

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Сооружение и техническое обслуживание объектов нефтегазового комплекса»

Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

| Тема работы                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Исследование повышения эффективности применения изоляционных покрытий<br>УДК <u>621.644:699.8</u> |

Студент

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 2БМ5А  | Попов Василий Анатольевич |         |      |

Руководитель

| Должность               | ФИО                      | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|------|
| Заведующий каф.<br>ТХНГ | Бурков Пётр Владимирович | д.т.н., профессор         |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность                            | ФИО                   | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший<br>преподаватель каф.<br>ЭПР | Шарф Ирина Валерьевна | доцент, к.э.н.            |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО                         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Инженер   | Маланова Наталья Викторовна | к.т.н.                    |         |      |

Консультант-лингвист

| Должность | ФИО                           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Коротченко Татьяна Валериевна | к.ф.н., доцент            |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО                      | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------|--------------------------|---------------------------|---------|------|
| ТХНГ          | Бурков Пётр Владимирович | д.т.н., профессор         |         |      |

Томск – 2017 г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

| №         | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон                                                                                                                     |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                            |
| <b>Р1</b> | Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики)                                                                                                                             | ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-23   |
| <b>Р2</b> | Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы-в области интеллектуальной собственности</i>                                                                                                         | ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-15; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-22; ПК-23                  |
| <b>Р3</b> | Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства. | ОК-1; ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-18; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23    |
| <b>Р4</b> | <i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .                                                                                                                                               | ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22;                                                     |
| <b>Р5</b> | Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов                                                                                                                                                                                                                                                                  | ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-17; ПК-20;                                                                                    |
| <b>Р6</b> | Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i> .                                                                                                                                                         | ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23 |

| №         | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон                                            |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3                                                                                                   |
| <b>P7</b> | Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i>                      | ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23 |
| <b>P8</b> | Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности | ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-8; ПК-23                       |

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Бурков П.В.

(Подпись) (Дата)

(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

\_\_\_\_\_ магистерской диссертации

Студенту:

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 2БМ5А  | Попову Василию Анатольевичу |

Тема работы:

\_\_\_\_\_ Исследование повышения эффективности применения изоляционных покрытий

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

#### Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

*Тексты и графические материалы отчетов и научно-исследовательских работ, анализ причин коррозии труб и дефектов на покрытиях, расчет срока службы покрытий, нормативные документы, фондовая и периодическая литература, монографии, учебники.*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение</li> <li>2. Литературный обзор</li> <li>3. Объект и методы исследования</li> <li>4. Расчеты и аналитика</li> <li>5. Результаты исследования</li> <li>6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>7. Социальная ответственность</li> <li>8. Заключение</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>Перечень графического материала</b><br/>(с точным указанием обязательных чертежей)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>Таблицы – 19 штук:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика битумных мастик</li> <li>– Основные конструкции заводских трехслойных труб и области их применения</li> <li>– Время проведения работ по переизоляции</li> <li>– Необходимое оборудование для переизоляции</li> <li>– Объем производимых работ</li> <li>– Потребность в оборудовании для ремонта трубопровода</li> <li>– Определение потребности материалов</li> <li>– Фонд оплаты труда</li> <li>– Расчёт амортизационных средств</li> <li>– Смета затрат на ремонт</li> <li>– Расчет ЧТС<sub>АКК</sub> при <math>H_p=10\%</math></li> <li>– Расчет ЧТС<sub>АКК</sub> при <math>H_p=300\%</math></li> <li>– Результаты расчётов экономической эффективности</li> <li>– Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по замене магистральных трубопроводов.</li> <li>– Нормы искусственной освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях</li> <li>– Рекомендуемые источники света при системе комбинированного освещения</li> <li>– Допустимые уровни шума, дБ, на рабочем месте</li> <li>– Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при выполнении работ по замене изоляционных покрытий</li> <li>– Physical Properties of Adhesive</li> </ul> |

|                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                     | <p><b>Рисунки – 15 штук:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Характер коррозионных дефектов на металл</li><li>– Механизм электрохимической коррозии</li><li>– Трубопровод с трехлойным полиэтиленовым защитным покрытием.</li><li>– Схема заводской изоляции труб</li><li>– Классификация основных причин возникновения дефектов защитных покрытий трубопроводов</li><li>– Технологическая схема ремонта трубопровода с сохранением пространственного положения</li><li>– Нагрев поверхности трубы</li><li>– Нанесение праймера</li><li>– Высушивание праймера</li><li>– Намотка ленты</li><li>– Термоусадка ленты</li><li>– Определение ВНР</li><li>– A view of steel pipe with three fold cover</li><li>– View of cover process</li><li>– View of epoxy controller</li></ul> |
| <p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br/>(с указанием разделов)</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Раздел</b></p>                                                                                | <p><b>Консультант</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>                            | <p>Шарф Ирина Валерьевна</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>«Социальная ответственность»</p>                                                                 | <p>Маланова Наталья Викторовна</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

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

**Задание выдал руководитель:**

| <b>Должность</b>            | <b>ФИО</b>               | <b>Ученая<br/>степень,<br/>звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------|-------------|
| Заведующий<br>кафедрой ТХНГ | Бурков Пётр Владимирович | д.т.н.,<br>профессор                  |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|---------------|---------------------------|----------------|-------------|
| 2БМ5А         | Попов Василий Анатоліевич |                |             |

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

Студенту:

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 2БМ5А  | Попову Василию Анатольевичу |

|                     |                    |                           |                                                                                              |
|---------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Институт            | Природных ресурсов | Кафедра                   | Транспорта и хранения нефти и газа                                                           |
| Уровень образования | Магистр            | Направление/специальность | 21.04.01<br>«Нефтегазовое дело» профиль «Надежность и хранение газонефтепроводов и хранилищ» |

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

|                                                                                                                   |                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Оценка затрат на проведении ремонтных работ по переизоляции участка магистрального нефтепровода |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                        | РДС 82-201-96 Правила разработки норм расхода материалов в строительстве                        |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования               | Налоговый кодекс РФ Ф3-213 от 24.07.2009 в редакции от 19.12.2016 № 444-ФЗ                      |

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности проведения проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения   | – Оценка условий реализации замены изоляционного покрытия участка нефтепровода.                                                                                               |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований                                                                 | – Расчет затрат на оборудование по проведению работ по переизоляции<br>– Расчет затрат на изоляционные материалы<br>– Расчет оплаты труда<br>– Расчёт амортизационных средств |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | – Оценка экономической эффективности проекта                                                                                                                                  |

**Перечень графического материала**

Формулы:

- Явочная численность
- Эффективный фонд рабочего времени
- Списочная численность
- Коэффициент списочного состава
- Величина отчислений на социальные нужды
- Сумма амортизации
- Амортизационные отчисления
- Поток денежной наличности
- Чистая прибыль

- Валовая прибыль
- Чистая текущая стоимость
- Коэффициент дисконтирования
- Аккумулированная чистая текущая стоимость

Таблицы:

- Определение время проведения работ
- Количество оборудования
- Объем производимых работ
- Потребность в оборудовании для ремонта трубопровода
- Определение потребности материалов
- Фонд оплаты труда
- Расчёт амортизационных средств
- Смета затрат на ремонт
- Расчет  $ЧТС_{АКК}$  при  $Hr=10\%$
- Расчет  $ЧТС_{АКК}$  при  $Hr=300\%$
- Результаты расчётов экономической эффективности проекта

Рисунки:

- Определение ВНР

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

Задание выдал консультант:

| Должность       | ФИО                   | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------|-----------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент каф. ЭПР | Шарф Ирина Валерьевна | к.э.н., доцент         |         |      |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 2БМ5А  | Попов Василий Анатольевич |         |      |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**  
**«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ЗАМЕНЕ**  
**ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ»**

Студенту:

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                  |
| 2БМ5А         | Попову Василию Анатольевичу |

|                     |                    |                           |                                                                                         |
|---------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Институт            | Природных ресурсов | Кафедра                   | Геологии и разработки нефтяных месторождений                                            |
| Уровень образования | Магистр            | Направление/специальность | 21.04.01<br>«Нефтегазовое дело»<br>профиль<br>«Надежность газонефтепроводов и хранилищ» |

| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)</b>                              | <i>Рабочим местом является магистральный нефтепровод подземного исполнения. В процессе переизоляции или замены магистрального нефтепровода, персонал подвержен воздействию вредных и опасных производственных факторов: физические, химические, физические перегрузки, нервно- психические перегрузки. . Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера</i> |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <i>1. Производственная безопасность<br/>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</i> | <i>Работа непосредственно связана с дополнительным воздействием целой группы вредных факторов, что существенно снижает производительность труда. К таким факторам можно отнести:<br/>1. Недостаточная освещенность рабочей зоны;<br/>2. Отклонение параметров климата;<br/>3. Повреждения в результате контакта с насекомыми;</i>                                                                                          |

|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                      | <p>4. Превышение уровня шума;</p> <p>5. Повышенная запыленность рабочей зоны.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> | <p>Проанализировать следующие опасные производственные факторы и обосновать мероприятия по их устранению:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования;</li> <li>2. Обрушение стенок траншеи;</li> <li>3. Электрическая дуга и металлические искры при сварке;</li> <li>4. Взрывопожароопасность.</li> </ol> |
| <p>2. Экологическая безопасность:</p>                                                                | <p>При проведении работ по переизоляции будет оказываться негативное воздействие, в основном, на состояние земельных ресурсов и атмосферного воздуха.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Охрана земельных ресурсов и растительного мира;</li> <li>2. Охрана атмосферного воздуха.</li> </ol>                                                                    |
| <p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>                                                     | <p>В районе деятельности возможно возникновение следующих видов чрезвычайных ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– стихийного характера (лесные пожары и т.д.);</li> <li>– социального характера;</li> <li>– по причинам техногенного характера (аварии).</li> </ul>                                                                                      |
| <p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</p>                               | <p>Специальные правовые нормы трудового законодательства. Обязанности работодателя перед работником</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    |

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                            | Ученая степень,<br>звание    | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------------|------------------------------|---------|------|
| Инженер   | Маланова Наталья<br>Викторовна | Кандидат<br>технических наук |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 2БМ5А  | Попов Василий Анатольевич |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 117 с., 15 рис., 19 табл., 56 источников и 1 приложение.

Ключевые слова: коррозия, изоляционное покрытия, эпоксидный праймер, адгезия, пассивная защита.

Объектом исследования является: пассивная защита магистрального нефтепровода с использованием изоляционного покрытия нанесенное в трассовых условиях.

Цель магистерской диссертации: применение современных изоляционных материалов с целью повышения эксплуатационной надежности участка магистрального нефтепровода.

Актуальность темы заключается в том, что трубопроводные системы постоянно подвергаются опасности коррозии, от влажных сред и концентрации солей в почвах и т.д. Для повышение долговечности трубопроводные системы требуется увеличение их надежности.

В процессе исследования проведен анализ причин и последствий коррозии трубопроводов , был проведен анализ причин появления дефектов на защитных покрытиях, был проведен расчет сроков службы различных покрытий.

В результате исследования определен, что термоусаживающие защитные покрытия технически рациональное сочетание защитных материалов, включающее высокую степень связи покрытия со сталью, противодействие катодному отслаиванию, низкую кислородопроницаемость и влагопроницаемость. Термоусаживающая изоляция не уступает по своим свойствам базовой заводской двухслойной и трехслойной полиэтиленовой изоляции трубопроводов.

## Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

**МГ** - магистральный газопровод  
**МН** - магистральный нефтепровод  
**КИП** - контрольно-измерительный пункт  
**ЛЭС** - линейно-эксплуатационная служба  
**н/д** - нет данных  
**ПКЗ** - противокоррозионная защита  
**ВКО** - высокая коррозионная опасность  
**ПКО** - повышенная коррозионная опасность  
**УКО** - умеренная коррозионная опасность  
**НК** - неразрушающий контроль  
**ТО и Р** - техническое обслуживание и ремонт  
**КРН** - коррозионное растрескивание под напряжением  
**ВУС** - весьма усиленного типа  
**ВЗ** - визкозиметр  
**ЭХЗ** - электрохимическая защита  
**ВНР** - внутренняя норма рентабельности  
**ОВПФ** - опасные и вредные производственные факторы  
**ППР** - проект производства работ  
**СНиП** - строительные нормы и правила  
**РД** - руководящий документ  
**ВРД** - ведомственный руководящий документ  
**ПДК** - предельно допустимая концентрация  
**СИЗ** - средства индивидуальной защиты  
**ВСН** - ведомственные строительные нормы  
**ЧС** - чрезвычайная ситуация  
**ННБ** - наклонно направленное бурение  
**SCC** - stress corrosion cracking  
**ISO** - international standards for the oil and gas  
**FBE** - fusion bonded epoxy

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                              | 17 |
| Глава 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....                                                           | 19 |
| 1.1. Виды коррозионных процессов .....                                                      | 20 |
| 1.2. Факторы, влияющие на скорость коррозии.....                                            | 23 |
| 1.3. Виды коррозии подземного нефтепровода.....                                             | 25 |
| 1.4. Причины и последствия коррозии трубопроводов.....                                      | 26 |
| Глава 2. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ НЕФТЕПРОВОДА ОТ<br>КОРРОЗИИ .....                          | 34 |
| 2.1. Пассивная защита. Основные требования .....                                            | 34 |
| 2.2. Битумно-мастичные и полимерные покрытия .....                                          | 36 |
| 2.3. Однослойные и двухслойные покрытия .....                                               | 39 |
| 2.4. Трехслойные изоляционные покрытия.....                                                 | 41 |
| 2.5. Анализ причин возникновения дефектов защитных покрытий<br>трубопроводов .....          | 44 |
| Глава 3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ, РАСЧЕТ, ТЕХНОЛОГИЯ<br>НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ.....                 | 59 |
| 3.1. Краткая характеристика объекта .....                                                   | 59 |
| 3.2. Расчет срока службы различных изоляционных покрытий .....                              | 59 |
| 3.3. Ремонт трубопроводов в траншее с сохранением его пространственного<br>положения .....  | 59 |
| 3.4. Метод спиральной намотки для изоляции труб термоусаживающими<br>лентами .....          | 59 |
| Глава 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И<br>РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....             | 60 |
| 4.1. Расчёт затрат времени, труда, заработной платы, материалов и<br>оборудования .....     | 60 |
| 4.1.1. Затраты на необходимые оборудования и на объем производимых<br>работ .....           | 63 |
| 4.1.2. Затраты на необходимые изоляционные материалы для переизоляции<br>трубопровода ..... | 65 |
| 4.1.3. Затраты на заработную плату .....                                                    | 65 |
| 4.1.4. Расчёт на амортизационные отчисления и прочие расходы.....                           | 68 |
| 4.2. Оценка экономической эффективности проекта .....                                       | 69 |

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Глава 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ<br>ПО ЗАМЕНЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ<br>ТРУБОПРОВОДОВ. .... | 74 |
| 5.1. Профессиональная социальная безопасность .....                                                                              | 74 |
| 5.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование<br>мероприятий по их устранению.....                               | 76 |
| 5.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование<br>мероприятий по их устранению.....                               | 83 |
| 5.2. Экологическая безопасность.....                                                                                             | 86 |
| 5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....                                                                                  | 88 |
| 5.4. Законодательное регулирование проектных решений.....                                                                        | 90 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                                 | 93 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                                                           | 94 |
| Приложение А .....                                                                                                               | 99 |

## ВВЕДЕНИЕ

Повышенная безопасность и долговечность оборудования объекта производства в течение всего срока службы определяется критерием – надежность. Решение организационных, экономических, технических и технологических сторон предоставляет безопасную эксплуатацию объектов трубопроводного транспорта.

Характерной чертой формирования трубопроводного транспорта в нынешнем этапе считается снижение объемов постройки трубопроводов при одновременном увеличении объемов и уменьшении сроков трудов согласно ремонтным работам и перестройки трубопроводных сетей, сопряженных с коррозионным износом и устареванием трубопроводов.

Существенная доля трубопроводных систем входит в время интенсификации потока отказов и израсходовала определенный ресурс. Ключевыми причинами высокой аварийности технологических трубопроводных систем являются коррозионные дефекты. Согласно условиям эксплуатации трубопровод, эта проблема усложняется, как правило, воспринимая одновременное влияние механических нагрузок, деформаций, износа и враждебных коррозионных сред. Подобное объединенное влияние способен спровоцировать учащенное коррозионно-механическое разрушение трубопроводов в виде совместной коррозионной усталости, коррозионного растрескивания, механохимической коррозии и др.

Поэтому эта проблема коррозионного повреждения нефтепромыслового оборудования считается одной из особо важных и актуальных тем при эксплуатации месторождений в поздней стадии.

|                  |             |                    |                |             |                                                                                  |                                      |             |               |
|------------------|-------------|--------------------|----------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------|
|                  |             |                    |                |             | <i>Исследование повышения эффективности применения<br/>изоляционных покрытий</i> |                                      |             |               |
| <i>Изм.</i>      | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i>    | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                                                                  |                                      |             |               |
| <i>Разраб.</i>   |             | <i>Попов В.А.</i>  |                |             | <i>Введение</i>                                                                  | <i>Лит.</i>                          | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>  |             | <i>Бурков П.В.</i> |                |             |                                                                                  |                                      | 17          | 117           |
| <i>Консульт.</i> |             |                    |                |             |                                                                                  | <i>НИ ТПУ ИГР<br/>ТХНГ гр. 2БМ5А</i> |             |               |
| <i>Зав. Каф.</i> |             | <i>Бурков П.В.</i> |                |             |                                                                                  |                                      |             |               |
|                  |             |                    |                |             |                                                                                  |                                      |             |               |

Нанесение изоляционных материалов для трубопроводах являются обязательным этапом при строительстве магистральных нефтепроводов. Они выполняются при постройке трубопроводов согласно типовым планам и проектам, с учетом почвенных технологического режима работы трубопровода, климатических и коррозионных условий трассы трубопровода.

