автоматическая сварка, механизированная и автоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой, автоматическая стыковая контактная сварка оплавлением, автоматическая, механизированная и ручная аргонодуговая сварка, сварка комбинированными способами.

Ремонт сварных соединений следует производить в соответствии с подразделом 9.7 СП 86.13330.2014. Ремонт сварных стыков труб осуществлять



снаружи, а при возможности изнутри. Ремонтные работы выполняются одним сварщиком на стыке. При применении других технологий (способов) сварки необходимо прохождение соответствующей процедуры (аттестации) и наличия инструкции, согласованной в установленном порядке.

Контроль стыков производится в соответствии с технической документацией по неразрушающим методам контроля. Каждый сварной стык должен пройти контроль качества. При выборе метода контроля соединения, необходимо выполнять с требованием техническо- проектной документацией.

Неразрушающие методы контроля бывают: радиационный неразрушающий контроль, ультразвуковой контроль, капиллярный контроль, магнитопорошковый контроль.

При строительстве трубопровода следует не забывать про требования к тепловой и противокоррозионной изоляции. В качестве руководства по данной работе принимаются ГОСТ Р 51164, ГОСТ Р 57385, СП 36.13330, СП 61.13330, СП 86.13330, СП 284.1325800, настоящим сводом правил и другими НД, утвержденными в установленном порядке.

Допускается использовать материал, обладающий соответствующими требованиями и характеристик регламентирующие проектной документацией. В качестве ТМ может быть использован пенополиуретан. В качестве ТМ участков сварного стыка трубопроводов надземной прокладки могут использоваться:

- скорлупы из ППУ с защитной оболочкой из оцинкованной стали или полимерной ленты;
- пенополистирол с защитной оболочкой из оцинкованной стали или полимерной ленты;
- пенокаучук с защитной оболочкой из оцинкованной стали;
- пеностекло – для противопожарных вставок.

Толщина слоя теплоизоляции зависит от диаметра труб, температур транспортируемой продукции, вида прокладки, температурной среды

нахождения трубопровода. Покрытия могут быть нанесены как на заводах изготовителя, так и в трассовых условиях.

Ремонт повреждений тепловой и противокоррозионной изоляции производится как на базе заводов входного контроля, так и в трассовых условиях. В качестве ремонтного материала для заводского покрытия применяются материалы, рекомендованные производителем. Ремонт в трассовых условиях проводится в местах складирования изолированных труб, а также непосредственно на бровке траншеи.

В ходе производственных работ необходимо произвести защиту трубопровода от коррозии средствами электрохимзащиты и произвести контроль выполнения работ в соответствии с СП 424.1325800.2019.

Заключительным этапом в ходе строительства, это испытания перед сдачей. В ходе данных действий, трубопровод должен подвергаться очистки полости, испытываться на прочность и пройти проверку на герметичность перед пуском в эксплуатацию.

На этапе проведения испытаний трубопроводов (участка трубопровода) на прочность и проверку на герметичность перед тем, как они вступят в эксплуатацию необходимо провести следующие операции:

- обеспечить защиту полости трубопровода от загрязнений на всех этапах строительства трубопровода;
- провести предварительную очистку полости трубопровода в процессе сварочно-монтажных работ;
- провести предварительные испытания крановых узлов и УЗА (до их монтажа в нитку);
- провести очистку внутренней полости трубопровода с контролем его проходного сечения;
- провести внутритрубную диагностику трубопроводов в случае, если это предусмотрено проектом;
- заполнение трубопровода водой, непосредственное проведение испытаний и получение результатов проверки;

- вытеснение воды воздухом после опорожнения трубопровода;
- осушку полости трубопровода;
- заполнение азотом полости трубопровода в случае, если это предусмотрено проектом [9].

Таблица 8 – Способы отчистки

Способ очистки полости	Область применения и режим	Критерий качества
Протягивание	$D > 0$ $W = 0,3 \dots 0,5$ м/с	Очистное устройство вышло неразрушенным
Продувка с пропуском поршня	$D \geq 219$ мм $W =$ не более 20 м/с в соответствии с техническими характеристиками очистных устройств	Поршень вышел неразрушенным. Выходит струя незагрязненного воздуха
Продувка без пропуска поршня	$D < 219$ мм $R < 5$ DN $L \leq 5$ км $W = 15-30$ м/с	Выходит струя незагрязненного воздуха
Промывка с пропуском поршня	$D \geq 219$ мм $W \geq 0,2$ м/с	Поршень вышел неразрушенным
Промывка без пропуска поршня	$D < 219$ мм $R < 5$ DN $W \geq 1,5$ м/с	Выходит чистая струя жидкости
Вытеснение загрязнений в потоке жидкости	$D \geq 219$ мм $W \geq 1,5$ м/с	Поршень вышел неразрушенным
Удаление воды	$D \geq 219$ мм $W \geq 1,5$ м/с	Впереди контрольного поршня нет воды

## **4 Методы защиты сварных соединений трубопроводов**

### **4.1 Причины появления коррозии при сварке.**

Проявление коррозионных повреждений на сварочных швах, обусловлено тем, что происходит разрыв первичных межкуристаллических связей и получением новых, отличных по своим механическим свойствам от прежних, а также начинают проявляться напряжения в структуре металла, изменением хим. состава, появлением оксидов (эндогенных неметаллических включений), являющихся концентраторами напряжений в структуре. И образованием гальванической пары за счет изменений в химическом составе сварного шва.

Воздействие упомянутых изменений увеличивается пропорционально степени и интенсивности, количеству и размерам. Протекание реакции окисления дополнительно определяется условиями работы: влияние климата и физико-химическим воздействием.

Для отличной защиты сварных соединений рекомендовано защищать сварные соединения от коррозии не позднее, чем через 3 дня после проведения сварных работ, с данной процедурой не стоит затягивать во избежание первичных признаков появления коррозий. Сперва необходимо подготовить площадь для нанесения покрытия наждачным кругом или металлической щеткой. По окончанию процедуры подготовки, необходимо зачищенную зону промыть и просушить. При наличии шлака и брызг после сварочных работ, необходим их удалить с поверхности. Поверхность сварных соединений должна быть очищена в соответствии с ГОСТам – очистки и подготовки металла под покраску.

Сварочные швы и соединения могут нагреваться несколькими способами. Среди наиболее распространенных можно выделить специальные гибкие нагревательные изделия, муфельные печи, индукционные и газопламенные приспособления.

Для подогрева шва необходимо учитывать доступ к трубопроводу, диаметры деталей и прочих факторов. Выбор метода для подогрева не регламентируется технической документацией. Необходимо, чтобы нагревательные оборудование беспрепятственно монтировалось на деталь, оно должно осуществлять равномерный нагрев, без скачков температур. Такой метод называется локальной или местной.

Метод локальной термообработки предполагает нагрев с помощью гибких элементов нагрева — довольно один из простых методов и экономически выгодный. Данный метод нагревательной системы с легкостью подстраивается под любой диаметр трубопроводов и так же не вызывает трудностей при монтажных работах.

Также используются муфельные печи. Данный вид печь эффективен при работе с трубопроводами небольших диаметров. Но здесь есть один нюанс: чтобы прогрев был равномерным нужно устанавливать печь так, чтобы ее ось вращения не совпадала с геометрической осью [10].