Для предоставления безаварийной, длительной и надежной эксплуатации трубопровода невозможно без оперативного правильного применения средств антикоррозионной защиты.

|      |      |          |         |      |          |      |
|------|------|----------|---------|------|----------|------|
|      |      |          |         |      | Введение | Лист |
|      |      |          |         |      |          | 18   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |          |      |

## Глава 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В данных статьях затронута тема опасности коррозионных отказов магистральных нефтепроводов.

Темы актуальны, т.к. проблема коррозионных отказов в наше время растет, учащаются случаи аварий и инцидентов, причиной которых является коррозия, что несет за собой большие экономические потери, а также экологическую опасность.

Учет влияния коррозионных дефектов является необходимым фактором при анализе прочности и надежности трубопроводов. В статье Воркова В.А., Капраловой Е.О., Федотенко М.А. и Агафонова А. В. приведены результаты исследования влияния коррозионных дефектов на прочность трубопроводов, определены характерные критические размеры коррозионных пятен, а также влияние взаимного расположения пятен на напряженно-деформированное состояние трубопровода [15].

В статье Тарасова Ю. Л. и Хвесюка О. В. рассматриваются результаты исследований, посвящённых количественной оценке влияния коррозионных дефектов на напряжённно-деформированное состояние стенок трубопроводов [16].

В зарубежной статье Звирко О.И., Савула С.Ф., Цепенда В.М., Габетта Г. и Никифорчина Х.М. были исследованы низкоуглеродистые стальные трубопроводы. Основными задачами данной статьи определить – привели ли развития более прочных материалов к большей восприимчивости к коррозионному растрескиванию под напряжением, и стали ли деградированные трубопроводы более восприимчивы к коррозионному

|           |      |             |         |      |                                                                          |                  |      |        |  |
|-----------|------|-------------|---------|------|--------------------------------------------------------------------------|------------------|------|--------|--|
|           |      |             |         |      | Исследование повышения эффективности применения<br>изоляционных покрытий |                  |      |        |  |
|           |      |             |         |      |                                                                          |                  |      |        |  |
| Изм.      | Лист | № докум.    | Подпись | Дата |                                                                          |                  |      |        |  |
| Разраб.   |      | Попов В.А.  |         |      | Глава 1. Литературный обзор                                              | Лит.             | Лист | Листов |  |
| Руковод.  |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                          |                  | 19   | 117    |  |
| Консульт. |      |             |         |      |                                                                          | НИ ТПУ<br>ТХНГ   |      |        |  |
| Зав. Каф. |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                          |                  |      |        |  |
|           |      |             |         |      |                                                                          |                  |      |        |  |
|           |      |             |         |      |                                                                          | ИПР<br>гр. 2БМ5А |      |        |  |

растрескиванию под напряжением. Для исследования стальных материалов были установлены специальные лабораторные условия, имитирующие окружающую среду, аналогичные кислым почвам, для ускоренного разрушения материала коррозией [17].

### 1.1. Виды коррозионных процессов

Разрушение металла трубопровода путем коррозии бывает местная общая и непрерывная. При местной коррозии ржавчина на металле трубы ограничится на единичных зонах поверхности. При непрерывной коррозии разрушение проходит по всей поверхности металла трубопровода.

Общая коррозия включает в себя несколько различных характеров коррозии на металл (Рисунок 1.1):

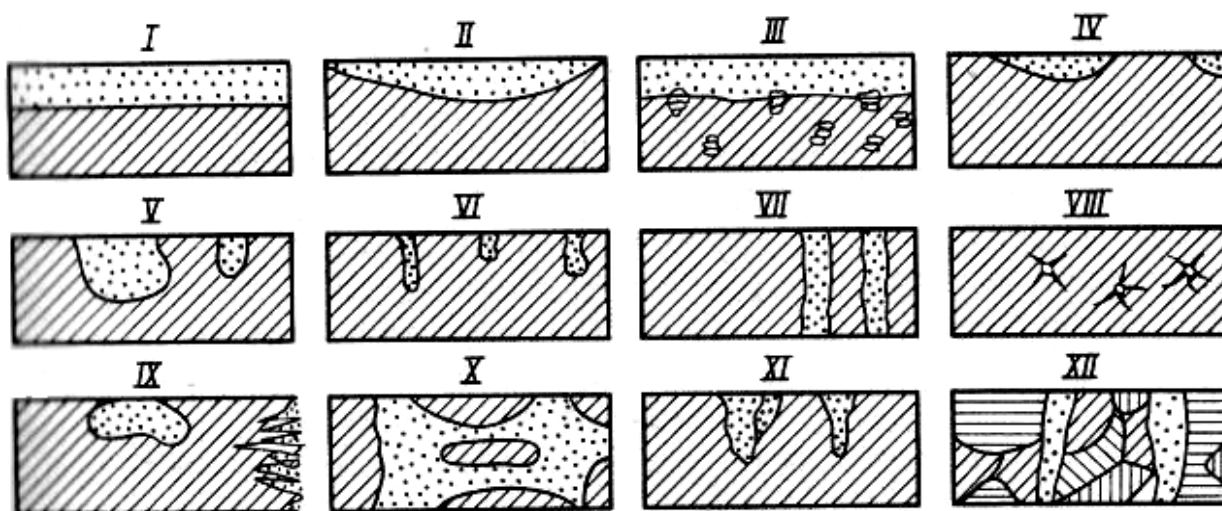


Рисунок 1.1 – Характер коррозионных дефектов на металл

Примечание: I - равномерное; II - неравномерное; III - избирательное; IV - пятна; V - язвы; VI - питтингами или точками; VII - сквозное; VIII - нитевидное; IX - поверхностное; X - межкристаллитное; XI - ножевое; XII - растрескивание.

Равномерное разрушение металла коррозией проходит с равной быстротой по всей поверхности металла; неравномерная - с разной быстротой

и в разных зонах проходит коррозия по поверхности металла Избирательная коррозия протекает по поверхности металла на единичных местах.

Дефекты коррозионных поражений металл во время коррозии пятнами бывают большой глубины. Во время коррозии язвами, дефекты имеют глубокое разрушение ограниченной площади в местах поверхности металла. Обычно язвенные поражения пребывают над покровом продуктов ржавчины. Во время питтинговой или точечной коррозии отмечаются единичные точечные дефекты, обладающие небольшими поперечными габаритами при большой глубине. Сквозная коррозия это местный дефект, которая поражает слой металла насквозь, в виде дыр. Нитевидные разрушения возникают под неметаллическими покрытиями похожие на нити. Подповерхностная разрушение коррозией наступает с поверхности, и в большей степени простирается под поверхностью металла, инициируя его набухание и расслаивание.

Во время межкристаллитной повреждении коррозией поражение направляется по граням зерен сплава либо металла. Данный характер коррозии опасен и вызывает утрату прочностных и пластичных характеристик металла. Ножевое разрушение коррозией имеет похожую на надрез ножом вид, обычно возникают вдоль сварных соединений в очень агрессивных средах. Коррозионное растрескивание проходит во время одновременно синхронном влиянии растягивающих вложенных либо остаточных механических напряжениях и коррозионной среды.

Согласно механизму протекания коррозии отличают 2 ключевых типа коррозии: химическую и электрохимическую виды коррозии. Химическая разрушение коррозией появляется путем химической реакции металлов с не электролитами в области их прямого контакта.

Электрохимическая разрушение коррозией появляется на поверхности металлов в последствии его окисления в коррозионной среде, называемым электролитом [19]. Электролитами могут считаться: растворы солей, щелочей,

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 21   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

кислот, вода рек, озер и болот, также грунтовая и морская вода. Главной характерной чертой этого типа коррозии считается то, что данный процесс сопровождается возникновением электрического тока. Данный тип коррозии в эксплуатации находящийся под землей нефтепроводов особо популярен, ему подвергаются внешние поверхности нефтепроводов и резервуаров, пребывающие под влиянием атмосферных и почвенных электролитов.

Электрохимическая разрушение коррозией разделяется в следующие разновидности:

1. Биокоррозия – разрушение коррозией, вызванная жизнедеятельностью различных бактерий и микроорганизмов, которые вырабатывают вещества ускоряющие коррозию металла;
2. Электрокоррозия – разрушение коррозией, под влиянием блуждающих токов, металлических сооружений;
3. Контактная коррозия – разрушение на границе контакта отличающихся по своим свойствам металлов, которые обладают различную друг от друга коррозионную устойчивость в наличии электролитов.
4. Почвенная коррозия – разрушение коррозией находящийся под землей металлических сооружений под влиянием почвенных электролитов;
5. Коррозия в электролитах – разрушение металлов в жидких средах, которые электропроводимы;
6. Атмосферная коррозия – разрушение металлов в атмосфере различных иных газов, в том числе и воздуха, включающего испарения воды;

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 22   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

## 1.2. Факторы, влияющие на скорость коррозии

Внешние и внутренние факторы оказывают большое влияние на скорость протекания процессов коррозии металлов.

К внутренним факторам скорости коррозии можно отнести:

- Состояние кристаллической структуры.
- Состояние поверхности металла;
- Природа металла;

Согласно своей природе металлы, обладающие большой электрохимический потенциал, к примеру, серебро и медь, являются наиболее коррозиестойчивыми. Прочие, обладающие незначительный электрохимический потенциал, такие металлы как, алюминий, магний и натрий, считаются менее коррозионностойки [19].

Кроме того, состояние плоскости металла воздействует на скорость коррозии. Если при шлифовке либо полировке, металл становится наиболее коррозионностойким, а при жесткой и грубой обработке металла, становится менее коррозионностойким. Поверхностные дефекты, к коим принадлежат забоины, риски, царапины и прочие, ещё наиболее содействуют формированию развития скорости коррозии.

Кристаллическая структура металла в разных металлических сплавах способен иметь недостатки в виде дефектов, которые обладают высокой реакционной возможностью, а присутствие сторонних включений и примесей в сплавах металла способен приводить к увеличению коррозионного процесса.

К внешним факторам, связанным с параметрами и особенностями агрессивной коррозионной внешней среды, в свойствах каковых чаще всего фигурируют разнообразные почвы, принадлежат:

- Удельное электрическое сопротивление грунта.
- Температура окружающей среды;
- Воздухопроницаемость грунтов;

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 23   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

- Водонасыщенность или влажность;
- Химически агрессивные соли в почве и ее состав и концентрация солей в грунтах;
- Концентрация водородных ионов;

Влага либо водонасыщенные почвы считаются основным фактором, оказывающим большое влияние на скорость коррозии, т.к. магистральный нефтепровод проводится не только лишь в почвах, которые обладают удельное электрическое сопротивление, но и водах рек озер и морей, в которых энергетической основой реакции растворения определяющих трансформацию ионов сплава в водяной раствор считается гидратирующее влияние молекул воды.

Воздухопроницаемость почвы находится в зависимости от его гранулометрического состава, структуры и влаги. Чем плотнее структуры грунта, и чем меньше размер частиц почвы, тем сложнее допуск воздуха к поверхности трубопровода, т.е. усложняется формирование коррозионных паров, тем медлительнее возникают процессы кислородной деполяризации.

С повышением концентрации солей и химически агрессивных веществ увеличивается углубленность дефектов металла в виде питтингов и каверн. Наиболее способствует растворению металлов наличие хлоридов и сульфатов, которые стимулируют депассивацию стали и повышают темп его растворения [18].

Понижение в почве концентрации водородных ионов приводит к возрастанию скорости анодного процесса растворения железа. Тогда катодный процесс способен проходить с водородных деполяризаций.

С повышением температуры почвы увеличиваются растворимость продуктов коррозии и скорость диффузии. Разная температура отдельных зон металла приводит к появлению термогальванических паров, в которых наиболее подогреты зоны считаются анодами.

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 24   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

### 1.3. Виды коррозии подземного нефтепровода

Значительная доля нефтепроводов находится под грунтом. Часто при эксплуатации трубопроводов, которые находятся под землей, прослеживаются следующие типы коррозии [19]:

- 1) Коррозия под влиянием блуждающих токов;
- 2) Микробиологическая коррозия;
- 3) Коррозия электролитом в грунте;

Разрушение коррозией электролитом в грунтах более известный тип коррозии при эксплуатации магистральных нефтепроводов. Проанализируем ключевые процессы, происходящие в этом случае на поверхности, вмещенного в почву изолированного металлического трубопровода. Каковым бы высококачественным не было изолирующее покрытие, металл все так же обладает связь с влажностью грунта сквозь неплотности покрова изоляции. Воздействие почвенного электролита как коррозионной среды дает процессу формирования коррозии несколько отличительных черт: присутствие пустот и разнородность строения при абсолютном отсутствии размешивания твердой фазы, кроме того фактически и жидкой фазы обуславливает электрическую неоднородность или гетерогенность грунта. Основаниями такого рода разнородности считается: разный состав грунта и различная величина смачивания отдельных зон.

Микробиологический тип коррозии связан с продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, пребывающих в грунте поблизости пролегания магистральных трубопроводов, что вызывают процесс коррозии и ускоряют разрушение металла. Существуют две разновидности микроорганизмов: аэробы и анаэробы.

Аэробы – это микроорганизмы, которые обитают и совершенствуются только лишь при присутствии беспрепятственного воздуха.

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 25   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

Анаэробы – это микроорганизмы, способные обитать и прогрессировать при недоступности воздуха и получающие энергию для обитания расщеплением неорганических и органических материалов.

В участках скопления микроорганизмов возникают места с небольшой степенью аэрации и вероятные аноды, кроме того места с разной концентрацией солей в грунтах. В отдельных зонах трубопровода имеют все шансы осаждаться продукты микробиологической коррозии в виде пленок, которые имеют наиболее значительный потенциал, нежели металл.

Ещё один распространённый тип электрохимической коррозии металла, находящийся под землей магистральных трубопроводов, считается коррозия под влиянием блуждающих токов в грунте. Источники блуждающих токов считаются: линия катодной защиты, линия железных дорог под электричеством и линии электропередач.

#### **1.4. Причины и последствия коррозии трубопроводов**

Почти все трубопроводы, которые используются для транспортировки нефтяных продуктов состоят из металла, ключевая причина их относительно короткого эксплуатационного срока – коррозия, поскольку коррозия главная причина разрушения металла, и коррозия имеет много видов. С помощью знаний свойств коррозионно-опасной среды, которые находятся внутри трубопровода, так и снаружи, всегда можно выявить причины их разрушения коррозией. В транспортируемых нефтяных веществах могут быть растворены кислоты, соли, щелочи и другие соединения, которые являются основными причинами коррозии внутренней поверхности трубопроводов. От методов прокладки и способов установки трубопроводов будет зависеть дальнейшая коррозия внешней поверхности трубопроводов. К примеру, не происходят разрушения от коррозии внешней поверхности трубопроводов, если воспользоваться способом установки «труба в трубе». Если установить

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 26   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

трубопровод на воздухе - основная опасность от коррозии зависит от атмосферы, которая имеет низкую опасность по сравнению с подземной установкой, поскольку не нарушает целостность трубопровода. Коррозия внешней поверхности трубопровода, установленная подземным способом, имеет наивысшую опасность разрушения. При этом назначение трубопровода не влияет на наружную коррозию, потому что почти все трубопроводы разрушаются коррозией одинаковой интенсивностью.

Наиболее изученным видом коррозии трубопроводов является коррозия магистральных трубопроводов. Поскольку такие трубопроводы являются единственными имеющими защиту от коррозии регламентирующийся отдельным национальным стандартом ГОСТ Р 51164-98\* «Трубопроводы 51164-98стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии» [11]. В основном ГОСТ Р 51164-98\* описывает способы защиты трубопроводов, и не посвящен самим процессам разрушения от коррозии, впрочем, если внимательно исследовать данный ГОСТ, то возможно отметить и конкретную классификацию опасности коррозионных разрушений магистральных трубопроводов. Необходимо помнить, что магистральные нефтепроводы транспортируют специально очищенный продукт от коррозионно-опасных соединений, тогда можно сделать вывод, что наружная поверхность трубопровода имеет наивысшую опасность от коррозии, кроме установленной надземным способом, имеющий относительно наименьшую опасность коррозии от атмосферы.

ГОСТ выделяет 3 вида участков магистральных трубопроводов, подверженных особым коррозионным опасностям: участки высокой коррозионной опасности, участки повышенной коррозионной опасности и коррозионно-опасные участки. Среди критериев ГОСТ, касающихся механизмов коррозии и позволяющих отнести некоторые участки трубопроводов к особо опасным участкам, можно выделить следующие критерии участков повышенной коррозионной опасности:

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 27   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

- блуждающие токи от источников постоянного тока;
- микробиологическая коррозия;
- коррозионное растрескивание под напряжением.

Дополнительно, ГОСТ относит к участкам повышенной коррозионной опасности участки прокладки магистральных трубопроводов, на которых может резко возрасти опасность обычной почвенной коррозии:

- участки трубопроводов в засоленных почвах любого района страны (солончаковых, солонцах, солодах, сорах и др.);
- участки трубопроводов на участках промышленных и бытовых стоков, свалок мусора и шлака;
- участки трубопроводов с температурой транспортируемого продукта выше 303 К (30 °С).

Обобщая вышесказанное, что на магистральных трубопроводах подземной прокладки в основном реализуются следующие виды коррозионного разрушения:

- почвенная электрохимическая коррозия;
- коррозия блуждающими токами от источников постоянного тока;
- коррозионное растрескивание под напряжением (свойственно преимущественно магистральным нефтепроводам);
- микробиологическая коррозия (на участках, где почва вокруг трубопровода заражена микроорганизмами).

Почвенная электрохимическая коррозия

Коррозия подземных трубопроводов протекает по электрохимическому механизму, базирующемуся на возникновении разности потенциалов между различными участками трубопровода, и, как следствие, возникновении тока коррозии. В результате протекания тока коррозии участки металла на анодных зонах растворяются и переходят в грунт, где впоследствии взаимодействуют с почвенным электролитом, образуя ржавчину.

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 28   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

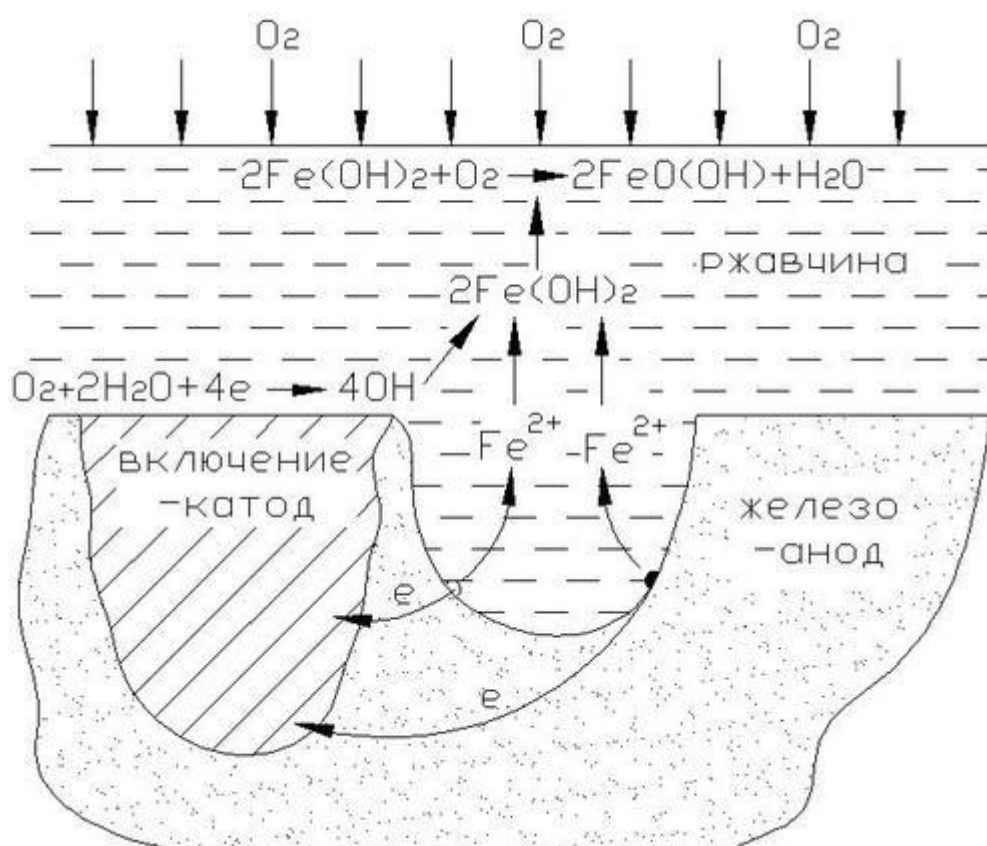


Рисунок 1.2 – Механизм электрохимической коррозии.

Следует отметить что трубопровод имеет длинную протяженность. Для коррозии это более весомая особенность. При все своей длине, трубопровод проходит через почвы, имеющие различные между собой составы (воздушная пористость, влажность, концентрация солей). Из этого следует вывод, что подземный трубопровод будет иметь разные степени коррозии, в зависимости от длины. Из-за высокой проводимости трубопровода, возникают коррозионные гальванопары, которые в свою очередь могут иметь протяженность от нескольких метров или более ста метров.

Возрастает развитие коррозии, из-за высокой плотности электрического тока в анодном участке. Следует отметить, что из-за глубины залегания трубопроводов зависит степень развития коррозии, поскольку в больших глубинах пород сохраняется влажность, которая увеличивает скорость

коррозии трубопровода. При большой глубине установки трубопроводов, температура почти не опускается ниже 0 градусов по Цельсию, а это увеличивает вероятность быстрого развития коррозии. Если у подземных трубопроводов присутствуют прокатные окалины, это способствует увеличению коррозии, и при ремонте трубопровода редко возможно ее очистить.

Было отмечено глубина коррозии имеет прямую зависимость от площади трубопровода, подвергнутый к коррозионному разрушению. Поскольку если у металла большая поверхность, то возможна возникновение более опасных коррозионных разрушений. Это объясняет, что другие подземные объекты и сооружения, кроме трубопроводов, разрушаются электрохимической коррозией менее интенсивней при равных условиях.

Свойства и почвы, такие как влажность, структура, воздухопроницаемость, пористость, pH, гранулометрический состав, удельное электрическое сопротивление, и т.д., определяет агрессивность коррозии. Как правило коррозионную враждебность грунта по отношению к углеродистым сталям рассматривают по удельному электронному сопротивлению грунта, средней плотности катодного тока при смещении электродного потенциала на 100 мВ отрицательнее коррозионного потенциала стали, градиенту натуральных потенциалов свободной коррозии на участке трубопровода.

Коррозия блуждающими токами от источников постоянного тока

Антропогенные токи, которые протекают под землей (в почве и в подземных сооружениях) называются блуждающими токами. Эти токи появляются из-за эксплуатируемых приборов и конструкций, работающих под землей, и от рельсов на постоянном электрическом токе, сварочных инструментов и аппаратов, а также катодная защита других подземных объектов. Само собой разумеется, электрический ток стремится найти путь наименьшего сопротивления, в следствие этого в земле блуждающий ток будет протекать по подземным длинным трубопроводам, которые имеют

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 30   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

большую электропроводность по сравнению с почвой. С точки зрения опять же, принципа наименьшего сопротивления, блуждающий ток в более успешном месте может вернуться обратно к своему источнику от трубопровода. При этом участок трубопровода, из которого блуждающий ток выходит в землю, является анодом, а та часть трубопровода, где блуждающий ток попадает в него, является катодом. На анодных участках блуждающие токи повышенной плотности вызывают значительные коррозионные повреждения трубопроводов, скорость коррозии на них практически неограниченна и может достигать гигантских значений 10-20 мм/год.

Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН) или стресс-коррозия

Коррозионное растрескивание под напряжением в магистральных трубопроводах развивается в результате одновременного воздействия на металл коррозионной среды и растягивающих напряжений. Благодаря проведенным исследованиям, в настоящее время сформировалась водородно-коррозионная теория развития КРН в трубопроводах.

Формирование и развитие микротрещин в металле происходит в результате наводораживания трубной стали в местах дислокаций и вакансий кристаллической решетки и роста в них внутреннего давления до значений, превышающих эквивалент энергии связи атомов решетки. Само наводораживание происходит вследствие протекающих процессов диффузии протонов ( $H^+$ ), образующихся в результате гидролиза воды при повышенных потенциалах катодной защиты, диссоциации ряда неорганических соединений, таких как гидрокарбонаты, гидросульфиды и сульфиды, нитраты, аммонаты, фосфаты и т.д., жизнедеятельности сульфатвосстанавливающих организмов.

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 31   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

После раскрытия трещин на поверхности трубы в местах повреждения изоляционного покрытия трубопровода происходит ускорение трещинообразования за счет коррозионного влияния электролита грунта, проникающего в трещины.

Конечный этап деструкции (включая долом трещин) контролируется условиями механической нагрузки на трубопровод, напряженно-деформированным состоянием трубной стали, а также ее прочностными характеристиками.

#### Микробиологическая коррозия

Микробиологической коррозией (или биокоррозией) называют коррозию металла, которая возникает в результате жизнедеятельности микроорганизмов. В почвах и природных поверхностных водах содержится огромное количество микроорганизмов - бактерии, грибки, водоросли, простейшие и т.д. В настоящее время установлено, коррозию металла инициируют в большинстве случаев именно бактерии из-за высокой скорости их размножения и активности в химических преобразованиях окружающей среды. Для протекания процесса микробиологической коррозии вызывающие её бактерии должны находиться во влажной или водной среде, также им нужен азот, минеральные соли и ряд других элементов. Необходимо наличие вполне определённых внешних условий, при которых они начинают активно размножаться вблизи трубопровода, таких как:

- температура;
- давление;
- освещённость;
- концентрация водородных ионов;
- концентрация кислорода.

Микроорганизмы могут вызывать коррозию путём продуцирования веществ, вызывающих коррозию (например, кислот), создавая на поверхности металла условия, которые обуславливают появление на поверхности металла разности потенциалов и образования дополнительных анодных и катодных зон, с дальнейшим протеканием коррозионного процесса по электрохимическому механизму.

В случае магистральных трубопроводов наиболее часто встречается микробиологическая коррозия, инициируемая сульфатвосстанавливающими бактериями. Под действием этих бактерий на трубах образуются отдельные каверны. Продукты коррозии имеют чёрный цвет и запах сероводорода. Они содержат около 40% двухвалентного железа и 5% серы в виде сульфидов. Сульфатвосстанавливающие бактерии присутствуют практически во всех грунтах, но заметный коррозионный процесс происходит только тогда, когда присутствует их относительно большое число.

|      |      |          |         |      |                             |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Литературный обзор | Лист |
|      |      |          |         |      |                             | 33   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                             |      |

## Глава 2. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ НЕФТЕПРОВОДА ОТ КОРРОЗИИ

Защита от коррозии трубопроводов – это совокупность мероприятий, которые ориентированы на предоставление длительной эксплуатации находящийся под землей металлических сооружений и трубопроводов. Защита резервуаров и магистральных нефтепроводов, должна гарантировать их долговечность и безаварийную службу на весь период эксплуатации [19].

При абсолютно всех методах прокладки трубопроводов, помимо надземной, трубопроводы должны иметь комплексную защиту от разрушения коррозией.

Способы защиты от разрушения коррозией, находящийся под землей трубопроводов, разделяют на:

1. Активная защита, в которых применяется средства электрохимической защиты.
2. Пассивная защита, в которых применяется изоляционные покрытия, трассового нанесения или готовой заводской изоляцией.

### 2.1. Пассивная защита. Основные требования

Пассивная защита это изоляция металла трубопроводов от коррозии посредством нанесения на его плоскость изолирующего покрытия. С целью защититы поверхности трубопровода от электролита грунта и сформировать разрыв электрической цепи макро- и микрокоррозионных компонентов, на поверхность трубопроводов наносят изолирующие материалы, которые вимеют диэлектрические качества.

|           |      |             |         |      |                                                                          |                              |      |        |
|-----------|------|-------------|---------|------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------|--------|
|           |      |             |         |      | Исследование повышения эффективности применения<br>изоляционных покрытий |                              |      |        |
| Изм.      | Лист | № докум.    | Подпись | Дата |                                                                          |                              |      |        |
| Разраб.   |      | Попов В.А.  |         |      | Глава 2. Методы защиты<br>подземных нефтепровода от<br>коррозии          | Лит.                         | Лист | Листов |
| Руковод.  |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                          |                              | 34   | 117    |
| Консульт. |      |             |         |      |                                                                          | НИ ТПУ ИПР<br>ТХНГ гр. 2БМ5А |      |        |
| Зав. Каф. |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                          |                              |      |        |
|           |      |             |         |      |                                                                          |                              |      |        |

Изолирующие материалы и покрытия обязаны исполнять ряд требований и обладать свойствами, соответствующими условиям работы оберегаемого с их помощью трубопроводов [18]:

1. Водонепроницаемость;
2. непрерывность (сплошность);
3. прилипаемость (адгезия);
4. растяжимость (дуктильность);
5. термостойкость;
6. диэлектрическая сплошность;
7. химическая стойкость;
8. пенетрация (глубина проникновения иглы);
9. возможность механизации нанесения изоляционных покрытий.

В связи с условиями температурного промежутка хранения, прокладки трубопроводов и эксплуатации изолированных труб заводское полиэтиленовое покрытие может обладать следующие виды реализации:

1. Покрытие стандартного исполнения. Предусмотрены с целью использования при температурах эксплуатации 60 °С;
2. Покрытия стандартного исполнения, теплоустойчивые. Предусмотрены с целью использования при высоких температурах эксплуатации трубопроводов 80 °С;
3. Покрытия стандартного исполнения, с высокой морозостойкостью. Назначено с целью использования в условиях крайнего севера;
4. Покрытия особого исполнения. Специализировано с целью постройки подводных переходов и применения способов закрытой прокладки.

Используемые заводские полиэтиленовые материалы состоят с 2-ух (адгезив и полиэтилен) либо из 3-х (праймер+адгезив и полиэтилен) слоев изолирующих покрытий, наносимых на заранее обработанные и подогретые вплоть до установленной температуры трубы способом напыления и

|      |      |          |         |      |                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепровода от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                           | 35   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                           |      |

экструзии. Слои крепко объединены между собой и формируют общее защитное изоляционное покрытие.

Двухслойное полиэтиленовое изоляционное покрытие может использоваться только лишь в качестве защитного покрытия стандартного вида исполнения, с целью изоляции труб диаметром вплоть до 820 миллиметров включительно с температурой эксплуатации трубопроводов не больше 60°C.

Трехслойные полиэтиленовое изоляционное покрытие может использоваться в качестве внешнего покрытия труб абсолютно всех четырех видов исполнения без ограничения согласно диаметру труб [20].

## 2.2. Битумно-мастичные и полимерные покрытия

### Битумно-мастичные покрытия

В течении многих десятков лет битумно-мастичное покрытие считалось главным видом внешнего защитной изоляции отечественных газонефтепроводов. К превосходствам битумно-мастичных лент необходимо причислить их невысокую стоимость, большой опыт их использования, довольно легкую технологию нанесения в трассовых и базовых условиях. Битумные защитные покрытия электропроводимы для токов от электрозащитной станции, хорошо функционируют вместе со средствами ЭХЗ. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 51164-98 "Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии" [11] система битумно-мастичного покрытия сделан из подслоя битумно-полимерной либо битумной грунтовки, 2-ух либо 3-х подслоев битумной мастики, среди которых располагается упрочняющая основа (стеклосетка либо стеклохолст) и внешнего покрова из защитной обертки.

|      |      |          |         |      |                                                              |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепровода<br>от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                              | 36   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                              |      |

Таблица 2.1 Характеристика битумных мастик

| Характеристики                           | Битумные мастики                  |           |                                   |           |                 |           |
|------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------------|-----------|
|                                          | Холодная мастика на растворителях |           | Холодная мастика на водной основе |           | Горячая мастика | Битум     |
|                                          | Кровля                            | Фундамент | Кровля                            | Фундамент | Кровля          | Фундамент |
| Толщина слоя, мм                         | 1                                 | 0,5–1,0   | 1                                 | 0,5–1,0   | 2               | 1         |
| Расход на 1 слой, кг/м <sup>2</sup>      | 1,0–2,0                           | 1,1–1,5   | 1,5                               | 1,0–1,5   | 2,0–2,5         | 1         |
| Время высыхания при +20°C, влажности 50% | 24                                |           | 5                                 |           | 4               |           |
| Температура, °C                          | от -10 до +40                     |           | от +5 до +40                      |           | от -10 до +40   |           |
| Влажность основания не более, %          | 4                                 |           | 8                                 |           | 4               |           |

В роли изоляционных мастик с целью нанесения битумно-мастичных покрытий используются: битумно-полимерные мастики, битумно-резинные мастики и др.

Ключевыми минусами битумно-мастичных покрытий считаются: ограниченный тепловой диапазон использования (от -10 до +40 °C), невысокая биостойкость, высокая влагопроницаемость, устойчивость к продавливанию и слабая ударная прочность покрытия. Срок службы такой изоляции узок, как правило, не превосходит 10-15 лет.

#### Полимерные ленточные покрытия

Система полимерных ленточных покрытий в трассовых условиях в соответствии с ГОСТ Р 51164-98 состоит из подслоя липкого грунтования, одного слоя полимерной изолирующего материала и одного слоя защитной полимерной обертки [11]. Общая толщина слоев 1,2 мм.

Для нефтепроводов разрешается использовать ленточные покрытия в трассовых условиях при изоляции труб с диаметром до 1420 миллиметров, однако при этом общая толщина слоев обязана быть не менее 1,8 миллиметров (наносятся два покрова полимерной ленты и один слой предохранительной обертки).

В концепции полимерного ленточного покрытия функции изолирующей ленты и предохранительной обертки разные. Изоляционное покрытие осуществляет функции предохранительного барьера, мешающего попаданию к поверхности трубопровода коррозионноактивных веществ, т.е. воздуха, почвенного электролита, влаги, гарантирует адгезию покрытия к металлу трубы и устойчивость к катодному отслаиванию. Предохранительная оболочка предназначена в основном с целью увеличения ударной, механической прочности изоляционного покрытия. Она защищает изоляционное покрытие от дефектов во время укладки трубы в траншею и засыпке ее почвой, кроме того во время технологических подвижек трубопровода.