Рисунок 3– Индукционный подогрев стыка

Индукционное оборудование очень распространено в нефтегазовой промышленности. Данное оборудование не дорогостояще и довольно

эффективное. Применение индукционных подогревов используется для подогрева сварных соединений на трубопроводе. В качестве подогревающего элемента используется медные кабели, их охлаждение происходит за счёт воздуха. В ходе нагревания шва, необходимо оставить небольшой зазор между подогреваемым местом трубопровода и подогревающими элементами. Такое оборудование позволяет нагревать быстро и равномерно. В таблице 9 представлены индукторные характеристики.

Таблица 9 – Индукторные характеристики

Диаметр X толщина стенки нагреваемых труб, мм	Индуктор с 12 витками, площадь сечения 240 мм <sup>2</sup>		Индуктор с 16-25 витками, площадь сечения 90 мм <sup>2</sup>	
	Напряжение, В	Ток на зажимах, А	Напряжение, В	Ток на зажимах, А
133x17	20...22	1200	43...44	600
159x16	22...25	1200	44...46	600
219x30	25...28	1400	48...52	600
245x45	28...30	1400	56...58	700
273x62	30...32	1300	55...57	800
426x17	41...42	1100	55...57	800
560x30	55...57	1100	-	-

Метод с использованием газопламенного оборудования предполагает эксплуатацию горелок газовых. Данный горелки ничем не отличаются от обычных зажигалок, разница только в том, что у газопламенного оборудования выходное отверстие в 10 раз больше чем у обычной зажигалки. Данный тип работает таким способом, что происходит сгорание кислорода и газа. Этот метод удобен в использовании для труднодоступных мест, но возможно займет большего времени [10].

## 4.2 Виды коррозии сварочного шва

В настоящее время известно, какие существуют виды коррозионного разрушения сварных соединений и в зависимости от характера их действия, к ним применяются соответствующие меры защиты.

Коррозия подразделяется на 3 типа:

- сплошная
- точечная или местная
- межкристаллитная или ножевая

Разберём каждый вид более детально. Начнём со сплошного вида коррозии. Данный вид преобладает по большей степени в углеродистых нелегированных и мало легированных сталях. Вне зависимости от типа и марки стали, процесс происходит гораздо быстрее чем, чем целостная плоскость. На рисунке показан пример внешнего вида сплошной коррозии.



Рисунок 4 – Сплошная коррозия

Далее идёт точечный или местный вид разрушения, к этому виду более предрасположена неоднородная сталь по химическому составу. Данный вид

коррозии чаще всего развивается в слабо ржавеющих сталях или сварных швах, обеднённых хромом. Рисунок 4 пример точечной или местной коррозии



Рисунок 5 – Местная коррозия

Заключает наш перечень межкристаллитный или ножевой вид коррозии. Данный вид наиболее опасный, так как он воздействует по металлу и его толщине. Этому виду коррозии подвержены аустенитные (нержавеющие) стали, подвергающиеся длительному нагреву свыше 600 °С, в том числе и свариванию. Рисунок 5 пример межкристаллитной коррозии.



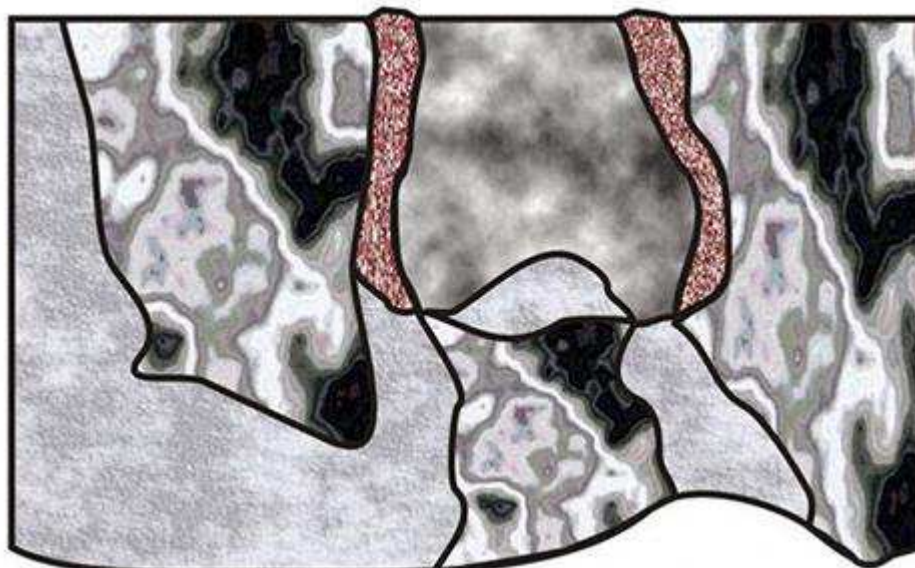


Рисунок 6 – Пример межкристаллитной коррозии

Гальваническая пара также оказывает благоприятные условия для данного вида разрушения. В процессе расплавления сварного стыка изменяется его химический состав, а в случае оказания на него воздействия электролита истощается. Данный вид коррозии может протекать на большом участке металла, который разрушается даже при минимальной нагрузке.

Ну и самая распространённая и открытая проблема остаётся с внутренней коррозией трубопровода. Обусловлено тем, что внутри трубопровода очень много воздействующих факторов, которые приводят к разрушению металла. Рисунок 6 вид внутренней коррозии.



Рисунок 7 – Внутренняя коррозия трубопровода

На рисунке 8 можно ознакомиться с факторами, которые влияют на появление коррозии внутри трубопровода

### ФАКТОРЫ КОРРОЗИИ

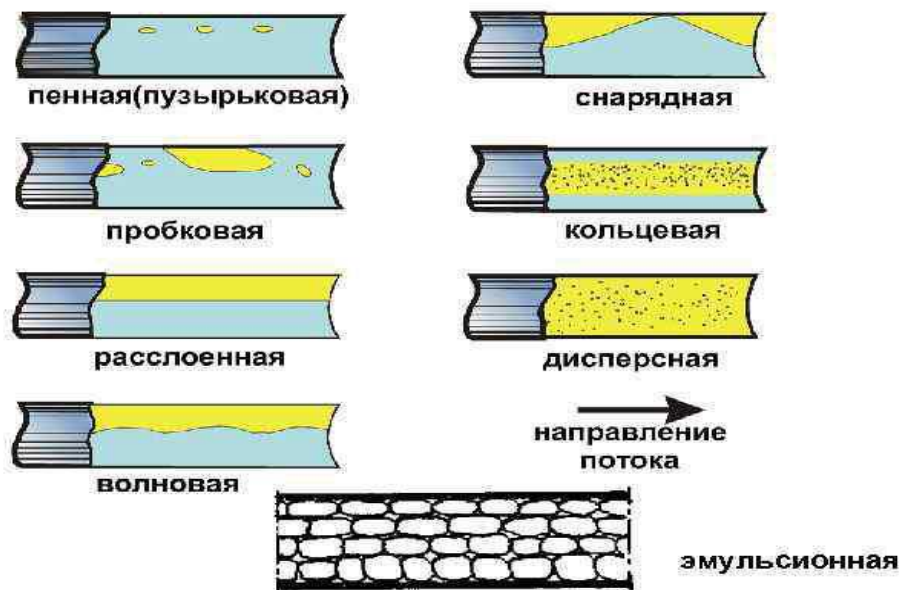


Рисунок 8 – Факторы появления коррозии внутри трубопровода

### 4.3 Способы защиты соединений от коррозии

Для защиты труб необходимо воспользоваться ГОСТ 9402–2004 проводится двумя типами покрытий:

- неметаллическим;
- металлическим:

К неметаллическому способу относятся лакокрасочные покрытия, а к металлическому способу относятся лакокрасочные покрытия на металлической основе.

Нанесение покрытия необходимо для защиты металлических конструкций и сварных соединений. На рисунок показан эффект от антикоррозийного покрытия шва.



Рисунок 9– Эффект от антикоррозийного покрытия шва

Для аустенитных сталей проводится дополнительная термомеханическая защита сварных швов от коррозии, нержавейка в этом отношении зависит от содержания хрома. При процентном содержании хрома до 12 %, он находится в зерне металла, а на его границах это количество снижено, что приводит к увеличению карбидных и интерметаллидных соединений. В то время как само

зерно остается в пассивном состоянии, границы начинают свободно реагировать. Для стабилизации структуры проводят термическую обработку стали, нагревая ее до 600 °С и быстро охлаждая, что приводит к упрочнению межкристаллитных связей за счет образования карбидов хрома на границах.

Для того, чтобы нанести покрытие, необходимо для начала зачистить место от ржавчины и мелкодисперсной пыли, затем следует нанести флюс для предотвращения окисления металлов.

Для защиты трубопровода под земной поверхностью необходимо произвести термическую обработку (отпуску) сварного соединения, но обычно это требуется магистральным трубопроводам, данные трубы производятся из углеродистого легированного металла или нержавеющей стали. Так же заводы изготовители производят изоляцию труб прямо на заводах.

Данная технология дает возможность осуществлять защиту двумя стадиями:

- стабилизировать структуру термической обработкой (используется ограниченно, в легированных сплавах);
- наносить разные коррозионно-устойчивые покрытия на защищаемую поверхность (применяется для всех видов сплавов).

Самым главным для покрытия является то, что бы оно максимально прилегало к трубопроводу. Но полностью защитить трубопровод невозможно. Максимально что возможно сделать, это продлить срок службы.

Сварные соединения очень слабые, перед коррозиями, не мало проблем может доставить разрушение шва от коррозии, а защита простой краской не будет целесообразным методом защиты.

Для того что бы сохранить шов не на один десяток лет, то стоит воспользоваться холодным цинкованием.

Наиболее хорошими являются методы горячего и холодного цинкования, но после проведения сварочного процесса, нанесение горячего цинкования невозможно, когда холодное цинкование безусловно может справиться со своей работой в качестве защиты. [11]

Холодное цинкование способно защитить сварное соединение не менее чем на 20 лет, так же оно удобно в нанесении.

Кроме того, существует состав холодного цинкования, идеально подходящий для защиты сварных швов от коррозии – Барьер-цинк.

Нанесение цинка можно производить с помощью пульверизаторов, кистей, валиков.

Нанесение цинкования необходимо после 24 часов после выполнения сварочных работ. Так как швы должны полностью остынуть и «схватиться».

Цинкование достойно выполняет функцию защиты от коррозии, но и как у каждой защиты есть свой недостаток, которым является ультрафиолет и атмосфера.

Цинкование хорошо сочетается с большей частью лакокрасочных покрытий, и переносит любой состав красок.

При эксплуатации холодного цинка, покрытие будет стоить 5,5 рублей за 1 метр покрытия. Достаточно дешевый метод покрытия сварных соединений.

Защита сварных соединений очень востребована и по сегодняшний день. Этот метод позволяет сократить расходы на затрачиваемые изоляции.

Одним из самых популярных видов защиты являются нанесение изоляционного слоя. Данный вид защищает не только от коррозии, но и увеличивает срок службы и снижает риск аварий. Практически все изоляционные ленты индентичны друг другу, за исключением температур для эксплуатации лент.

В нашем случае примем термоусаживающуюся ленту «ТЕРМА-СТ» – двухслойный материал, верхний слой которой является полимером, имеющим способность уменьшаться в размере при нагревании, а нижний слой – адгезив, благодаря которому термоусадочная лента после прогрева прочно фиксируется на поверхности металлических труб. Продукция выпускается в рулонах.

Работы по изоляции термоусаживающимися лентами сварных стыков газопроводов должны осуществлять рядовые рабочие. Перед проведением

мероприятий стальная поверхность газопровода должным образом подготавливается [12].

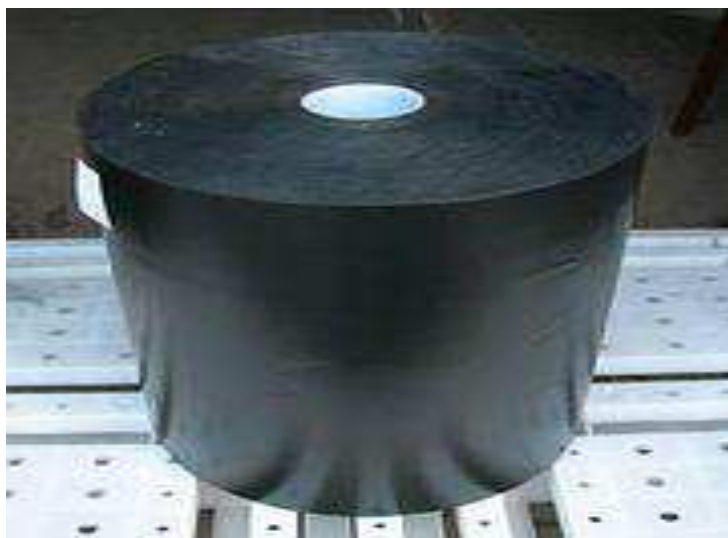


Рисунок 10 – Ленточная изоляция

С помощью горелки осуществляется нагрев подготовленной поверхности до температуры 130...140 °С. Края покрытия тоже нагревают до 100...120 °С (до размягчения полиэтилена). Для создания манжеты отрезок термоусаживающейся ленты вырезается с таким расчетом, чтобы длина отрезка соответствовала длине окружности трубы плюс 20% этой длины (с учетом дальнейшей термоусадки материала), плюс дополнительные 10 см на нахлест при создании манжеты. При расчете следует добиваться, чтобы ширина ленты не менее чем на 7,5 см перекрывала заводское покрытие с двух сторон шва.

Процесс термоусадки осуществляется от середины манжеты к краям. С помощью прокатывающего ролика и термостойких перчаток избавляются от пузырей воздуха, складок и гофры.

После качественно проведенной процедуры:

- лента надежно охватывает трубу по всей окружности, без морщин, гофр и пузырей воздуха, без дефекта прожигания ленты,
- наблюдается одинаковый размер нахлеста на заводское покрытие,
- сквозь изоляцию обозначается профиль сварки и нахлеста ленты,

– толщина образованного защитного слоя не меньше 1,8 мм.

Стоимость одного рулона данной ленты составляет 7000 рублей за 110 метров шириной 0,45 метра

В качестве последнего метода мы принимаем установку втулки для защиты внутреннего слоя шва трубопровода.