К преимуществам ленточных защитных покрытий нужно причислить: большую технологичность их нанесения на трубопровод в трассовых либо в базовых условиях, довольно обширный тепловой диапазон использования, невысокую влагопроницаемость, невысокую кислородопроницаемость и неплохие диэлектрические свойства.

Ключевыми минусами полимерных ленточных покрытий считаются: невысокая стойкость к микробиологии липкого слоя покрытия, экранирование ЭХЗ, слабая ударная прочность покрытий, невысокая стойкость к сдвигу под влиянием осадки почвы.

Опыт эксплуатации отечественных трубопроводов продемонстрировал, что срок службы полимерных ленточных изоляционных покрытий составляет от 7 до 15 лет на трубопроводах с диаметром 1020 миллиметров и выше, что является меньшим нормативного времени амортизации магистральных трубопроводов в 2-4 раза (т.е. не менее 33 лет).

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 38   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

### 2.3. Однослойные и двухслойные покрытия

В настоящий момент при постройке российских промысловых и магистральных трубопроводов в качестве внешних защитных изоляционных покрытий более обширно используются заводские материалы труб на базе экструдированного полиэтилена.

В первый раз однослойные полиэтиленовые покрытия труб на базе порошкового полиэтилена начали использоваться в конце пятидесятых и в начале шестидесятых годов. Методика нанесения однослойных полиэтиленовых материалов подобна технологии нанесения изоляционных покрытий имеющие порошковые эпоксидные краски. Из-за стойкости к катодному отслаиванию и невысокой водостойкости адгезии однослойные полиэтиленовые материалы не приобрели довольно обширного использования. Им в замену созданы двухслойные изоляционные покрытия с мягким адгезионным слоем. В конструкции этого покрытия в качестве внешнего ударопрочного покрова применялся экструдированный полиэтилен с толщиной не менее 3,0 мм, а в качестве липкого слоя использовались изолирующие битумно-каучуковые мастики, наносимые по слою праймера, с мягким адгезивом толщиной 150-300 мкм.

В последствии этого был сконструирован полимер эфира и этилена акриловой кислоты, проверенный в первый раз в конструкции заводского полиэтиленового изоляционного покрытия труб в виде полимерного термоплавого клеевого подслоя, в практику постройки трубопроводов было внедрено двухслойное полиэтиленовое изоляционное покрытие с жестким липким адгезионным слоем. Позже был изобретен уже целый ряд клеевых термопластичных покрытий на базе сополимеров акрилата и этилена, винилацетатаэтилена и этилена. Двухслойные полиэтиленовые изоляционные покрытия приобрели весьма обширное использование и в течение длительного времени стали главными заводскими материалами для трубопроводов.

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 39   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

Конструктивно двухслойное полиэтиленовое покрытие сделано с адгезионного слоя на базе термоплавкой полимерной композиции толщиной 250-400 мкм и внешнего полиэтиленового покрова толщиной с 1,6 мм вплоть до 3,0 миллиметров. Общая толщина изоляционного покрытия, в зависимости от диаметра трубопровода, составляет не менее 2 мм (включая для трубопроводов с диаметром вплоть до 273 мм) и не менее 3 мм (для труб с диаметром 1020 мм и больше).

С целью нанесения двухслойных полиэтиленовых изоляционных покрытий используются равно как российские, так и завезенные из других стран изолирующие покрытия (термоплавкие композиции на базе полимеров - с целью нанесения липкого адгезионного слоя и композиции термосветостабилизированного полиэтилена - для нанесения внешнего покрова). Для увеличения устойчивости и стабильности двухслойных полиэтиленовых материалов к влиянию воды и стойкости к катодному отслаиванию при высоких температурах ведется обрабатывание поверхности рафинированных труб (пассивизация) с использованием раствора хромата. При верном выборе изолирующих материалов двухслойное полиэтиленовый материал имеет довольно значительными показателями свойств и отвечает техническим требованиям, предъявляемым к заводским изоляционным покрытиям трубопроводов. Такое покрытие способно гарантировать защиту трубопроводов от коррозии в период вплоть до 30 лет и дольше.

В соответствии с ГОСТ Р 52568-2006 и условиями ОАО «АК «Транснефть» ОТТ-04.00-27.22.00-КТН-005-1-03 трубы с двухслойным полиэтиленовым изоляционным покрытием рекомендовано использовать с целью постройки и магистральных и промысловых нефтепроводов с диаметрами вплоть до 820 мм включительно.

Подобные ограничения в взаимоотношении двухслойных полиэтиленовых напыления абсолютно аргументированы. При температурах выше плюс 40-50°C липкий адгезионный подслой покрытия становится

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            | 40   |

мягким, что приводит к значительному уменьшению прилипаемости покрытия к стали (до 10-30 Н/см). Помимо этого, при высоких температурах эксплуатации замечается существенное понижение стойкости материала к катодному отслаиванию и к долгому влиянию воды.

## 2.4. Трехслойные изоляционные покрытия

Строение трехслойного изоляционного покрытия различается от двухслойного присутствием вспомогательного подслоя - эпоксидного праймера (рисунок 2.1). Для нанесения праймирующего подслоя могут применяться как порошковые эпоксидные краски (подходящая толщина эпоксидного покрова при этом должна быть 100-200 мкм и, по крайней мере, на 40-50 мкм быть выше шероховатости очищенной поверхности трубы), так и жидкие эпоксидные краски (при которой толщина сухой пленки праймера должна быть 40-60 мкм). Эпоксидный праймер гарантирует высокую прилипаемость покрытия к стали, устойчивость к катодному отслаиванию и к продолжительному влиянию воды. Помимо этого, эпоксидный слой считается проницаемым для токов от катодной защиты, что формирует хорошую сочетаемость трехслойного полиэтиленового изоляционного покрытия с электрохимической защитой трубы. Полимерный липкий слой считается промежуточным слоем в строении трехслойного изоляционного покрытия труб. Его функции заключаются в обеспечивании липкого сцепления (адгезии) между внутренним эпоксидным подслоем и внешним полиэтиленовым покровом. Внешний полиэтиленовый покровный слой характеризуется низкой влагонепроницаемостью и кислородопроницаемостью, осуществляет функции диффузионного барьера и гарантирует покрытию значительно высокую ударную и механическую прочность. Комбинация всех 3-х слоев изоляционного покрытия делает трехслойный полиэтиленовый материал одним из наиболее эффективных наружных защитных покрытий для трубопроводов.

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 41   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

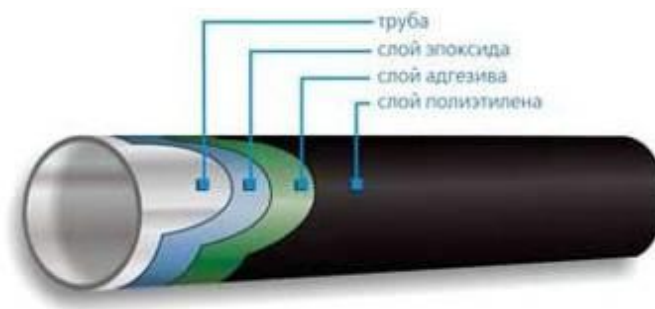


Рисунок 2.1 – Трубопровод с трехслойным полиэтиленовым защитным покрытием

Полиэтиленовое защитное покрытие обладает высокими диэлектрическими свойствами (более 5 кВ), стойкостью к внешним механическим дефектам и высокими коэффициентами адгезии к стали (не менее 35 Н/см) [56].

Таблица 2.2 Основные конструкции заводских трехслойных труб и области их применения

| Наименование покрытия                         | Типы исполнения покрытий              | Максимальная температура эксплуатации, °С | Минимальные толщины покрытий, мм, для труб с диаметром, мм |        |           | Области применения покрытий                                                             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               |                                       |                                           | до 530                                                     | до 820 | Свыше 820 |                                                                                         |
| Заводское трехслойное полиэтиленовое покрытие | Нормальное исполнение                 | 60                                        | 2,2                                                        | 2,5    | 3,0       | Основной тип покрытия для подземной прокладки трубопроводов                             |
|                                               | Нормальное исполнение (теплостойкое)  | 80                                        | 2,2                                                        | 2,5    | 3,0       | Для эксплуатации трубопроводов при повышенных (до 80 С) температурах                    |
|                                               | Нормальное исполнение (морозостойкое) | 60                                        | 2,2                                                        | 2,5    | 3,0       | Для строительства трубопроводов в условиях Крайнего Севера                              |
|                                               | Специальное исполнение                | 60                                        | 2,5                                                        | 3,0    | 3,5       | Для строительства подводных переходов и закрытой прокладки трубопроводов (ННБ, проколы) |

Защитное покрытие наносится способом плоскощелевой боковой экструзии. С целью предоставления высоких адгезионных качеств материала используется высококачественная дробеструйная очистка поверхности трубы, нанесение адгезионно-активной композиции толщиной 300-400 мкм, затем нанесение внешнего защитного покрова на базе термостабилизированной и светостабилизированной композиции полиэтилена. Трубы с изоляционным материалом из экструдированного полиэтилена, имеют несколько существенные положительные стороны:

- качество изоляционного материала не зависит от температуры окружающей среды и т.д.;
- обладает увеличенной механической прочностью;
- покрытие экологически безопасно;
- увеличивает срок службы между ремонтами трубопроводов проводов и культуру строительства.



Рисунок 2.2 – Схема заводской изоляции труб

Трубопроводы изолированные с диаметром 57-1420 мм с двухслойным и трехслойным изоляционным покрытием из экструдированного полиэтилена весьма усиленного типа (ВУС) выпускаются согласно по техническим условиям соответствующим ГОСТ 9.602-2005 «Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии» и ГОСТ 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии» [11].

Достоинства трехслойных полиэтиленовых защитных покрытий в сравнении с двухслойными защитными покрытиями трубопроводов связаны не только с присутствием в строении покрытия вспомогательного слоя - эпоксидного праймера, но и с применением для нанесения адгезионного подслоя и внешнего полиэтиленового покрова более высококачественных изоляционных материалов. К бесспорным превосходствам трехслойных полиэтиленовых покрытий для трубопроводов следует причислить их высокую теплоустойчивость. Применение эпоксидного праймера и нынешних современных адгезионных композиций позволило увеличить температурный диапазон использования полиэтиленовых материалов от 50-60°C вплоть до 80°C. С целью нанесения на трубопроводы трехслойных полиэтиленовых покрытий применяются, как правило, импортные изоляционные материалы: порошковые эпоксидные краски поставки фирм: «3M», «AkzoNobel», «BSCoatings», «BASFCoatings» и др., композиции адгезива и полиэтилена производства «BorealisA|S», «BasellPoliolefins», «TotalPetrochemicals», «DuPont», «IndustriePolieco-MPB S.R.L», «KoreaPetrochemicalInd.Co», «LeunaEurokommerz» и др. Из российских материалов для нанесения на трубы заводских трехслойных покрытий аттестованы к использованию порошковые эпоксидные краски «П-ЭП-0305 М» ООО НПК «Пигмент», г. Санкт-Петербург, «П-ЭП 0130» ООО «Ярославский завод порошковых красок», композиция адгезива «АТИ-06», разработки ЗАО «Терма», г. Санкт-Петербург и композиция полиэтилена высокой плотности «F 308 В» ООО «Ставролен», г. Буденновск, Ставропольского кр.

## 2.5. Анализ причин возникновения дефектов защитных покрытий трубопроводов

Результативность изоляционных материалов внешней поверхности находящийся под землей трубопроводов обуславливается в основном природой покрытия и материала, строением покрытия, технологией нанесения изоляционного покрытия на трубопровод и иными условиями в течении

|      |      |          |         |      |                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепровода от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                           | 44   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                           |      |

эксплуатации. Следует принимать во внимание, то что на практике вероятны случаи, если трубопровод располагается в экстремальных обстановках, т.е. на него одновременно нацелен целый комплекс негативных влияний.

Изменение качеств и нарушение работоспособности защитных покрытий, происходящие при постройке и эксплуатации трубопроводов, являются последствием физико-химических процессов, химического и температурного влияния окружающей среды, внешних механических нагрузок, проходящих в материале изоляционного покрытия. Более значимым для предоставления длительной службы покрытий считается соблюдение технологии изоляционно-укладочных работ.

Классификация основных причин появления повреждений на защитных изоляционных покрытиях трубопроводов показана на рисунке 2.3 [1,2,3]

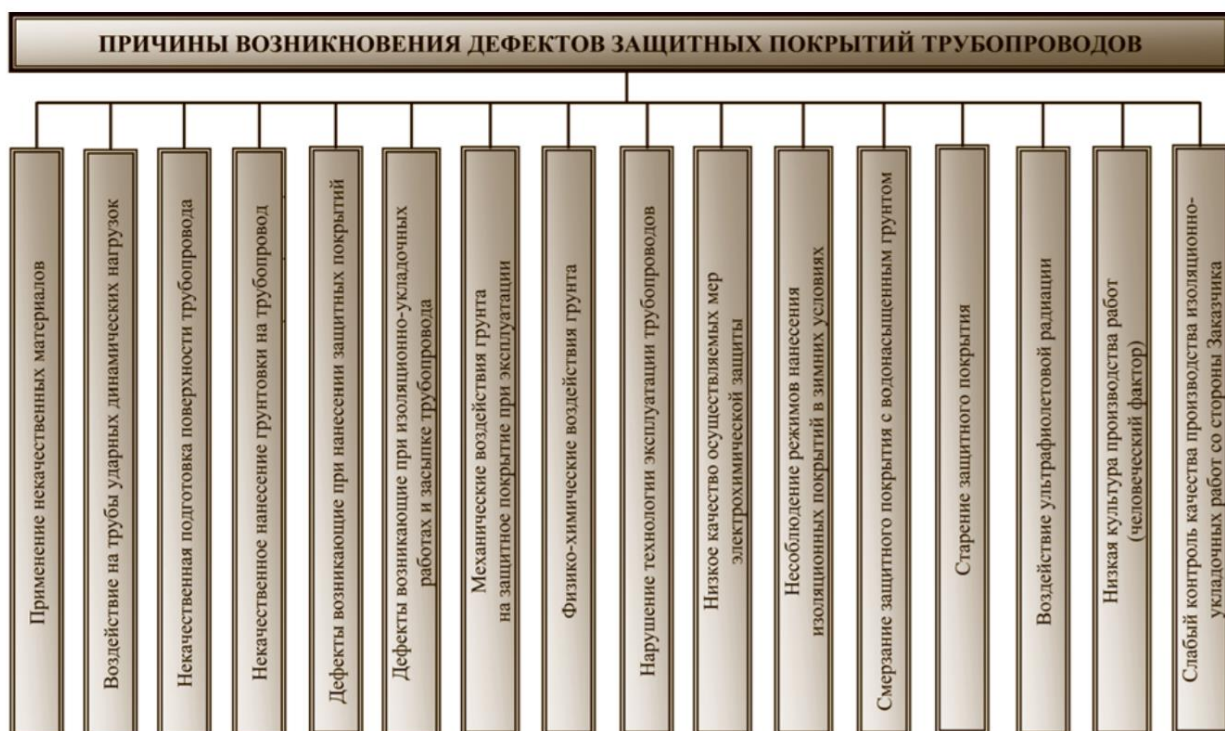


Рисунок 2.3 – Классификация основных причин возникновения дефектов защитных покрытий трубопроводов

1. Использование несоответствующих или низкокачественных изоляционных покрытий. Изменение признаков качества изоляционных материалов совершается в последствии неправильных действий: загрязнение битума землей при хранении, обводнение битума при хранении под открытым небом, неправильного изготовления (нарушение дозы эпоксидных красок, эмалей, лаков, грунтовок, ингредиентов битумной мастики; перегрев мастики; излишнее выведение грунтовки растворителем) либо деформирование рулонов при транспортировке и т.д.

Наибольшее число нарушений технологии бывают при хранении и подготовке изоляционных материалов для битумных покрытий.

Возможны случаи загрязнения битума землей, бумагой и инородными примесями при выгрузке битума на грунт, при разделке битумных отливок на земле либо загрязненном настиле, неполноценной очистке отливок битума от бумаги. При применении полимерных оберток следует наиболее внимательно наблюдать за засорением торцов битумных отливок, чисткой и протиркой обертки перед загрузкой в котел. Не следует позволять загрузки влажной резиновой крошки; попадания воды и влаги в битумноварочные котлы; обводнения готовой битумной мастики или же её образующих (пластификаторов и наполнителей) при хранении под открытым небом, в особенности в осенний и зимний период и т. д.

Появление в битумной мастике нераспадающихся комочков считается последствием применения слежавшейся увлажненной резиновой крошки, содержания в ней значительного числа текстиля (5% и выше) , вдобавок из-за применения невысушенного минерального наполнителя.

Неприемливо высокая температура в котле 200°C и выше и постоянные разогревания котла имеет все шансы вызвать к коксованию мастики и повышению её хрупкости. Кроме того к формированию повреждений могут вызвать: недостаточное смешивание мастики; нарушение верного режима

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 46   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

разогревания котла; неаккуратная дозирование образующих; несоответствие пластификатора, наполнителя, либо битума согласно техническим условиям.

2. При влиянии на трубопроводы ударных динамических нагрузок в ходе хранения, транспортировки и погрузочно-выгрузочных работ возникают вмятины. Без поправления этих недостатков качественного защитного изоляционного покрытия достичь как правило не получается из-за образования в данных участках шатровых пустот.