Данный метод относится к строительству, данный способ необходим при строительстве трубопровода. Перед тем как приступить к процессу сварки необходимо смонтировать втулку. С наружной стороны устанавливаются кольца уплотнения, в середине подкладная планка, которая изготовлена из огнестойкого материала, над ней размещается кожух. Герметизирующим составом осуществляется процесс покрытия внутренних концевых поверхностей свариваемых труб. Затем на половину в одну из труб устанавливается втулка. Она фиксируется способом приварки кожуха и трубопровода, после этого производят сварку второй части трубопровода. В процессе установки втулки в трубу, на торцах трубопровода образуются валики из герметичного состава. Применение данного способа облегчает монтаж трубопровода, продлевает его срок эксплуатации, а также повышает надежность.

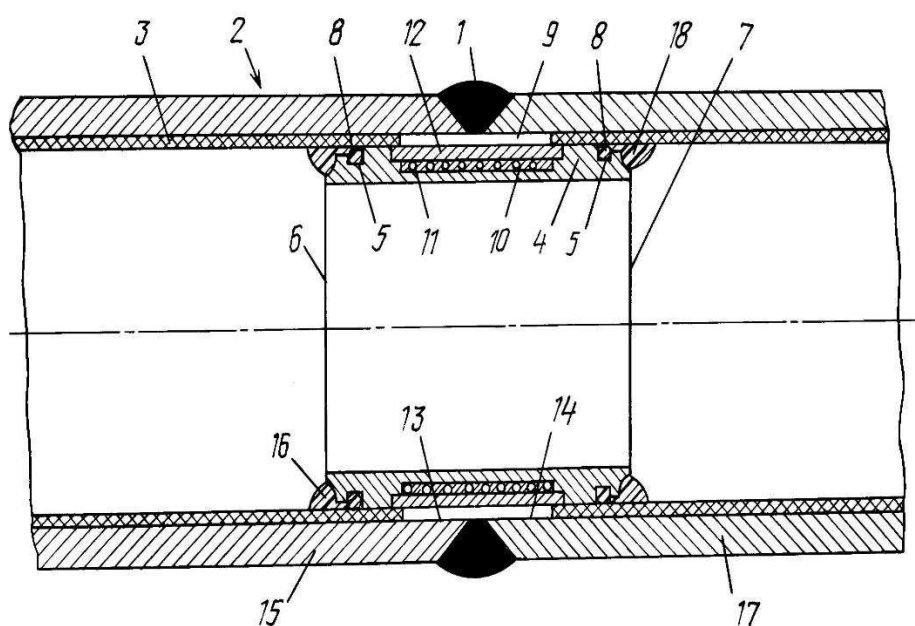


Рисунок 11 – Втулка внутри трубопровода

Перед тем, как приступить к сборки трубопровода, необходимо установить защитную втулку в зоне сварного стыка, а также в участке с внутренней изоляцией, который имеет наружное защитное покрытие, на поверхности которой перед установкой в трубопровод выполняются кольцевые канавки в районе ее торцов, в которых размещают кольца для уплотнения при установке зазора между втулкой и внутренней поверхности трубопровода, а в средней части втулки выполняют кольцевую проточку, в которой размещают подкладную планку из огнеупорного материала под сварное соединение, над которой располагают металлический кольцевой кожух на уровне наружной поверхности втулки, в котором согласно изобретению перед установкой втулки внутренние концевые поверхности, свариваемых труб на отрезках, равных половине длины втулки, покрывают слоем устойчивого к агрессивным средам, протекающим по трубопроводу, герметизирующего состава – герметика, после чего втулку с уплотнением проталкивают на половину ее длины в одну из свариваемых труб, создавая кольцо герметика, закрывающее зазор между торцом втулки и внутренней поверхностью трубы, и фиксируют втулку в этой трубе с помощью точечной приварки кольцевого кожуха втулки, не имеющего покрытия, к стенке трубы, затем на другую половину втулки с уплотнением надвигают вторую свариваемую трубу, также создавая кольцо герметика, закрывающего зазор между другим торцом втулки и внутренней поверхностью второй свариваемой трубы, после чего идёт сварка двух труб трубопровода.

Так же существует метод внутренне защиты трубопровода лакокрасочными изделиями, но данный метод не был принят в рассмотрение в связи с тем, что в ходе проведения сварочных работ, лакокрасочные изделия подвергаются выгоранию, что способствует ухудшению защиты сварного соединения. Со временем происходит разрушение шва, что приводит к авариям на трубопроводе [13].



## **5 Экономическая часть**

В данном разделе произведем расчет затрат на внедрение двух комбинированных методов защиты от коррозии

- цинкование и установка втулки;
- нанесение изоляционного слоя и установка втулки.

Затраты на проведение данной операции включают в себя:

- приобретение материалов и оборудования;
- расчет фонда оплаты труда;
- расчет общей стоимости операции.

В конце раздела проводим сравнительный анализ двух методов.

### **5.1 Приобретение материалов и оборудования**

#### **5.1.1 Метод цинкование и установка втулки**

Произведем расчет затрат на приобретение материалов для осуществления цинкования и установки втулки. Результаты представлены в таблице 1.

Требуется изолировать 115 сварных стыков на трубу 273 мм.

Длина покрытия составляет 600 мм на каждый сварной стык.

Следовательно, нужно покрыть 69 м.

Площадь покрытия равна 68 м<sup>2</sup>.

Объем равен 1,4 мм<sup>2</sup>.

Таблица 10 – Затраты на приобретение материалов

Оборудование	Кол-во, шт.	Стоимость единицы с НДС, руб.	Стоимость, руб.	Источник цен
Растворитель – Сольвент нефтяной	15	950	14250	[14]
Респиратор	6	50	300	
Ветошь	15	10	150	
Перчатки для нанесения ЛКМ	6	15	90	
Наждачная бумага	20	40	800	
Шпатель	20	150	3000	
Насадка на дрель для цинковых красок и эмалей	10	390	3900	
Спрей 520 мл	40	4	160	
Банка 1,7 кг	10	3	30	
Ведро 5 кг	5	2	10	
Втулка защиты сварных швов	115	3000	345000	[15]
Итого			367690	

Диаграмма сравнения затрат представлена на рисунке 11

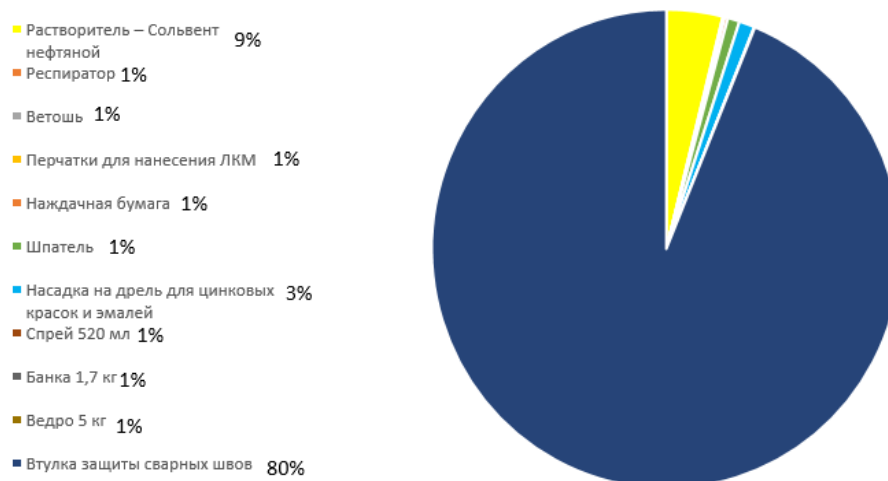


Рисунок 12 – Диаграмма сравнения затрат

По итогам расчетов затраты на приобретение материалов равны 367690 рублей.

### 5.1.2 Нанесение изоляционного слоя и установка втулки

Требуется покрыть 69 м.

Площадь покрытия равна 68 м<sup>2</sup>.

Объем равен 1,4 мм<sup>2</sup>.

Расчет затрат на приобретение материалов указан в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты на приобретение оборудования

Оборудование	Кол-во, шт	Стоимость единицы с НДС, руб.	Стоимость, руб.
Изоляционная лента, 10 м	7	1482	10374
Газовая горелка	12	417	5004
Пропановый баллон	30	89	2670
Соединительный газовый шланг	12	323	3876
Термометр для измерения температур материалов	2	250	500
Прикатывающий ролик	15	1900	28500
Термостойкие перчатки	6	221	1326
Шпатель для смешения компонентов	5	101	505
Валики с ручками для нанесения праймера	12	187	2244
Втулка защиты сварных швов	115	3000	345000
Итого			399999

По итогам расчетов получается, что для осуществления данного метода потребуется 399999 рублей.

На рисунке 12 представлена сравнительная диаграмма затрат на оборудование.

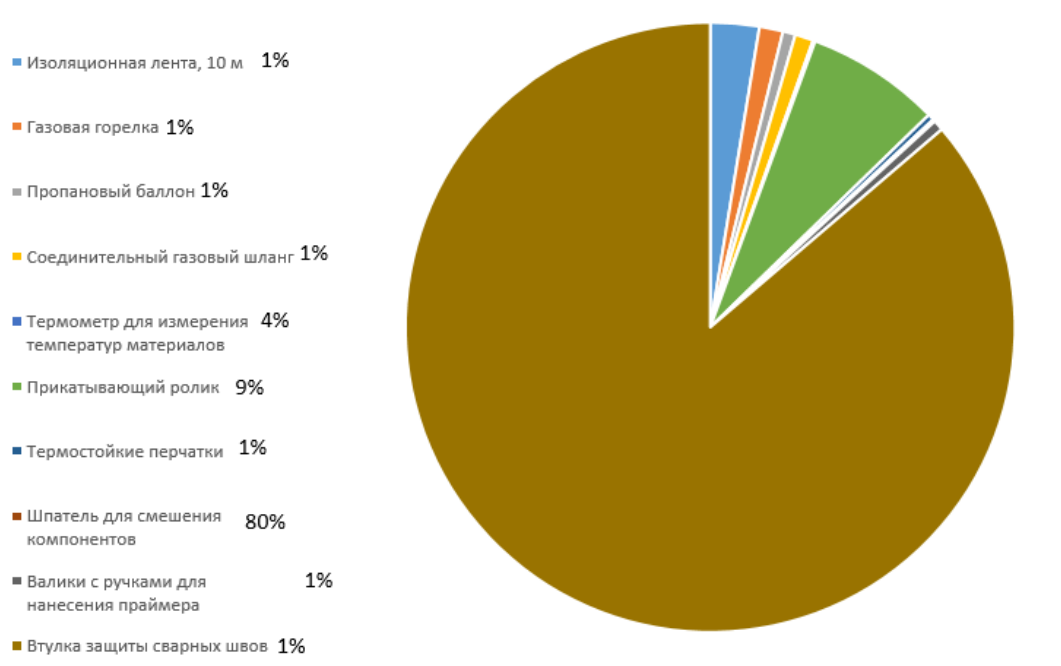


Рисунок 13 – Сравнительная диаграмма

## 5.2 Фонд оплаты труда

Время проведения одной операции по отогреву замершего участка трубопровода принято 24 часа. Работы по обоим рассмотренным осуществляет один и тот же рабочий персонал.

Районный коэффициент составляет 50 % от оклада, северная надбавка – 30 % от оклада.

Расчеты заработной платы работников представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Фонд заработной платы

Должность	Количество	Тарифная ставка за час работы, руб.	Оклад за 24, руб.	Районный коэффициент 50 % от оклада, руб.	Северная надбавка 30 % от оклада, руб.	Заработная плата одного работника за одну операцию, руб.	Фонд заработной платы работников на одну операцию, руб.
Водитель	1	90	2160	1080	648	3888	2160
Монтажник	4	120	2880	1440	864	5184	2880
Дефектоскопист	1	139	3336	1668	1000,8	6004,8	3336
Итого							15076,8

Страховые взносы составляют 30 % от фонда заработной платы. Взносы на страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний – 0,4 % от фонда заработной платы. Затраты на взносы представлены в таблице 4

Таблица 13 – Страховые взносы и взносы на страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
Страховые взносы	4523,04
Взносы на страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний	603,072
Итого:	5126,112

По итогам расчет фонд оплаты труда работников за 24 часа составит 20202,912 рублей.

### 5.3 Сравнительный анализ двух методов

В таблице 14 приведен сравнительный анализ двух методов защиты сварных швов от коррозии.

Таблица 14 – Сравнительный анализ методов

Показатель	Метод цинкования и установки втулки	Нанесение изоляционного слоя и установка втулки
Затраты на оборудование	367690	399999
Фонд оплаты труда	20202,912	20202,912
Итого	387892,912	420202,9

Сравнительная диаграмма представлена на рисунке 13.

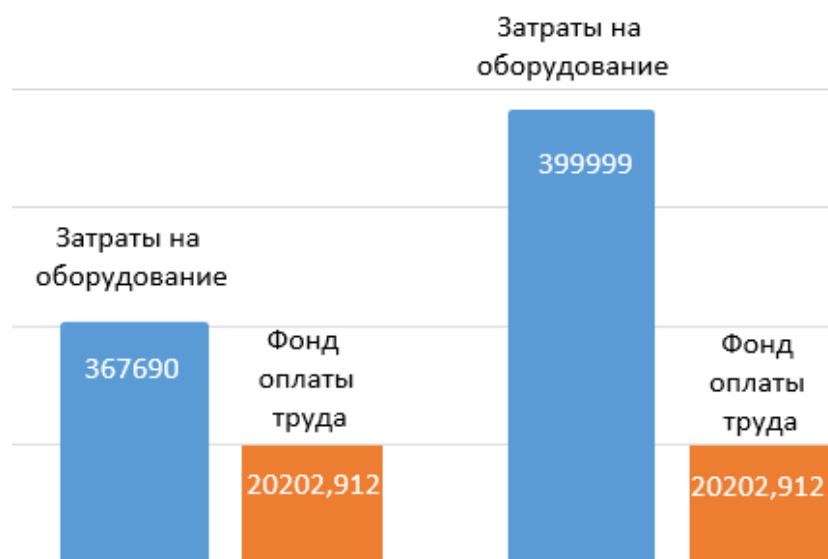


Рисунок 14– Сравнительный анализ

По результатам сравнительного анализа видно, что метод цинкования и установки втулки обойдется дешевле, более того, данный метод является качественнее и надежнее.