При перевозке труб с нанесенной фабричной заводской изоляцией зачастую случается повреждение сплошности защитных покрытий в виде трещин, задира, царапин, и др. Данные недостатки необходимо ликвидировать на бровке траншеи перед укладкой.

3. Низкокачественная подготовка поверхности защищаемого трубопровода (обезжиривание, очищение его с коррозии, окалины) уменьшает прилипаемость покрытия к оберегаемому металлу. Используемая грунтовка не гарантирует физико-химического взаимодействия покрытия с недостаточно чистой поверхностью металла. Неисполнение необходимых значений шероховатости металла под завезенные из других стран защитных покрытий в согласовании с стандартами DIN, API, ISO и паспортными данными поставляемых материалов также способен послужить причиной к уменьшению адгезии.

4. Низкокачественное нанесение грунтовки на трубопровод.

Недостаточность перемешиваний битумов в растворителе в ходе изготовления грунтовки либо хранения в грязных тарах способны послужить причиной к её загустеванию, в связи с чем грунтовку наносят на трубопровод подтеками либо неровно. К примеру, битумную грунтовку следует разводить бензином вплоть до плотности 0,81–0,82 г/см<sup>3</sup> либо до условной вязкости 15 с согласно вискозиметру ВЗ-4; в непрофильтрованной грунтовке могут быть сгустки битума, в связи с этим грунтовку необходимо профильтровывать через сито с ячейками не больше 0,1 мм.

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 47   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

Прочие битумно-полимерные и полимерные грунтовки необходимо разводить в согласовании с техническими условиями в их использование.

В трассовых условиях при нанесении разных типов грунтовок на мокрую поверхность трубопроводов возникают пузыри, которые уменьшают адгезию грунтовки к металлу.

В ветреную погоду при нанесении грунтовки в грунтовальном слое могут сформироваться воздушные пузыри. В таком случае рабочий участок следует прикрыть от ветра шатровым укрытием либо иными укрытиями, а при мощном ветре, в случае если данные мероприятия не дает результата, прервать работу. Одной из причин низкий адгезии грунтовки считается пылеобразование, оседающая на трубе спустя после очищения трубопровода от коррозионной ржавчины. С целью удаления пыли от трубопровода на очищающей машине следует снабдить вакуумный электронасос, а за крайним рядом щеток закрепить брезентовое полотенце.

При малом либо неровном обливе трубопровода грунтовкой, перекосе брезентового полотенца, интенсивном его загрязнении и износе могут формироваться пробелы в грунтовальном слое; с целью ликвидации данных недостатков необходимо настроить облив трубы грунтовкой либо заменить полотенце. Пробелы грунтовки у сварных швов следует покрасить ручным способом.

Помимо этого, в технологии нанесения рулонных изолирующих материалов существует значительный недочет. При изоляции трубопроводов период времени между нанесением грунтовки на трубу и намоткой полиэтиленовой ленты так мал, что растворитель, содержащийся в грунтовке, никак не успевает улечься. Слабопроницаемая полиэтиленовая пленка мешает испарению растворителя, в следствие чего под ней появляются множественные вздутия, которые нарушают липкое адгезионное состояние между слоями покрытия.

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 48   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

При использовании термоусаживающихся покрытий очень важно соблюдение температуры и времени индукционного нагрева эпоксидных грунтовок.

5. Недостатки, образующиеся при нанесении разных защитных покрытий, обладают собственными характерными чертами.

При нанесении полимерных изоляционных лент значительная разность толщины лент, при механизированном нанесении, может вызвать морщины, гофры и складки. При небольшой разности толщины интенсивное растяжение наносимой ленты расправляет её.

В рулоне телескопичный сдвиг витков ленты приводит к плохому нанесению изоляционного покрытия, к непозволительному либо лишнему нахлесту посреди витков лент. Подобные рулоны следует отторцевать либо применять вручную, к примеру, при ремонте изоляционных покрытий.

Неверно подобранный угол наклона шпуль, неправильная регулировка изоляционных машин, малая натяжка ленты приводят неровному нахлесту и к формированию морщин гофр. Нанесение клейкой ленты 2-мя рулонами различной ширины приводит к несплошности покрытия и неровному нахлесту.

Скачок клея на пограничную неприлипающую сторону нарушает адгезию ленты. Следует точно придерживать температурный режим нанесения изоляционной ленты в соответствии с техническими условиями.

Нанесение изоляционной ленты на слабо расчищенную от брызг металла и грата поверхности сварных стыков труб приводит к проколам покрытия. Данные зоны пред нанесением покрытия следует почистить.

Чтобы избежать гофрообразования необходимо применять изоляционные покрытия, характеризующиеся незначимой предрасположенностью к ползучести и обеспечивающие отличную прилипаемость с поверхностью трубопровода, так как возникновение на

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 49   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

изоляции гофр в течение эксплуатации трубопровода связано со смещением изоляционного покрытия относительно трубы.

Между изоляционными покрытиями и трубопроводами в участках переходов от сварных швов (поперечных и продольных ) к металлу трубы появляются шатровые пустоты, которых необходимо заполнить и выровнять с помощью противокоррозионной шпатлевкой.

Во время нанесения битумных мастик одной из ключевых причин появления повреждений считается неправильное соблюдение температурного режима при нагревании и нанесении изоляционных лент.

При присутствии в битумной мастике резиновой крошки, сгустков наполнителя либо кусков бумаги на поверхности изоляционного покрытия возникают дефекты в виде неровных выпуклостей либо точечных повреждений. Мاستику следует фильтровать проходя через металлические сетки, ячейки которых составляет 1,5 мм. Также мاستику заводского производства следует фильтровать перед сливом в битумовоз и также в ванну изоляционной машины.

Обеспечить требуемую одинаковую равномерную толщину изоляционного покрытия по всему периметру трубопровода практически не получается.

Снижение толщины изоляционного покрытия, в особенности внизу трубы, совершается при нанесении холодной мастики, при неверной посадке обечайки либо из-за малой её длины. В таких случаях мастика никак не поспевает сформировать удовлетворительный слой по всей окружности защищаемого трубопровода, и в особенности в нижней его доли. Данный недостаток способен также появиться при повышении ходовой скорости изолирующей машины и недостающем зазоре между низом трубы и обечайкой, когда нанесенное покрытие касается края обечайки.

В основном зачастую толщина защитной битумной изоляции из-за продавливания под своим весом трубы по нижней образующей трубопровода

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 50   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

не удовлетворяет условиям требований нормативных документов. Такое фактически постоянно выявляется при изоляционно-укладочных работ в летнее время, т. е. когда битумная мастика пребывает в пластичном состоянии при укладке трубы в днище траншеи.

При мощном ветре пыль может оседать на огрунтованную поверхность трубы и возможно появление пузырей. При присутствии влажности в мастике либо на поверхности трубопровода в покрытии также появляются пузыри. Перегревание мастики на 200 °С и выше тоже приводит к формированию газовых пузырей. Присутствие пены в битумоварном котле способен спровоцировать появление отдельных групп небольших пузырей в покрытии. Нарушения сплошности покрытия замечаются при механических повреждениях, сдвиге сгустков мастики концом обечайки, а также выпадении инородных включений.

Пробелы в покрытии считаются более опасными недостатками. Появляются они при неверной центровке её относительно рамы машины (искажение); при присутствии в обечайке помятостей; при некрепком натяжении расчалок, когда обечайка задевает трубу и проемы по её периметру то возрастают, то сокращаются; при затвердевании в обечайке мастики, а еще засорении обечайки либо попадании сторонних объектов; при неровном обливке трубы мастикой, засорении насоса либо битумопровода, неточной настройке обечайки, когда она собственными концами срезает ранее нанесенный слой покрытия. В таких случаях изоляцию трубопровода нужно прекратить до тех пор, пока все причины этих дефектов, содействующие формированию недостатков, не будут ликвидированы [4,5,6,7].

При нанесении оберточных и армирующих рулонных материалов могут появиться последующие недостатки: обвисание обертки снизу трубы и истекание мастики в последствии перегрева мастики, неровного натяжения обертки, выполнения изолирующих работ в очень жаркую погоду; малое погружение стеклохолста в мастику из-за низкого натяжения либо наложения

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 51   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

по охладившемуся слою мастики; вытеснение слоя мастики с одной стороны ленты и появление складок и морщин у второго в следствии перекося материала; несоблюдение однородности покрытия, из-за неверного исполнения нахлеста.

Во время хранения, перевозки и при сварке трубопроводов с полиэтиленовым заводским покрытием вероятно отслаивание изоляции по кромкам на ширину (примерно до 40 мм и более). Появление дефектов связано в большей степени с воздействием экстремальных температурных условий, которые приводят к повышению внутренних напряжений в защитном покрытии и к уменьшению адгезии. В работах И. Ю. Быкова и Ю. А. Теплинского отмечается, то что это в первую очередь погодные повторяющийся перемены температуры окружающего воздуха с перепадом до 30 °C в протяжении дня и продолжительное влияние непозволительных положительных температур выше 48 °C и отрицательных температур ниже минус 22 °C, а также тепловое влияние на покрытие при исполнении сварного шва свыше 90 °C (с учетом подготовительного обогрева поля сварки) [8, 9].

При температуре от -22 до +48 °C значения сцепления (адгезия) и внутреннего напряжения в изоляции покрытия с металлом пребывают в пределах допустимых — не менее 70 Н/см и не более 3 Н/мм<sup>2</sup> соответственно. Влияние сварочной теплоты и атмосферное температурное влияние на кромку изоляционного покрытия формируют в покрытии трубопровода напряженное состояние при одновременном понижении адгезионных свойств.

Усадочные силы, провоцирующие увеличение внутреннего напряжения на кромке защитного покрытия, приступают превосходить силы адгезии. С понижением температуры окружающего воздуха менее -22 °C адгезия снижается более чем в 33 раза, а внутренние напряжения на кромке изоляционного покрытия повышается в 2 раза [10]. В таких обстоятельствах начинается повреждение защитного материала: кромка под воздействием усадочной силы начинает сдвигаться, а впоследствии необратимо

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 52   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

деформируется, устремляется отъединиться от поверхности трубопровода; клеевой слой перестает осуществлять роль сцепляющей адгезии из-за нарушенной структуры: появляются воздушные пробелы, неспособные к самоликвидации, когда восстанавливаются нормальные температурные условия. Возникновение такого дефекта покрытия представляет собой необратимый процесс; он способен развиваться и прогрессировать при циклических или повторяющихся температурных влияниях, но никак не способен возвратиться к первоначально установленным параметрам. Тенденция данных влияний обуславливается климатическими признаками местности. Особенно опасными считаются перепады температур в зимнее время в северных районах и арктических регионах.

Механика возникновения повреждений под влиянием теплоты сварочных работ тоже зависит от равновесия сил адгезии и напряженного состояния полимерного слоя. Определено, что при выполнении работ сварного шва внутреннее напряжение на кромке изоляционного покрытия возрастает с увеличением температуры нагрева в области около шва и с уменьшением дистанции от кромки покрытия до сварного шва с 3 Н/мм<sup>2</sup> при температуре +48°С до 9 Н/мм<sup>2</sup> при температуре +100°С. Адгезионная стойкость сцепления изоляционного покрытия с металлом при этих же ситуациях снижается от 70 до 12 Н/см.

Все разновидности температурных колебаний погоды, порождающих размягчение и охрупчивание адгезионного слоя, приводят к смещению в худшую сторону липких качеств адгезии изоляционного покрытия, причем уровень данного ухудшения зависит от длительности времени хранения труб и амплитуды температурных скачков.

Особо возможная интенсивность возникновения недостатков приурочена к температуре -30 °С, что считается опасной температурой, при достижении которой появляется огромное число возникновения дефектов,

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 53   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

сопутствующее уменьшением работоспособности изоляционного покрытия [1, 7, 9, 11].

6. В процессе изоляционно-укладочных работ возможны появления повреждений при нарушении условий нормативно-технической документации на производство работ, к примеру: при неполадке или неверной настройке изолирующих и очистных машин, при мощном ветре, при температуре  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже, при выпадении осадков.

Продолжительное пребывание изолированной трубы на берме траншеи способен вызвать к дефектам от продавливания на лежках, растрескивания из-за холода, оплывания на солнце и иных сторонних механических влияний. Повреждения материала могут быть обнаружены при осмотре изоляционного покрытия, в дальнейшем необходимо сделать восстановление покрытия, после чего подлежит дальнейшая проверка качества покрытия дефектоскопом. Дефекты изоляционного покрытия при укладке трубы в траншею с бермы появляются при неправильном захвате трубы петлей троса, т.е. при отсутствии полотенца либо при малой ширине полотенца; при ударе об край траншеи во время спуска трубы, в особенности на криволинейных местах трассы трубопровода.

Повреждения покрытия обнаруживают в траншее и на месте исправляют.

При укладке трубы в теплую погоду, когда защитное покрытие не успевает охладиться после нанесения и соприкасается стен траншеи, вероятны его сдиры и продавливания. Спуск трубы с битумным покрытием, с температурой которого  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше, на неровное днище траншеи, вдобавок присутствие комьев высохшей глины либо камней неминуемо приводят к повреждению покрытия из-за продавливания. С целью избежание повреждений и дефектов изоляционного покрытия дно траншеи изначально необходимо спланировать, камни и высохшие комья грунта необходимо убрать, а в местах сухих, щебенистых и каменистых грунтов подсыпать

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 54   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

рыхлый грунт на дно траншеи и подобной же почвой посыпать трубу, после укладывания трубопровода точно по оси траншеи [1, 4, 5, 7].

7. Механические влияния грунта на трубопровод при эксплуатации приводят растягивающим либо сдвигающим напряжениям изоляционного покрытия, в последствии этого случаются растрескивание, появление складок, царапин, задиров, гофр.

В дальнейшем после укладывания трубопровода с покрытием в траншею изоляционное покрытие подвергается различным деформациям из-за механических сил во время стабилизации грунтовой засыпки. Деформации одновременно с воздействием поверхностно-активных веществ грунта приводят к повреждению изоляции, из-за этого нарушается целостность покрытия и начинается активная коррозия трубопроводов.

Почва, которая сползает в пазуху траншеи при его естественной оседающей природе, формирует сдвигающие усилия по бокам поверхности трубы, из-за этого изоляционное покрытие подвергается ползучести, после чего способны образоваться гофрообразование и растрескивание [1, 5, 12, 13, 14].

8. Физико-химическое влияние почвы, воздействие поверхностно-активных веществ грунтовой-коллоидальной среды, которое приводит к выпотеванию и из-за этого вымывается пластификаторы из изоляционных покрытий.

9. Некорректная эксплуатация трубопровода (перекачивание продукта с температурой выше предназначенной по проекту, внезапный перепад температуры либо давления продукта и т. д.).

10. Невысокое качество исполняемых мер по ЭХЗ: различие значений (ниже или выше дозволяемого) потенциала «труба-земля». Катодная поляризация при значениях потенциала выше допустимого значения может стать причиной к отслаиванию изоляционных покрытий.

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 55   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

11. Нарушение порядков нанесения изоляционных покрытий в холодных или зимних условиях окружающей среды — несоблюдение режимов обогрева трубы, грунтовки, защитных покрытий, несоблюдение порядков хранения.

Нанесение многих разновидностей изоляционных покрытий разрешается до  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , но при температуре окружающей среды  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже бессмысленно осуществлять в трассовых условиях изоляционные работы, к примеру, меняются физико-механические характеристики изоляционных покрытий (в частности, температура полимерных изоляционных лент и оберток близится к температуре стеклования), при низкой температуре уменьшается сосредоточенность операторов изоляционно-укладочной колонны.

Наибольшие трудности появляются при проведении работ по нанесении покрытия на битумной основе в зимний период времени. Они утрачивают свои пластические особенности и становятся непрочными при низкой температуре окружающей среды. С целью деятельности работ по изоляции в зимний период времени имеются особые рецептуры битумных мастик, которые имеют высокие содержания пластификатора. Повышением доли пластификатора до 7–10% в мастике возможно достичь требуемых качеств, что оптимально для работ при температуре до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Последующее повышение пластификаторов повергнет к внезапному уменьшению прочностных черт мастики и к возникновению текучести при температурах эксплуатации в среднем колеблющиеся от 0 до  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температура размягчения мастики обязана более чем на  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  быть выше температуры транспортируемого продукта. ГОСТ Р 51164-98 ограничивает температуру хрупкости битумных мастик от  $-10$  до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1, 11].

12. Смерзание изоляционного материала трубы с водонасыщенным грунтом.

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 56   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

13. Во время засыпки трубы почвой ударное усилие на защитное покрытие способно быть очень большей, в особенности в зимний период времени, когда обледеневший грунт обладает значительную твердость, а изоляционное покрытие пребывает в состоянии, схожем к непрочному. Зачастую нарушение сплошности и целостности изоляционных покрытий совершается во время засыпки трубы скальным грунтом, что категорически нельзя.

14. Изнашивание. Изнашивание изоляционных покрытий совершается по разному механизму, т. е. ключевые процессы, характеризующие изнашивание покрытий, разнообразны в различных изоляционных материалах. К примеру, изнашивание битумных изоляционных покрытий обуславливается во время процессов поглощения воды и влаги, выпотевания и вымывания пластификаторов; изнашивания поливинилхлоридных материалов (выпотевание пластификаторов); полиэтиленовых материалов (расходование антиоксиданта). Характерной чертой изнашивания защитных покрытий, считается зависимость скорости старения от температуры.

В работе Б. И. Борисова описаны сведения анализов, согласно которым пришли к выводу, что с повышением влаги почвы возрастает растрескивание защитных покрытий и снижается их срок службы [4].

15. Влияние ультрафиолетового излучения при хранении и перевозке защитных покрытий либо заводских изолированных трубопроводов.

16. Человеческий фактор: низкий уровень культуры производства во время строения или ремонте труб, в частности в и изоляционно-укладочных работ.

17. Плохой надзор качества производства изоляционно-укладочных работ от стороны предприятия и др.

Результативность защитных покрытий внешней поверхности находящийся под землей труб обуславливается в основном природой самого изоляционного материала и покрытия на его базе, строением изоляционного

|      |      |          |         |      |                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепровода от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                           | 57   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                           |      |

покрытия, технологией нанесения изоляционного покрытия на трубу и иными критериями в ходе эксплуатации. Следует принимать во внимание, то что на практике вероятны эпизоды, когда трубопровод располагается в сверхэкстремальных ситуациях, т. е. на него в одно и тоже время нацелен полный комплекс негативных влияний.

|      |      |          |         |      |                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 2. Методы защиты подземных нефтепроводов от коррозии | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                            | 58   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                            |      |

## Глава 3. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ, РАСЧЕТ, ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

### 3.1. Краткая характеристика объекта

### 3.2. Расчет срока службы различных изоляционных покрытий

### 3.3. Ремонт трубопроводов в траншее с сохранением его пространственного положения

### 3.4. Метод спиральной намотки для изоляция труб термоусаживающими

|           |      |             |         |      |                                                                              |                              |      |        |
|-----------|------|-------------|---------|------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------|--------|
|           |      |             |         |      | Исследование повышения эффективности применения<br>изоляционных покрытий     |                              |      |        |
| Изм.      | Лист | № докум.    | Подпись | Дата |                                                                              |                              |      |        |
| Разраб.   |      | Попов В.А.  |         |      | Глава 3. Объект<br>исследования, расчет,<br>технология нанесения<br>покрытий | Лит.                         | Лист | Листов |
| Руковод.  |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                              |                              | 59   | 117    |
| Консульт. |      |             |         |      |                                                                              | НИ ТПУ ИПР<br>ТХНГ гр. 2БМ5А |      |        |
| Зав. Каф. |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                              |                              |      |        |
|           |      |             |         |      |                                                                              |                              |      |        |

## Глава 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данной главе необходимо произвести расчеты стоимости работ по переизоляции участка магистрального нефтепровода протяженностью 7000 м с целью определения срока окупаемости, рентабельности и целесообразности осуществления данных работ.

Стоимость работ по переизоляции участка нефтепровода включает в себя следующие расчеты:

- стоимость материалов;
- оплата труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация оборудования;
- прочие расходы.

### 4.1. Расчёт затрат времени, труда, заработной платы, материалов и оборудования

Для начала необходимо рассчитать время проведения изоляционных работ, которые включают:

- очистку снега;
- рыхление грунта;
- снятие плодородного слоя;
- вскрышные работы;
- очистка трубопровода от старого покрытия;
- нанесение новой изоляции;
- балластировка;

|           |      |             |         |      |                                                                                  |                                        |      |        |
|-----------|------|-------------|---------|------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|--------|
|           |      |             |         |      | <i>Исследование повышения эффективности применения<br/>изоляционных покрытий</i> |                                        |      |        |
| Изм.      | Лист | № докум.    | Подпись | Дата |                                                                                  |                                        |      |        |
| Разраб.   |      | Попов В.А.  |         |      | Глава 4. Финансовый<br>менеджмент<br>ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение | Лит.                                   | Лист | Листов |
| Руковод.  |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                                  |                                        | 69   | 117    |
| Консульт. |      |             |         |      |                                                                                  | НИ ТПУ      ИПР<br>ТХНГ      гр. 2БМ5А |      |        |
| Зав. Каф. |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                                  |                                        |      |        |
|           |      |             |         |      |                                                                                  |                                        |      |        |

- обратная засыпка грунтом трубопровода.

Продолжительность времени проведения работ по переизоляции приведена на таблице 4.1

Таблица – 4.1 Время проведения работ по переизоляции

| Наименование работ                                     | Продолжительность, ч. |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| Очистка снега                                          | 20                    |
| Рыхление                                               | 35                    |
| Снятие плодородного слоя                               | 80                    |
| Вскрышные работы                                       | 80                    |
| Очистка, изоляция, балластировка, засыпка трубопровода | 140                   |
| Засыпка плодородного слоя и рекультивация              | 40                    |

Общее проведения работ по переизоляции составляет – 395 ч.

Во время переизоляции участка нефтепровода требуются следующие оборудования:

- трубоукладчики;
- одноковшовые эксковаторы;
- бульдозеры;
- очистная машина;
- изоляционная машина;
- шлифовальные машины;
- газоанализатор;
- трассоискатель.

Необходимое количество оборудования для проведения замены изоляции на заданном участке приведено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Необходимое оборудование

| Наименование обслуживаемого оборудования (виды работ) | Вид ремонта (ед.изм.) | Обоснование нормы времени. | Кол-во ед оборудования |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| Трубоукладчик                                         | Замена изоляции       | План-График ППР            | 4                      |
| Одноковшовый эксковатор                               | Замена изоляции       | План-График ППР            | 2                      |
| Бульдозер                                             | Замена изоляции       | План-График ППР            | 3                      |
| Очистная машина                                       | Замена изоляции       | План-График ППР            | 1                      |
| Изоляционная машина                                   | Замена изоляции       | План-График ППР            | 1                      |
| Шлифовальная машина                                   | Замена изоляции       | План-График ППР            | 2                      |
| Газоанализатор                                        | Замена изоляции       | План-График ППР            | 1                      |
| Трассоискатель                                        | Замена изоляции       | План-График ППР            | 1                      |
| Итого                                                 |                       |                            | 15                     |

Определяем явочную численность рабочих.

Явочная численность характеризует количество работников, необходимых для выполнения работ в определенное время:

$$Ч_я = H_{вр} \cdot ВП / T_{рв}, \quad (4.1)$$

где

$H_{вр}$  - норма времени на единицу продукции (чел-час);

$ВП$  - объём выпущенной продукции в натуральном выражении, примем 1;

$T_{рв}$  - эффективный фонд рабочего времени, час;

Для определения  $T_{рв}$  составляют баланс составляют баланс времени одного человека;

$$T_{рв} = (T_k - T_{нрз} - T_в - T_о) \cdot t, \quad (4.2)$$

где

$t$  - продолжительность рабочей смены;  $T_{\delta}$  - число дней невыхода на работу, предусмотренные трудовым законодательством, отпуск, по болезни, дн;  $T_{\kappa}$  - календарный фонд времени, дн;  $T_{npз}$  - число праздничных дней;  $T_{\epsilon}$  - число субботних и воскресных дней.

Таким образом,

$$T_{\delta} \approx 28 + 14 = 42,$$

$$T_{\kappa} - T_{npз} - T_{\epsilon} = 365 - 104 - 12 \approx 249,$$

$$T_{pв} = (T_{\kappa} - T_{npз} - T_{\epsilon} - T_{\delta}) \cdot t = (249 - 42) \cdot 8 = 1648 \text{ ч.}$$

Тогда

$Ч_{я} = H_{\epsilon p} \cdot ВП / T_{pв} = 14,32 / 1648 = 86,89 \cdot 10^{-4}$ , чел (на примере трубоукладчика).

Заполнить значения  $Ч_{я}$  в таблице 4.3.

Списочная численность  $Ч_{cn}$  больше явочной и характеризует общую численность работников с учётом пропусков рабочего времени (болезнь):

$$Ч_{cn} = Ч_{я} \cdot K_{cn}, \quad (4.3)$$

где

$K_{cn} = T_{nl} / T_{pв}$  - коэффициент списочного состава (всегда больше единицы);

$T_{nl}$  - фонд рабочего времени предприятия в планируемом периоде, дн;

$T_{pв}$  - эффективный фонд рабочего времени каждого работника в планируемом периоде, дн;

Таким образом,  $K_{cn} = 1,242$ ,  $Ч_{cn} = 10,79 \cdot 10^{-3}$  чел

#### 4.1.1. Затраты на необходимые оборудования и на объем производимых работ

Объем производимых работ по переизоляции участка магистрального нефтепровода приведена на таблице 4.3.

|      |      |          |         |      |                                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 4. Финансовый менеджмент<br>ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                            | 72   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                            |      |

Таблица 4.3 - Объем производимых работ

| Наименование обслуживаемого оборудования (виды работ) | Норма времени на единицу работы | Численность               |                             | Задание                 |                           | Выполнение нормированного задания. % |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|                                                       |                                 | Явочная *10 <sup>-3</sup> | Списочная *10 <sup>-3</sup> | Кол-во ед. оборудования | Трудоемкости работы ч/час |                                      |
| Трубоукладчик                                         | 3.58                            | 86,89                     | 107,9174                    | 4                       | Трубоукладчик             | 3.58                                 |
| Одноковшовый эксковатор                               | 3.58                            | 43,44                     | 53,95248                    | 2                       | Одноковшовый эксковатор   | 3.58                                 |
| Бульдозер                                             | 3.58                            | 65,17                     | 80,94114                    | 3                       | Бульдозер                 | 3.58                                 |
| Очистная машина                                       | 3.58                            | 21,72                     | 26,97624                    | 1                       | Очистная машина           | 3.58                                 |
| Изоляционная машина                                   | 3.58                            | 21,72                     | 26,97624                    | 1                       | Изоляционная машина       | 3.58                                 |
| Шлифовальная машина                                   | 3.58                            | 43,44                     | 53,95248                    | 2                       | Шлифовальная машина       | 3.58                                 |
| Газоанализатор                                        | 3.58                            | 21,72                     | 26,97624                    | 1                       | Газоанализатор            | 3.58                                 |

Стоимость требуемых оборудования и стоимость последующих ремонтных работ по переизоляции участка магистрального нефтепровода приведена на таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Потребность в оборудовании для ремонта трубопровода

| Наименование            | Марка   | Кол. во. | Цена ед. руб | Стоимость всего оборудования | Стоимость монтажа, руб | Транспортные расходы, руб |
|-------------------------|---------|----------|--------------|------------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1                       | 2       | 3        | 4            | 5                            | 6                      | 7                         |
| Трубоукладчик           | К-594   | 4        | 2688000      | 10752000                     | 0                      | 8040                      |
| Одноковшовый эксковатор | ЭО-4121 | 2        | 1456000      | 2912000                      | 0                      | 1240                      |
| Бульдозер               | ДЗ-110  | 3        | 1507520      | 4556000                      | 0                      | 5451,2                    |
| Очистная машина         | ОМ-1422 | 1        | 405100       | 405100                       | 20255                  | 1102                      |
| Изоляционная машина     | ИЛ-1422 | 1        | 1433600      | 1433600                      | 71680                  | 2672                      |

#### 4.1.2. Затраты на необходимые изоляционные материалы для переизоляции трубопровода

Для проведения ремонтных работ по переизоляции участка магистрального нефтепровода с применением термоусаживающего изоляционного покрытия требуются следующие основные и вспомогательные материалы:

- праймер;
- плёнка;
- обёртка;
- ватин;
- утяжелитель.

Далее определяем стоимость основных и вспомогательных материалов.

Таблица 4.5 - Определение потребности материалов

| Наименование материала | Ед. измерения | Кол-во | Цена за ед., руб. | Стоимость всего объема, руб. |
|------------------------|---------------|--------|-------------------|------------------------------|
| Праймер                | кг            | 1200   | 15,62             | 18744                        |
| Плёнка                 | Пог.м         | 7000   | 7                 | 49000                        |
| Обёртка                | Пог.м         | 7000   | 6                 | 42000                        |
| Ватин                  | шт            | 120    | 600               | 72000                        |
| Утяжелитель            | шт            | 120    | 7050              | 846000                       |
| Транспортные расходы   |               |        |                   | 184300                       |
| Итого                  |               |        |                   | 1193300                      |

#### 4.1.3. Затраты на заработную плату

Далее определим затраты на оплату труда работникам за период проведения замены изоляционного покрытия участка нефтепровода. Заработная плата оплачивается следующим работникам:

- машинистам трубоукладчиков;
- машинистам экскаваторов;

- машинистам бульдозеров;
- линейным трубопроводчикам;
- машинисту изоляционной машины;
- машинисту очистной машины;
- мастерам;
- изолировщику;
- водителям.

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;
- премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др;
- начисления стимулирующего или компенсирующего характера
- надбавки за работу в ночное время, в многосменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и праздничные дни и др;
- надбавки по районным коэффициентам;
- суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования.

Далее определяем затраты на оплату труда в период строительства с учетом премии и районного коэффициента (таблица 4.6).

|      |      |          |         |      |                                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 4. Финансовый менеджмент<br>ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                            |      |
|      |      |          |         |      |                                                                            |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                            | 75   |

Таблица 4.6 - Фонд оплаты труда

| Профессия                    | Разряд | Кол-во, чел | Тарифная ставка, руб. | Тарифный фонд ЗП, руб. | Премия |         | Основная ЗП, руб. | Районный коэффициент 15% | Общий фонд ЗП, руб. |
|------------------------------|--------|-------------|-----------------------|------------------------|--------|---------|-------------------|--------------------------|---------------------|
|                              |        |             |                       |                        | %      | Сумма   |                   |                          |                     |
| Машинист трубоукладчика      | 6      | 4           | 97,2                  | 28016,6                | 50     | 14008,3 | 42024,9           | 6303,735                 | 48328,64            |
| Машинист экскаватора         | 5      | 2           | 97,2                  | 19338,8                | 50     | 9669,4  | 29008,2           | 4351,23                  | 33359,43            |
| Машинист бульдозера          | 5      | 3           | 97,2                  | 22008,4                | 50     | 11004,2 | 33012,6           | 4951,89                  | 37964,49            |
| Линейный трубопроводчик      | 6      | 4           | 97,2                  | 23347,2                | 50     | 11673,6 | 35020,8           | 5253,12                  | 40273,92            |
| Линейный трубопроводчик      | 4      | 2           | 66,4                  | 14382                  | 50     | 7191    | 21573             | 3235,95                  | 24808,95            |
| Машинист изоляционной машины | 6      | 1           | 97,2                  | 12669,4                | 50     | 6334,7  | 19004,1           | 2850,615                 | 21854,72            |
| Машинист очистной машины     | 6      | 1           | 97,2                  | 12669,4                | 50     | 6334,7  | 19004,1           | 2850,615                 | 21854,72            |
| Мастер                       | 6      | 4           | 97,2                  | 26677,8                | 50     | 13338,9 | 40016,7           | 6002,505                 | 46019,21            |
| Изолировщик                  | 6      | 1           | 97,2                  | 12669,4                | 50     | 6334,7  | 19004,1           | 2850,615                 | 21854,72            |
| Водители                     | 5      | 4           | 22,8                  | 8739,8                 | 50     | 10739,8 | 32219,4           | 4832,91                  | 37052,31            |
| Итого                        |        | 26          |                       |                        |        |         | 289887,9          | 43483,19                 | 333371,1            |

Зная общий фонд заработной платы рассчитываем величину отчислений на социальные нужды (26%).

$$СН = 333371,1 \cdot 0,26 = 86676,48 \text{ руб.}$$

#### 4.1.4. Расчёт на амортизационные отчисления и прочие расходы

Полную стоимость амортизации рассчитаем с учетом стоимости транспортных расходов и стоимости монтажа, которые составляют соответственно 2 % и 5 % от стоимости всего оборудования.

Таблица 4.7 - Расчёт амортизационных средств

| Наименование            | Марка   | Кол-во, чел | Полная стоимость, руб | Норма амортизации % | Сумма амортизации, руб |
|-------------------------|---------|-------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| Трубоукладчик           | К-594   | 4           | 10760400              | 20                  | 2152200,8              |
| Одноковшовый эксковатор | ЭО-4121 | 2           | 2913240               | 20                  | 582648,0               |
| Бульдозер               | ДЗ-110  | 3           | 4556545,2             | 20                  | 911309,2               |
| Очистная машина         | ОМ-1422 | 1           | 426457                | 20                  | 85291,4                |
| Изоляционная машина     | ИЛ-1422 | 1           | 1507952               | 20                  | 301590,4               |
| Шлифовальная машина     |         | 2           | 8160                  | 20                  | 1632,0                 |
| Газоанализатор          | АНТ-2М  | 1           | 5355                  | 20                  | 1071,0                 |
| Трассоискатель          | ВТМ-IVM | 1           | 7650                  | 20                  | 1530,0                 |
| Итого                   |         |             | 20185759              |                     | 4037273                |

Сумма амортизации исчисляется за период строительства:

$$\sum A/2360 \cdot 96 = 164288,7 \text{ руб.} \quad (4.4)$$

Прочие расходы включают в себя: ремонт оборудования, накладные расходы, содержание АУП и т.д., и составляют 40 % от прямых затрат.