## **6 Техническое предложение**

На этапе подбора технического решения был выбран метод цинкования наружной стороны трубопровода с установкой втулки для защиты внутренней части сварного соединения. Это позволит обеспечить защиту трубопровода как снаружи, так и внутри.

Проведя расчёты и проанализировав методы, мы можем сказать, что экономически выгодно и качественное наружное покрытие является цинкование. Но, так же при установке втулки для внутренней защиты трубы наш метод будет более качественным и надёжным, так как трубопровод будет защищён сильнее нежели только с наружной стороны.

Выбор втулки для защиты внутреннего слоя сварного шва обосновывается тем, что внутренняя часть трубопровода более подвержена коррозии металла, нежели наружная часть.

## **7 Безопасность и экологичность**

Нефтегазовый комплекс – один из самых крупных отраслей промышленности страны. Данная отрасль характеризуется высокой вероятностью возникновения экологических, производственных и техногенных катастроф ввиду использования различного оборудования.

Такой риск вызван высокой аварийностью, которая возникает из-за возможности разгерметизации трубопроводов, агрегатов, сосудов, износом сложных узлов и оборудования и несоблюдением работниками правил техники безопасности.

Для снижения различных аварий и чрезвычайных ситуаций на объектах и предприятиях нефтегазового сектора необходимо соблюдать требования, нормы и правила безопасности, обеспечивающие безопасность жизни людей и сохранения природной среды. Выполнение различных правил достигается не только охраной труда, но и различными техническими и экономическими мерами. [16]

### **7.1 Анализ потенциальных опасных и вредных производственных факторов при проведении работ**

Строительство внутрипромыслового трубопровода включает в себя комплекс различных строительно-монтажных и организационно-технических мероприятий, связанных с наличием опасных и вредных для здоровья и жизни людей производственных факторов, которые могут привести к гибели людей. Тщательная подготовка мероприятий и анализ опасных факторов способны предотвратить негативные последствия – остановку процесса, возникновение аварии, гибель людей и т.д. [17].

На строительно-монтажных работах при техническом перевооружении заняты следующие рабочие: машинист автокрана (для перемещения различного оборудования), мастер (осуществление контроля работ), монтажник



металлоконструкций и трубопроводов (монтаж технологических трубопроводов и металлоконструкций), слесарь по ремонту технологических установок (проведение ремонта, разборки и сборки установок, машин, агрегатов, проведение работ по обвязке, замене оборудования), сварщик (соединение металлических конструкций и отдельных элементов различного оборудования), изолировщик (проведение работ по изоляции технологического трубопровода).

Анализ опасных и вредных производственных факторов представлен в таблице 15 [18].

Таблица 15 – Опасные и вредоносные производственные факторы в ходе проведения строительно-монтажных работ

№	Тип работ	Производственные факторы	
		Опасные	Вредные
1	Огневые работы	Высокая температура	Повышенный уровень теплового излучения, ожоги
2	Сварочные работы	Движущиеся электроды, высокая температура, искры и брызги шлака	Поражение электрическим током, отравление сварочными аэрозолями, повышенный уровень теплового излучения
3	Сборка и монтаж оборудования	Движущиеся механизмы, воздействие электрического тока	Повышенный уровень теплового излучения, обрушение оборудования и его опор
4	Погрузочно-разгрузочные работы	Движущиеся механизмы, острые кромки оборудования	Повышенный уровень шума и вибрации, опрокидывание и обрушение различных конструкций

По основному виду экономической деятельности установлен II класс профессионального риска, который характеризует уровень производственного травматизма, профзаболеваемости и расходов по обеспечению по обязательному социальному страхованию.

Так же для рабочего персонала должны выделяться страховые тарифы которые составляют 0,3% к начисленной оплате труда [19].

При строительстве внутрипромыслового трубопровода возможны аварии, к которым относятся поломки, остановки, отказы, перерывы в работе оборудования, обрушение строительных конструкций и оборудования.

## **7.2 Инженерные и организационные решения по обеспечению безопасности работ**

При строительстве, работы в основном проводятся на открытом пространстве, в светлое время суток. Для работников необходимо наличие теплой одежды и обуви, головного убора для предупреждения обморожения.

Месторождение расположено в Эвенкии, на востоке от Енисея и к северу от Ангары, преимущественно по левому берегу реки Подкаменная Тунгуска.

Месторождение расположено в северной части Красноярского края, находится в зоне резко континентального климата, в этих районах часто дуют холодные ветра с северной части земного шара, тем самым продолжительность лета не велика, а зимы достаточно суровые своими отметками на термометрах.

Средний температурный показатель на территории, которая расположена в пределах от 60 °С до 70 °С северных широт, равна минус -10 °С.

Наиболее морозными месяцами являются декабрь, январь, февраль. Среднее значение температуры воздуха в данном интервале составляет минус 26 °С. Минимальное значение температуры достигает отметки минус 60 °С. Устойчивый снежный покров образуется в начале октября. Толщина снежного покрова от 1 до 3 м. Среднегодовое количество осадков около 450 мм, средняя скорость ветра равна 5...7 м/с.

Для обогрева рабочего персонала на объекте установлены вагоны-бытовки с приборами отопления. Освещенность в вагонах 50 Лк. Температура посещения 20 °С.

Обогревательное оборудование должно размещаться в световых местах и быть полностью доступными для проведения осмотров, ремонтов и в случае необходимости отчистки. Не разрешается размещать приборы отопления на расстоянии (в свету) менее 100 мм от поверхности стен. Для поддержания оптимальных параметров воздушной среды предусмотрены системы обогрева и вентиляции. Оптимальная температура воздуха поддерживается в пределах 17...20 °С [21].

Для обогрева рабочего персонала установлены вагоны, оснащенные электрическими обогревателями, во вспомогательных и административно-бытовых зданиях обогрев и вентиляция предусматривается от котельной.

### **7.3 Санитарные требования к размещению используемого оборудования**

Работы по строительству производятся на открытой местности.

Подъезды к строительной площадке могут быть затруднены в связи с болотистой местностью. В качестве безопасности необходимо произвести отсыпку объекта щебнем или гравием для создания твердой и безопасной поверхности. Необходимо это выполнить для безопасности рабочего персонала и техники, предотвратить проваливание.

Помещение для отдыха персонала имеет площадь из расчета 0,2 м<sup>2</sup> на одного человека, но не менее 18 м<sup>2</sup> [22].

К показателям, характеризующим микроклимат в производственных помещениях, относят температуру воздуха, относительную влажность воздуха, скорость движения воздуха. Оптимальные условия устанавливаются из расчета комфортного пребывания персонала в помещении в течение рабочего дня.

Кулеры с водой должны устанавливаться в центральных коридорах цехов, в жилищных помещениях, административных зданиях и т.д.

Комнаты с душем, санитарные узлы, должны размещать в помещениях, где рабочий персонал переодевается. Личные шкафчики предназначены для

хранения одежды персонала, где они могут оставить любой вид одежды необходимый для них.

При работе в зоне строительства трубопровода персонал не имеет контакта с вредными и агрессивными веществами. При проведении строительно-монтажных работ образуется пыль, предельно-допустимая концентрация (далее – ПДК) которой не должна превышать 10 мг/м<sup>3</sup> [23].