Прочие расходы:

$$(333371,1 + 86676,48 + 1193300) \cdot 0,4 = 645\,339,03 \text{ руб.}$$

Составляем смету затрат на работы по переизоляции нефтепровода.  
Данные заносим в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 - Смета затрат на ремонт

| Показатели                     | Стоимость, руб |
|--------------------------------|----------------|
| Материалы                      | 1193300        |
| Заработная плата               | 333371,1       |
| Отчисления на социальные нужды | 86676,48       |
| Амортизация основных средств   | 164288,7       |
| Прочие расходы                 | 645 339,03     |
| Итого                          | 2422975,31     |

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$A = H_a \cdot C_{оф} \quad (4.5)$$

$$A = 0,04 \cdot 2422975,31 = 1209559,01 \text{ руб.}$$

где:

A - амортизационные отчисления основных фондов, руб.;

C<sub>оф</sub> – Первоначальная стоимость основных фондов, руб.;

H<sub>а</sub> - норма амортизационных обчислений(4 %).

#### 4.2. Оценка экономической эффективности проекта

Чтобы приступить к оценке экономической эффективности проекта необходимо определить поток денежной наличности:

$$\Pi_{нал} = \Pi_ч + A \quad (4.6)$$

где:

Π<sub>ч</sub>- чистая прибыль;

A - годовые амортизационные отчисления.

Прибыль чистая определяется как разница валовой прибыли и налога на прибыль, равного 20 %:

$$\Pi_{\text{ч}} = \Pi_{\text{в}} - H \quad (4.7)$$

Формула для определения валовой прибыли выглядит следующим образом:

$$\Pi_{\text{в}} = (T - \frac{c}{c}) \cdot V_{\text{пер}} \quad (4.8)$$

где:

$V_{\text{пер}}$  - объем перекачки в расчетном году, ткм;

$T$  - тариф за перекачку, руб/ткм;

$c/c$  – себестоимость транспортной работы, относящиеся на реконструируемый участок нефтепровода. Рассчитаем поток наличности:

$$\Pi_{\text{в}} = 12200000 \cdot (0,25 - 0,13) = 1464000 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{ч}} = 1464000 - 351360 = 1112640 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{нал}} = 1112640 + 1209559,01 = 2322199,01 \text{ руб.}$$

Оценим экономическую эффективность мероприятия методом дисконтирования или методом чистой текущей стоимости (ЧТС):

$$\text{ЧТС}_i = (\Pi_{\text{нал}} - I_i) \cdot K_{\text{диск}i} \quad (4.9)$$

где:

ЧТС - дисконтированный поток наличности  $i$  - ого года;

$\Pi_{\text{нал}}$  - поток наличности  $i$  - ого года, руб;

$I_i$  - инвестиции  $i$  - о го года, руб;

$I_i = K_{\text{рек}} = 2046101,1 \text{ руб.}$

$$K_{\text{диск}} = \frac{1}{\left[ (1 + H_p) \cdot (1 + K_{\text{инф}}) \right]^{t_i}} \quad (4.10)$$

где:

$K_{\text{диск}}$  - коэффициент дисконтирования;

$H_p$  - норма реинвестирования, принимаем  $H_p = 10\%$  ;

|      |      |          |         |      |                                                                            |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 4. Финансовый менеджмент<br>ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                            | 79   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                            |      |

$K_{\text{инф}}$  - коэффициент инфляции,  $K_{\text{инф}} = 0,1$ ;

$t$  - расчетный год (0,1,2 и тд.)

Рассчитаем ЧТС для 0-го года (год переизоляции)

$$K_{\text{диск}} = \frac{1}{[(1 + 0,1) \cdot (1 + 0,1)]^0} = 1$$

Результаты остальных расчетов сведем в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 - Расчет аккумулированной чистой текущей стоимости при  $H_p=10\%$  (при расчете на 10 лет).

| Т,<br>годы | Инвестиции<br>$I_i$ | Приток<br>наличности<br>$P_{\text{нал}}$ , руб | Коэффициент<br>дисконирования<br>$K_{дi}(H_p=10\%)$ | Чистая<br>текущая<br>стоимость<br>$ЧТС_i$ , руб | ЧТС <sub>акк</sub> ,<br>руб |
|------------|---------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| 0          | 2046101,1           | 2322199,01                                     | 1                                                   | 276097,9                                        | 276097,9                    |
| 1          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,83                                                | 1927425                                         | 2203523                     |
| 2          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,68                                                | 1579095                                         | 3782618                     |
| 3          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,56                                                | 1300431                                         | 5083050                     |
| 4          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,47                                                | 1091434                                         | 6174483                     |
| 5          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,39                                                | 905657,6                                        | 7080141                     |
| 6          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,32                                                | 743103,7                                        | 7823245                     |
| 7          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,26                                                | 603771,7                                        | 8427016                     |
| 8          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,22                                                | 510883,8                                        | 8937900                     |
| 9          | 0                   | 2322199,01                                     | 0,18                                                | 417995,8                                        | 9355896                     |
| 10         | 0                   | 2322199,01                                     | 0,15                                                | 348329,9                                        | 9704226                     |
| 11         | 0                   | 2322199,01                                     | 0,12                                                | 278663,9                                        | 9982890                     |

$ЧТС_{\text{акк}}$  - аккумулированная чистая текущая стоимость:

$$ЧТС_{\text{акк}} = \sum_{i=0}^{i=1} ЧТС_i. \quad (4.11)$$

Для построения графика, по которому будем определять внутреннюю норму рентабельности (ВНР) проекта, необходимо рассчитать ЧТС как при другой норме реинвестирования, например при  $H_p=300\%$ .

Результаты расчетов сведем в таблицу 4.10.

Таблица 4.10 - Расчет аккумулированной чистой текущей стоимости  
при  $H_p=300\%$

| Т,<br>годы | Инвестиции<br>$I_i$ | Приток<br>наличности<br>$П_{нал}$ , руб | Коэффициент<br>дисконтирования<br>$K_d(H_p=300\%)$ | Чистая текущая<br>стоимость<br>$ЧТС_i$ , руб | ЧТС <sub>акк</sub> , руб |
|------------|---------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| 0          | 2046101,1           | 2322199,01                              | 1                                                  | 276097,9                                     | 276097,9                 |
| 1          | 0                   | 2322199,01                              | 0,051652893                                        | 119948,3                                     | 396046,2                 |
| 2          | 0                   | 2322199,01                              | 0,011739294                                        | 27260,98                                     | 423307,2                 |
| 3          | 0                   | 2322199,01                              | 0,002668021                                        | 6195,676                                     | 429502,9                 |
| 4          | 0                   | 2322199,01                              | 0,000606368                                        | 1408,107                                     | 430911                   |
| 5          | 0                   | 2322199,01                              | 0,000137811                                        | 320,0246                                     | 431231                   |
| 6          | 0                   | 2322199,01                              | 3,13207E-05                                        | 72,7329                                      | 431303,7                 |
| 7          | 0                   | 2322199,01                              | 7,11834E-06                                        | 16,5302                                      | 431320,3                 |
| 8          | 0                   | 2322199,01                              | 1,6178E-06                                         | 3,756854                                     | 431324                   |
| 9          | 0                   | 2322199,01                              | 3,67683E-07                                        | 0,853833                                     | 431324,9                 |
| 10         | 0                   | 2322199,01                              | 8,35643E-08                                        | 0,194053                                     | 431325,1                 |

Так как область значения ставки дисконтирования большая, то проведем также расчет при ставке дисконтирования 100%, 200% и составим график:



Рисунок 4.1 - Определение ВНР

$$\text{ВНР} = 264\%$$

Таблица 4.11 - Результаты расчётов экономической эффективности проекта.

|                                                                                  |        |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Капитальные вложения на проведение работ по переизоляции трубопровода, тыс. руб. | 2046,1 |
| Срок окупаемости проекта, лет.                                                   | 0,88   |
| ВНР, %                                                                           | 264    |
| Валовая прибыль, тыс. руб.                                                       | 9982,8 |

В результате проведения расчета стоимости работ по переизоляции участка магистрального нефтепровода протяженностью 7000 метров было определено, что полная стоимость проведения данных работ составит 2046101,1 руб. Однако проведение данных работ будет являться целесообразным в связи с коротким сроком окупаемости проекта (0,88 г.)

## Глава 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ЗАМЕНЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров (ГОСТ Р ИСО 26000-2012) [24].

Рабочим местом является магистральный нефтепровод подземного исполнения. Климат района работ континентально-циклонический. При проведении работ по ремонту и замене магистральных нефтепроводов могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды на человека. Оказывается негативное воздействие на природу. Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Целью раздела «Социальная ответственность» является анализ вредных и опасных факторов труда работников и разработка мер защиты от них. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

### 5.1. Профессиональная социальная безопасность

Для целостного представления об источниках вредностей и опасностей и всех основных выявленных вредных и опасных факторах на рабочем месте, ниже представлена таблица 5.1 «Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ

|           |      |             |         |      |                                                                                                    |  |  |                              |      |        |     |
|-----------|------|-------------|---------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------------------|------|--------|-----|
|           |      |             |         |      | Исследование повышения эффективности применения<br>изоляционных покрытий                           |  |  |                              |      |        |     |
|           |      |             |         |      |                                                                                                    |  |  |                              |      |        |     |
| Изм.      | Лист | № докум.    | Подпись | Дата |                                                                                                    |  |  |                              |      |        |     |
| Разраб.   |      | Попов В.А.  |         |      | Глава 5. Социальная<br>ответственность при<br>проведении работ по замене<br>изоляционных покрытий. |  |  | Лит.                         | Лист | Листов |     |
| Руковод.  |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                                                    |  |  |                              |      | 83     | 117 |
| Консульт. |      |             |         |      |                                                                                                    |  |  | НИ ТПУ ИГР<br>ТХНГ гр. 2БМ5А |      |        |     |
| Зав. Каф. |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                                                    |  |  |                              |      |        |     |
|           |      |             |         |      |                                                                                                    |  |  |                              |      |        |     |

по переизоляции участка магистральных трубопроводов».

Идентификация потенциальных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проводится с использованием ГОСТ 12.0.003–74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999 г.) [25]. Название вредных и опасных производственных факторов в работе соответствуют приведенной классификации. Определены название характерных видов работ и вредных производственных факторов (ОВПФ).

Таблица 5.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по замене изоляции участка магистральных трубопроводов.

| Наименование видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ф а к т о р ы<br>(ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                              | Нормативные документы                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Вредные                                                                                                                                                                                             | Опасные                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                                                                                                                                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                            | 4                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1. Снятие плодородного слоя почвы, перемещение его во временный отвал.<br>2. Вскрытие нефтепровода<br>3. Определение степени коррозионной активности грунта;<br>4. Удаление старой или дефектной изоляции<br>5. Производство сварочно-восстановительных работ<br>6. Нанесение грунтовок, нанесение нового | 1. Превышение уровня шума<br>2. Отклонение показателей климата на открытом воздухе<br>3. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны<br>4. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу | 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования<br>2. Обрушение стенок траншеи<br>3. Высокое давление газопровода<br>4. Электрическая дуга и металлические искры при сварке; | - ВРД 39-1.10-006-2000* [26]<br>- ГОСТ Р 51164-98 [27]<br>- ГОСТ 9-602-2005 [28]<br>- ГОСТ 12.0.003-74 [29]<br>- ГОСТ Р 12.1.019-2009 [30]<br>- ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ [31];<br>- ГОСТ 12.4.124-83. ССБТ [32].<br>ГОСТ 5542-2014 [33]<br>ОСТ 51-45-76 [34] |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--|
| изоляционного<br>покрытия<br>7. Проверка<br>изоляционных<br>покрытий<br>трубопровода<br>визуальным и<br>инструментальными<br>методами.<br>8. Укладка<br>нефтепровода,<br>засыпка<br>отремонтированного<br>нефтепровода<br>9. Техническая<br>рекультивация<br>плодородного слоя<br>почвы | (загазованность<br>) | 5.<br>Взрывопожароо<br>пасность |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--|

### 5.1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

#### 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Рациональное производственное освещение имеет большое значение для создания благоприятных условий труда на предприятиях. Неудовлетворительное освещение затрудняет работу, снижает производительность труда, приводит к заболеваниям органов зрения и несчастным случаям. Световое излучение оказывает воздействие на органы зрения и весь организм, изменяя частоту пульса, нарушая процессы обмена и нервно-психическое состояние. Хорошие световые условия оказывают благоприятное психофизическое воздействие на работоспособность и активность человека, на качество работы. Отсутствие или недостаток естественного освещения в рабочем помещении классифицируют как вредный

|      |      |          |         |      |                                                                                                 |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при<br>проведении работ по замене изоляционных<br>покрытий. | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                                                 | 85   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                                 |      |

производственный фактор.

Ниже приведена таблица норм искусственной освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Нормы искусственной освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях (СНиП 23-05-95 ) [39].

| Разряд и подразряд зрительной работы | Нормальная освещенность в люксах для систем освещения, лк |                     |                        |                     |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
|                                      | комбинированного                                          |                     | общего                 |                     |
|                                      | газоразрядными лампами                                    | лампами накаливания | газоразрядными лампами | лампами накаливания |
| Ia                                   | 5000                                                      | 4000                | 1500                   | 300                 |
| Iб                                   | 4000                                                      | 3000                | 1250                   | 300                 |
| Iв                                   | 3000                                                      | 2000                | 2000                   | 300                 |
| Iг                                   | 1500                                                      | 1250                | 400                    | 300                 |
| IIa                                  | 4000                                                      | 3000                | 1250                   | 300                 |
| IIб                                  | 3000                                                      | 2500                | 750                    | 300                 |
| IIв                                  | 2000                                                      | 1500                | 500                    | 300                 |
| IIг                                  | 1000                                                      | 750                 | 300                    | 200                 |
| IIIa                                 | 2000                                                      | 1500                | 500                    | 300                 |
| IIIб                                 | 1000                                                      | 750                 | 300                    | 200                 |
| IIIв                                 | 750                                                       | 600                 | 300                    | 200                 |
| IIIг                                 | 400                                                       | 400                 | 200                    | 150                 |
| IVa                                  | 750                                                       | 600                 | 300                    | 200                 |
| IVб                                  | 500                                                       | 500                 | 200                    | 150                 |
| IVв                                  | 400                                                       | 400                 | 150                    | 100                 |
| IVг                                  | 300                                                       | 300                 | 150                    | 100                 |

Применение только местного освещения в производственных помещениях запрещено. Рекомендуется комбинированное освещение согласно СНиП 23-05-95 (таблица 5.3) [39].

**Таблица 5.3 – Рекомендуемые источники света при системе  
комбинированного освещения**

| Характеристика зрительной работы по требованиям к цветоразличению       | Освещенность при системе комбинированного освещения, лк | Минимальный индекс цветопередачи источников света, $R_a$ |          | Диапазон цветовой температуры источников света, $T_c$ , °К |           | Примерные типы источников света для освещения |           |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|-----------|
|                                                                         |                                                         | общего                                                   | местного | общего                                                     | местного  | общего                                        | местного  |
| Различение цветных объектов при невысоких требованиях к цветоразличению | 500                                                     | 50                                                       | 50       | 3500-5500                                                  | 3500-5500 | ЛБ, (ЛХБ), МГЛ, НЛВД+МГЛ                      | ЛБ, (ЛХБ) |
|                                                                         | 300, 400                                                | 40                                                       | 50       | 3200-5000                                                  | 3500-5000 | ЛБ, (ЛХБ), МГЛ, (ДРЛ), НЛВД+МГЛ               | ЛБ, (ЛХБ) |
|                                                                         | 150, 200                                                | 35                                                       | 50       | 3000-4500                                                  | 3500-5000 | ЛБ, (ЛХБ), НЛВД+МГЛ, МГЛ, (ДРЛ)               | ЛБ, (ЛХБ) |
|                                                                         | 300, 400                                                | 35                                                       | 50       | 3200-5000                                                  | 2800-5000 | ЛБ, (ЛХБ), МГЛ, (ДРЛ), НЛВД+МГЛ               | ЛБ, (ЛХБ) |
|                                                                         | 150, 200                                                | 25                                                       | 50       | 2400-4500                                                  | 2800-4500 | ЛБ, (ЛХБ), НЛВД, МГЛ, (ДРЛ)                   | ЛБ, (ЛХБ) |

**Примечания**

**1** Для помещений без естественного света при работе с невысокими требованиями к цветоразличению указанный в таблицах диапазон цветовой температуры следует ограничить пределами 3500-5000 °К при уровнях освещенности более 300 лк

НЛВД – натриевые газоразрядные лампы;

ЛБ (ЛХБ) – люминесцентные лампы;

МГЛ – металлогалогенная лампа;

ДРЛ – ртутная газоразрядная лампа.

## 2. Отклонение показателей климата на открытом воздухе.

Работы, выполняемые на объекте происходят на открытых площадках. Климат на территории Томской области континентально-циклонический. Средняя температура зимой -18,1°С, средняя температура летом +18,7 °С. Холод может привести к переохлаждению, высокие температуры к тепловому удару.