Источниками шума являются сварочные и ручные инструменты, краны, передвижная техника. При проведении работ уровень шума не должен превышать 80 дБ [24], фактически на площадке уровень шума достигает 76 дБ.

Источниками вибрации являются рабочий инструмент и машины, нормированное значение уровня вибрации – 81 дБ, по факту имеем 80 дБ [25].

При обустройстве строительных площадок необходимо применять оборудование и машины с минимальными шумовыми и вибрационными характеристиками, пользоваться необходимыми средствами коллективной и индивидуальной защиты – касками, наушниками, виброгасителями.

#### **7.4 Обеспечение безопасности технологического процесса**

Наибольшую опасность при проведении работ составляют трубопроводы, технологическая сварка, техника

В таблице 16 приведены токсичные и пожароопасные свойства горючих веществ, с которыми взаимодействуют работники при строительстве трубопровода.

В случаях загазованности во время производства и технических работ, необходимо применить средство СИЗ противогаз, у рабочего персонала должен находиться газоанализатор, для контроля окружающей (рабочей) среды. Перед выходом на рабочее место, каждый рабочий обязан проверить свой противогаз на исправность.

Таблица 16 – Токсичные и пожароопасные свойства горючих веществ

Показатели	Вещества	
	Метан	нефть
Плотность по воздуху	0,5543	3,5
Температура самовоспаменения, °С	450	270...300
Температура вспышки	-	40...17
ПДК, мг/м <sup>3</sup>	300	300
Класс опасности	4	3
Действие на организм	Токсическое действие	

Для защиты как людей, так и оборудования с техническими сооружениями от взрывов и пожаров от прямых попаданий молний, необходимо произвести установку молниезащиту [26].

Не маловажную роль в производстве имеют попадающие молнии и статическое электричество, для борьбы с ними устанавливаются молниеотводы, для сброса статического электричества устанавливаются заземления как на оборудования, так и на технические сооружения.

### **7.5 Обеспечение взрывопожарной и пожарной безопасности**

Несоблюдение правил пожарной безопасности, техники безопасности при проведении работ, правил эксплуатации оборудования, источниками – утечки и возгорание газа.

Концентрационные пределы воспламенения газа в смеси с воздухом выражаются в процентах объемной доли метана и составляют: нижний – 4,4 %, верхний – 17,0 % [27].

Электрооборудование площадки УПН имеет взрывозащищенное исполнение и уровень взрывозащиты, соответствующий классу взрывоопасной зоны и категории взрывоопасной смеси.

Эксплуатация электрооборудования при неисправных средствах взрывозащиты, блокировках, нарушениях схем управления не допускается.

Пожарные извещатели устанавливаются в местах наиболее вероятного возникновения пожара, а также по периметру здания, автоматический сигнал поступает на блок автоматического управления.

На объекте имеются первичные средства пожаротушения:

- пенный огнетушитель ОХП-10 – 10 шт.;
- порошковый огнетушитель ОП-100 – 8 шт.;
- ящик с песком 0,5 м<sup>3</sup> – 6 шт.;
- лопаты – 6 шт.;
- багор – 3 шт.;
- блоки пожарных гидрантов – 3 шт.

## **7.6 Обеспечение безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях**

В процессе монтажа трубопровода аварийные ситуации могут произойти вследствие:

- обвала стенок траншеи;
- обрыва строповочных канатов или полотенец;
- попадания молнии;
- разрыва трубопровода во время гидравлических испытаний.

Для предотвращения аварийных ситуаций необходимо произвести инструктаж с рабочим персоналом.

Особенностью объекта является то, что процесс строительства трубопровода происходит только в светлое время суток.

Данный объект по группам ГО относится к первой категории [29], наибольшая численность рабочей смены – 40 человек.

На данном комплексе сооружений осуществляются следующие различные технологические процессы: земляные работы, сварка и контроль

качества сварных соединений трубопроводов, транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, укладка трубопровода.

В качестве коммуникаций используется сеть Интернет, радиосвязь. Также существует сотовая связь, неиспользуемая для производства.

Электро- и теплоснабжение организовано автономно. Электроснабжение обеспечено газодизельной электростанцией и резервными источниками питания. Теплоснабжение осуществляется путем использования электрических нагревательных элементов.

В результате данных происшествий возможны следующие ситуации:

- нанесение вреда здоровью рабочему;
- розлив нефти, в случаях, когда гидравлические испытания производятся не водой;
- причинение материального ущерба рабочей технике.

На каждом этапе строительства, необходимо произвести входной контроль материалов и изделий, а также произвести контроль выполнения работ и тех. Операций. Результаты проверок необходимо заносить в специализированные журналы с актом о выполнении работ. Для ликвидации возможных аварий, инцидентов и их последствий, на станции создается собственное аварийно-спасательное формирование, а также заключается договор на обслуживание с аварийно-спасательными службами.

На строительных площадках трубопроводов имеются дополнительные внешние источники образования вторичных поражающих факторов: площадки для оборудования, склады горючесмазочных материалов, строительный мусор, а также стоянки машин и механизмов, склады трубопроводов, необходимо предусмотреть их защиту на время проведения строительно-монтажных работ.

Списки инструментов, средств индивидуальной защиты, материалов, необходимых для ликвидации аварий, находятся в аварийных шкафах (помещениях), с указанием их количества и основной характеристики.

Каждый из рабочего персонала обязан быть полностью обеспечены медицинскими и средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ).

СИЗ включают в себя:

- каски для каждого рабочего;
- специализированные ботинки с металлической вставкой;
- очки для защиты глаз;
- шумоподавляющие наушники;
- плащ дождевик;
- комбинезон;
- специализированные перчатки или рукавицы.

100% персонала должны быть обеспечены данными средствами.

Мероприятиями, способствующими защите работающих и повышению устойчивости производства, являются проведение инструктажей на рабочих местах перед допуском к работе, проверка знаний персонала, оказание своевременной медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях, применение рациональных схем расположения оборудования, автоматизация производства.

## **7.7 Экологичность проекта**

В ходе строительства трубопровода, необходимо что бы были соблюдены все нормы и правила по отношению к защите природы от экологических проблем, а именно необходимо соблюдать и следить за:

- уровнем загрязнения воздушной среды природы и загрязнения почвы;
- уменьшить или исключить опасный факторы по отношению к природным ресурсам.

С целью, минимизировать факторы вредоносного воздействия на природную среду необходимо выполнить следующее: провести с рабочим персоналом инструктаж по вопросам соблюдения экологических норм и противопожарной безопасности, необходимо ознакомить с особыми режимами водоохраных зон.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данной работе были рассмотрены методы защиты сварных соединений от коррозии. В ходе рассмотрения методов были выявлены как экономически выгодные и качественные покрытия, так и не выгодные, не достаточно качественные. После проведения анализа с применяемыми методами защиты на трубопроводе, в рамках технического предложения было рассмотрено решение проблемы с появлением коррозии на сварных стыках трубопровода: покрытие трубопровода цинкованием для защиты наружной поверхности шва и установка втулки для защиты внутренней части шва трубопровода.

Сделан вывод, что действие из рассмотренных методов борьбы с коррозией шва направлено на защиту стыков от появления коррозий на наружной и внутренней частях сварных соединений трубопровода.

Исходя из этого, можно сделать вывод, в результате выполнения задач поставленная цель выпускной квалификационной работы была достигнута.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АГЗУ – Автоматизированная групповая замерная установка;  
ГЗУ – групповая замерная установка;  
НСП – нефтяной сборный пункт;  
ППР – планово-предупредительный ремонт;  
ППР – Проект производства работ;  
ПОС – План объекта строительства;  
ВИК – Визуальный и измерительный контроль;  
НК – Неразрушающий контроль;  
НД – Нормативная документация;  
УЗА – узел запорной арматуры;  
ЦПС – центральный пункт сбора;  
ДНС – дожимная насосная станция;  
УПН – установка подготовки нефти.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Поиск производителя [Электронный ресурс]: трубопрокатные заводы РФ. – Режим доступа: <https://fabricators.ru/proizvodstvo/trubnye-zavody>
- 2 Neftegaz.ru [Электронный ресурс]: Промысловый трубопровод. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru>
- 3 Биржа контента [Электронный ресурс]: Магистральный трубопровод. Режим доступа: <http://proofoil.ru/Oilpipeline/structureoffline.html>
- 4 Библиотека СФУ [Электронный ресурс]: Магистральные трубы. – Режим доступа : <https://libproxu.bik.sfu-kras.ru:2085/book/155179>
- 5 НХТС [Электронный ресурс]: Стальные трубы. – Режим доступа: <https://libproxu.bik.sfu-kras.ru/login?url=https://e.lanbook.com%2fbook%2f155179>
- 6 Википедия [Электронный ресурс]: Промысловые трубы. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Промысловый\\_нефтепровод#:~:text=Промысловый%20нефтепровод%20—%20единая%20система,до%20замерной%20установки%20\(АГЗУ%2С%20ГЗУ\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Промысловый_нефтепровод#:~:text=Промысловый%20нефтепровод%20—%20единая%20система,до%20замерной%20установки%20(АГЗУ%2С%20ГЗУ))
- 7 СП 46.13330.2012 Мосты и трубы– Введ. 01.01.2013. – Москва, 2013 – 25 с.
- 8 СП 393.1325800.2018 Организация строительного производства – Введ. 22.02.2019. – Москва, 2019 – 44 с.
- 9 СП 406.1325800.2018 Трубопроводы магистральные и промысловые стальные для нефти и газа – Введ. 20.03.2019. – Москва, 2019 – 24 с.
- 10 СП 409.1325800.2018 Производство работ по устройству тепловой и противокоррозионной изоляции, контроль выполнения работ – Введ. 01.03.2019. – Москва, 2019 – 32 с.
11. СП 424.1325800.2019. защита трубопровода от коррозии– Введ. 01.08.2019. – Москва, 2019 – 12 с.
12. ЮгПромИзоляция [Электронный ресурс]: Изоляция термоусаживающимися лентами сварных стыков газопроводов. – Режим доступа: <http://www.promizolyaciya.ru/info/izolyaciya-lentami-svarnyh->

stikovgazoprovodov#:~:text=Для%20защиты%20от%20коррозии%20и,фиксируется%20на%20поверхности%20металлических%20труб .

13. Пат. 2209360 Российская федерация, МПК F16L 58/02 Способ защиты от коррозии зоны сварного соединения трубопровода с внутренним защитным покрытием.

14. ЦинкоШов [Электронный ресурс]: Каталог цен на аэрозольное покрытие холодного цинкования. Режим доступа: <https://energoservis-yamal.ru/p486651471-vtulka-zaschity-svarochnogo.html>

15. Энерго сервис [Электронный ресурс]: Каталог цен на втулку. Режим доступа:<https://energoservis-yamal.ru/p486651471-vtulka-zaschitysvarochnogo.html>

16. ГОСТ 12.0.003–2015 Системы стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. – Введ. 01.03.2017. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 16 с.

17. Мусияченко, Е. В. Безопасность жизнедеятельности / учебно-метод. пособ. // Е. В. Мусияченко, А. Н. Минкин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 47 с.

18. Юрубчено-Тохомское нефтегазоконденсатное месторождение [Электронный ресурс]: Каталог минералов – журнал – Режим доступа: [http://www.catalogmineralov.ru/deposit/yurubcheno\\_tohomskoe\\_mestorozhdenie/](http://www.catalogmineralov.ru/deposit/yurubcheno_tohomskoe_mestorozhdenie/)

19. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. – Введ. 29.05.2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 114 с.

20. ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. 01.01.1989. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 50 с.

21. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – Введ. 01.10.1996. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 20 с.

22. СП 231.1311500.2015 Обустройство нефтяных и газовых месторождений. Требования пожарной безопасности. – Введ. 01.07.2015. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2015. – 25 с.

23. СП 37.13330.2012 Промышленный транспорт. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2011. – 202 с.
24. Предельно-допустимые концентрации ядовитых газов, паров и пыли в воздухе рабочих помещений [Электронный ресурс] : АО «Кодекс» – Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902139978>
25. ГОСТ 12.1.003–2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – Введ. 01.11.2015. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 27 с.
26. ГОСТ 12.1.012–2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введ. 01.07.2008. – Москва: Стандартинформ, 2010. – 20 с.
27. ГОСТ 12.4.011–89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – Введ. 01.07.1990. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 8 с.
28. ГОСТ 30852.19-2002 Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 20. Данные по горючим газам и парам, относящиеся к эксплуатации электрооборудования. – Введ. 15.02.2014. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 26 с.
29. О порядке отнесения организаций к категориям по гражданской обороне: постановление правительства Российской Федерации от 19 сентября 1998 г. № 1115 // Российская газета. – 1998. – 29 сент.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра проектирования и эксплуатации газонефтепроводов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 /А.Н.Сокольников

«21» июня 2021 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Защита сварных стыков при строительстве внутрипромысловых трубопроводов

Руководитель

 15.06.21

доцент, канд. техн. наук О.Н. Петров

Выпускник

 11.06.21

К.А. Квятковский

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме: «Защита сварных стыков при строительстве внутрипромысловых трубопроводов»

Консультанты по  
разделам:

Экономическая часть



И.В. Шадрина

Безопасность жизнедеятельности



Е.В. Мусияченко

Нормоконтролер



О.Н. Петров

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Защита сварных стыков при строительстве внутрипромысловых трубопроводов» содержит 61 страницу текстового документа, 29 использованных источников, 14 рисунков, 16 таблицы, 7 листов графического материала.

### ПРОМЫСЛОВЫЙ ТРУБОПРОВОД, КОРРОЗИЯ, СВАРНОЙ СТЫК.

Объект ВКР – промышленный трубопровод.

Цель ВКР: подобрать технически и экономически обоснованный, и эффективный метод защиты сварных стыков внутрипромыслового трубопровода от коррозии.

Задачи ВКР:

- изучить продукцию трубопрокатных заводов РФ;
- изучить параметры внутрипромыслового трубопровода;
- проанализировать факторы возникновения коррозии и рассмотреть методы, применяемые для борьбы с коррозией сварных стыков;
- предложить и обосновать техническое предложение.

В ходе работы были выявлены основные причины возникновения коррозии, выполнен сравнительный анализ методов борьбы. В результате был подобран метод защиты сварных стыков промышленного трубопровода, который экономически и технологически обоснована.