Нормирование параметров на открытых площадках не производится, но определяются конкретные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия их на организм рабочего. Работающие на открытой территории в зимний и летний периоды года в каждом из климатических регионов должны быть обеспечены спецодеждой [35]:

- костюм от защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием;
- комбинезон для защиты от токсичных веществ и пыли из нетканых материалов;
- костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с маслостойкой пропиткой или костюм из хлопчатобумажной ткани с огнезащитной пропиткой или костюм из огнестойких тканей на основе смеси мета- и параамидных волокон;
- костюм противонцефалитный;
- футболка;
- ботинки кожаные с жестким подноском или сапоги кожаные с жестким подноском;
- сапоги резиновые с жестким подноском или сапоги болотные с жестким подноском;
- нарукавники из полимерных материалов;
- перчатки с полимерным покрытием;
- перчатки резиновые или из полимерных материалов;
- каска защитная;
- подшлемник под каску;
- очки защитные;
- маска или полумаска со сменными фильтрами.

|      |      |          |         |      |                                                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                                           | 88   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |      |

На наружных работах зимой дополнительно:

- костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с маслостойкой пропиткой на утепляющей прокладке или костюм из смешанных тканей с огнезащитной пропиткой на утепляющей прокладке;
- жилет утепленный;
- жилет меховой;
- белье нательное утепленное;
- ботинки кожаные утепленные с жестким подноском или сапоги кожаные утепленные с жестким подноском;
- валенки с резиновым низом;
- перчатки с полимерным покрытием, нефтеморозостойкие;
- перчатки шерстяные (вкладыши).

### **3. Повреждения в результате контакта с насекомыми**

Тема укусов насекомых особо актуальна в весенне-летний период. С появлением первой травы еще до разворачивания листьев активизируется клещи. Опасность этих насекомых заключается в том, что они являются переносчиками таких опасных заболеваний, как клещевой энцефалит, боррелиоз, геморрагическая лихорадка, бабезиоз и т.д. После укуса такие симптомы, как слабость, головная боль, тошнота, могут завершиться тяжелыми поражениями центральной нервной системы, менингитными очагами, вплоть до инвалидизации пострадавшего [36].

Стоит обратить пристальное внимание на следующие факторы:

- наличие места укуса (следа укуса) или его отсутствие – не является основополагающим, т.к. согласно п. 2.2. и 2.3.5. СП 3.1.3.2352-08 «Профилактика клещевого энцефалита» [36].

2.2. Клещи заражают человека во время присасывания или их раздавливания в местах поврежденной кожи человека.

|      |      |          |         |      |                                                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                                           | 89   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |      |

2.3.5. В отдельных случаях заражение реализуется контактным или воздушно-капельным путем (при аварийных ситуациях в лабораториях или в природном очаге при заносе инфекции на слизистые оболочки при раздавливании клеща и инфицированными руками».

Перечень работ, выполнение которых связано с высоким риском заболевания инфекционными болезнями, требующих обязательного проведения профилактических прививок регламентируется Постановлением Правительства РФ от 15.07.1999 N825 [37].

#### **4. Повышенная загазованность.**

Пары нефти на территории магистральных нефтепроводов способствует появлению взрывоопасных смесей при достижении высокой концентрации.

Предельно допустимая концентрация природного газа в воздухе составляет 300 мг/м<sup>3</sup> согласно ГОСТ 5542-2014 [38].

Требуется постоянный контроль за концентрацией природного газа в воздухе, недопускание утечек газа из установок. Для периодических замеров работнику следует применять переносной газоанализатор.

На установках должны предусматриваться мероприятия по предотвращению влияния токсичности газов на работающих (герметизация установок, газоулавливание и отвод газа для утилизации).

Отбор проб воздуха к датчику газоанализатора следует производить на рабочих местах помещений и открытых площадках на наиболее опасных и возможных (в смысле выделения газов) уровнях. Необходимо устанавливать не менее 1 датчика на каждые 100 м<sup>2</sup> площади помещения согласно ОСТ 51-45-76 [39].

#### **5. Превышение уровня шума**

Превышение уровня шума при подготовке места проведения работ, возникает в результате работы специальной техники (бульдозера, экскаватора), а также при различных ударах, колебаниях отдельных деталей или оборудования, при этом шум сохраняется на всем протяжении их работы.

|      |      |          |         |      |                                                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                                           | 90   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |      |

Шум является общебиологическим раздражителем, оказывая влияние не только на слух, но, в первую очередь, на структуру головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма.

Полевой этап работы связан с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных тяжестей и требует больших физических усилий, поэтому относится к тяжелой категории работ. Следовательно, в таблице 5.4 по ГОСТ 30691-2001[22] допустимый уровень шума в рабочей зоне не должен превышать 65-75 дБ.

Таблица 5.4 – Допустимые уровни шума, дБ, на рабочем месте [40]

| Категория работ по тяжести труда | Уровни шума, дБ, для степени напряженности труда |         |                         |                         |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|
|                                  | Легкая                                           | Средняя | 1 степень напряженности | 2 степень напряженности |
| Легкая и средняя                 | 80                                               | 80      | 60                      | 50                      |
| Тяжелая                          | 65                                               | 75      | -                       | -                       |

Наиболее эффективным средством борьбы с шумом является борьба с источником его возникновения. Для уменьшения шума необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные, шире использовать принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей, а также вести работы с применением средств индивидуальной защиты (наушники и др.).

## 6. Повышенная запыленность рабочей зоны

Повышенная запыленность рабочей зоны возникает в результате работ, направленных на очистку поверхности трубопровода в околошовных зонах от шлака и других включений, а загазованность – в результате выхлопа спецтехники. В запыленном воздухе дыхание становится затрудненным, насыщение крови кислородом ухудшается, что предрасполагает к легочным заболеваниям. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию - пневмокониозу. Основанием для проведения мер борьбы с пылью является гигиеническое нормирование

|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист<br>91 |
|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |            |

Установленный перечень ПДК фиброгенной пыли в воздухе рабочих помещений приведен в ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.) [41]. ПДК фиброгенной пыли зависит от процентного содержания диоксида кремния составляет 1 и 2 мг/м<sup>3</sup>. Для других видов пыли ПДК от 2 до 10 мг/м<sup>3</sup>. Предельно допустимая среднесуточная концентрация металлической пыли в воздухе не превышать 0,15 мг/м<sup>3</sup>, а максимально разовая – 0,5 мг/м<sup>3</sup> [41].

В целях защиты органов дыхания необходимо использовать СИЗ (противогаз, респиратор), при их отсутствии можно применить марлевую повязку предварительно смочив ее.

### **5.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.**

#### **1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования**

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования как опасный фактор, возникает в процессе проведения подготовительных работ, направленных на ликвидацию гидратов. Опасный фактор возникает за счет нахождения рабочего персонала вблизи работающих машин и механизмов (бульдозеры, экскаваторы). Основная задача машин и механизмов направлена на организацию свободного подхода и подъезда к месту проведения огневых работ, а именно на удаление мешающих предметов, взрывоопасных, пожароопасных и вредных веществ.

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 [43] ограждения необходимо выполнять в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. При устройстве ограждений обязательно соблюдение определенных требований. Запрещена работа со снятым или неисправным ограждением.

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и

|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист<br>92 |
|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |            |

вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

## **2. Обрушение стенок траншеи**

Обрушение стенок траншеи при проведении земляных работ по вскрытию загидраченного участка газопровода напрямую связано с величиной угла откоса траншеи, зависящей от типа грунта и коэффициента влажности. Поэтому опасностью для рабочего персонала является возможность получения травм от обрушения грунта. Согласно СНиП 3.05.05-84 [44] эти работы относятся к разряду работ повышенной опасности. Данной инструкцией, предусматривается ряд правил, для безопасного проведения земляных работ, а значит защиты персонала от травматизма.

При отсутствии возможности работы грузоподъемных механизмов из-за обрушения стенок траншеи, вследствие подтопления ее грунтовыми водами, необходимо дополнительное изменение углов наклона стенок котлована, а также укрепление их деревянными (по возможности металлическими) сваями. Данные работы производит рабочий персонал, в соответствии с утвержденным проектом, при этом высота выступающих концов крепления должна быть не менее 15 см согласно ВСН 51-1-97 [45].

Перед началом проведения работ в траншее (котловане), глубиной более 1,3 м, проверяется надежность откосов и креплений стен, а также их устойчивость. Количество лестниц в траншее (котловане) составляет 2 шт на 5 человек, а в рабочих же котлованах повышенной опасности устанавливается 4 лестницы. Все используемые лестницы должны иметь инвентарный номер, дату следующих испытаний, принадлежность к какой-то службе или участку (например, участок ЛАЭС). Проверка надежности применяемых лестниц проводится: 1 раз в полугодие - для деревянных, 1 раз в год - для металлических

|             |             |                 |                |             |                                                                                                  |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий.</i> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                                                                                                  | 93          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                                                                                  |             |

### 3. Электрическая дуга и металлические искры при сварке

Электрическая дуга и металлические искры, возникающие вследствие электродуговой и других видах технологической сварки являются серьезной угрозой для здоровья электрогазосварщиков и окружающего их персонала. При нарушении техники безопасности, прописанной в ГОСТ 12.4.011-89 [46] и не использовании СИЗ электрическая дуга может вызывать ожоги сетчатки глаза ультрафиолетом, а металлические искры многочисленные ожоги кожи тела.

Во избежание получения ожогов следует применять куртки, полушубки, костюмы, комбинезоны, жилеты, полукомбинезоны, брюки, нарукавники. Такой тип индивидуальной защиты необходим для защиты тела от ожогов, механических повреждений и губительного действия высоких температур.

### 4. Взрывопожароопасность

Взрывопожароопасность, как опасный фактор, представляет серьезную угрозу для жизни и здоровья работников и сотрудников на рассматриваемых нами площадках проведения работ. Возникает в результате превышения допустимой концентрации газа в воздухе рабочей зоны. Опасными факторами пожара является повышенная температура оборудования и окружающей среды, токсичные продукты горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода в воздухе рабочей зоны.

Эти факторы приводят к отравлениям, ухудшению работы органов дыхания, к травмированию работающих

Поэтому на всем протяжении работ по ликвидации гидратов для контроля состояния газовой среды в рабочей зоне, а также для обеспечения связи с руководителем огневых работ и техническим персоналом, назначается ответственное лицо в роли дежурного наблюдателя. В его обязанности входит немедленная подача сигнала о срочной остановке работ в случае предаварийной ситуации или иной опасности (выход из строя технологического оборудования, приборов, систем вентиляционных шахт,

|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист<br>94 |
|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |            |

аварийных сигнализаций, СИЗ, повышения или снижения рабочего давления или температуры, утечки газа и т.д.). Любой специалист или рабочий из персонала при обнаружении несоответствий с требованиями действующей типовой инструкции, а также при несоблюдении мер безопасности, указанных в наряде-допуске, что может привести к возникновению опасной ситуации, имеет право и обязан немедленно прекратить выполнение огневых работ согласно СНиП 21-01-97 [47].

## 5.2. Экологическая безопасность.

Для организации охраны окружающей среды от негативного воздействия проектируемых работ первоочередной задачей является определение конкретных источников негативного воздействия на основные элементы окружающей природной среды рассматриваемой территории – на земельные ресурсы, растительность, атмосферный воздух.

В таблице 5.5 представлены источники негативного воздействия и природоохранные мероприятия

Таблица 5.5 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при выполнении работ по замене изоляционных покрытий

| Природные ресурсы и компоненты ОС | Вредные воздействия                                                      | Природоохранные мероприятия                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Земля и земельные ресурсы         | Уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и других земель | Рациональное планирование мест и сроков проведения работ. Соблюдение нормативов отвода земель. Рекультивация земель                                                  |
|                                   | Загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами и др.                   | Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники. Вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора, загрязненной земли и т.д. |

|                      |                                                                                          |                                                                                                                                                                 |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | Создание выемок и неровностей, усиление эрозионной опасности. Уничтожение растительности | Засыпка выемок, горных выработок                                                                                                                                |
| Лес и лесные ресурсы | Уничтожение, повреждение и загрязнение почвенного покрова                                | Мероприятия по охране почв ГОСТ 17.4.3.04-85 [48]                                                                                                               |
|                      | Лесные пожары                                                                            | Уборка и уничтожение порубочных остатков и другие меры ухода за лесосекой согласно постановлению Правительства РФ от 30.06.2007 № 417 (ред. от 14.04.2014) [49] |
| Воздушный бассейн    | Выбросы токсичных паров нефти                                                            | Проверка оборудования на прочность и герметичность. Соблюдение правил эксплуатации. Оснащение системой контроля загазованности.                                 |

В связи с развитием современных технологий в нефтегазовой отрасли, на сегодняшний момент уже существует множество технологий, позволяющих с минимальным риском для окружающей среды проводить большинство видов работ, как на магистральном газопроводе, так и на нефтепроводе

По окончании работ на магистральном нефтепроводе приказом исполнителя организации и производителя работ формируется комиссия для осмотра земель при участии заинтересованных сторон (представителей АО магистральных нефтепроводов и землевладельцев).

Технический этап заключается в планировании, формировании откосов, снятии и нанесении плодородных слоев почв, устройстве гидротехнических и мелиоративных сооружений. Данный этап так же характеризуется проведением работ, направленных на создание необходимых условий для дальнейшего использования восстанавливаемых земель по их назначению. Биологический этап проводится с целью восстановления плодородия почв.

Особенностью биологического этапа является осуществление его уже сразу после технического, а главная цель – подготовка почвы: закрепление верхнего слоя почвы за счет корневой системы растений, а также в создании густого травостоя, что предупредит развитие как водной, так и ветровой эрозии на нарушенном почвенно-растительном покрове

|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист<br>96 |
|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |            |

Этапы рекультивации в зависимости от площади нарушения почвенно-растительного покрова классифицируются следующим образом [50]:

1-ая степень – растительно-почвенный покров уничтожен на 100%;

2-ая степень – растительность уничтожена на 100%, при этом земельный слой уцелел на 50% площади;

3-ая степень – растительный покров уничтожен на 50-80% площади, почвенный слой сохранен 100%;

4-ая степень – растительный покров уничтожен на 20-50% площади, почвенный слой сохранен 100%;

5-ая степень – растительность уничтожена менее 20% от всей площади, почвенный слой сохранен 100%.

При выборе методов работ, направленных на восстановление почв, необходимо брать во внимание присутствие в основном 3-4 типов нарушенности почвенно-растительного покрова на рекультивируемом участке трассы.

Согласно зональной системе земледелия субъектов РФ выбираются виды посевных трав и их допустимые сочетания. Замену поврежденного или уничтоженного растительного покрова следует проводить аналогичными видами местных трав, приспособленных к почвенно-климатическим условиям данного региона.

### 5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Перечень возможных ЧС:

- стихийного характера (лесные пожары, наводнения, ураганные ветры);
- социального характера (террористический акт);
- техногенного характера (производственная авария).

Наиболее типичной и опасной является ЧС техногенного характера. Одними из наиболее вероятных и негативно сказывающихся видов ЧС является аварийный разлив нефти.

|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист<br>97 |
|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |            |

Практика эксплуатации промысловых нефтепроводов показывает, что условия возникновения аварий бывают самыми различными, но в большинстве случаев они связаны с разгерметизацией трубопровода и выходом нефти или пластовой воды наружу. Закон о промышленной безопасности требует, чтобы были разработаны планы ликвидации аварийных разливов нефти на магистральных нефтепроводах.

Для снижения риска возникновения ЧС согласно РД 153-39.4-056-00 проводятся следующие мероприятия [51]:

- организуется техническая диагностика оборудования, а так же его техническое обслуживание и ремонт;
- осуществляется приобретение современных приборов контроля и сигнализации на замену физически и морально устаревших;
- проводятся периодические и внеочередные инструктажи с обслуживающим персоналом

Природоохранные мероприятия при ликвидации возможного аварийного разлива нефти и его включают в себя [52]:

1. Разработку и согласование с местными природоохранными органами и другими заинтересованными органами надзора мероприятий по ликвидации последствий аварий.
2. Сокращение объема вытекающей нефти за счет остановки перекачки по поврежденному участку трубопровода.
3. Приобретение установок, материалов, оборудования для сбора загрязняющих веществ с акватории водоемов и для обезвреживания промышленных отходов.
4. Оперативные мероприятия по локализации и сбору нефти с водной поверхности (установка боновых заграждений, обустройство земляных дамб, сбор нефтяной пленки нефтесборщиками).
5. Проведение рекультивации загрязненных и нарушенных земель.

|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист<br>98 |
|      |      |          |         |      |                                                                                           |            |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |            |

6. Мероприятия по реабилитации акваторий, загрязненных в результате аварийного разлива нефти.

7. Организацию производственного эколого-аналитического контроля за состоянием нарушенных компонентов природной среды в соответствии с «Политика компании в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ОАО «НК «Роснефть» № ПЗ-05.01 П-01 [53].

8. Определение размеров компенсационных выплат за ущерб, нанесенный природной среде в результате аварии.

9. Организацию отбора арбитражных проб при разногласиях с контролирующими органами.

Влияние нефти на окружающую среду может быть чрезвычайно разнообразным. Такое разнообразие обусловлено сложностью химического состава загрязнителей, их взаимодействием и концентрациями. Прогноз последствий возможных аварий осложняется чрезвычайно широким спектром реакций растений и животных, обусловленных спецификой животных, кормовыми предпочтениями, дозами и путями попадания загрязнителей в организм.

#### **5.4. Законодательное регулирование проектных решений**

В соответствии с законодательными с законодательным регулированием РФ, на рабочих участках с вредными и опасными условиями труда, работодатель в свою очередь обязан обеспечить работника средствами, специализированными под данный вид работы, согласно типовым отраслевым нормам (СИЗ, репелленты и т.д.) «Правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» [54]. Работники без средств индивидуальной защиты, касок защитных и других необходимых средств защиты к работам не допускаются.

|      |      |          |         |      |                                                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                                           | 99   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |      |

Также работодатель обязан обеспечить коллектив работников при строительстве объекта транспорта углеводородного сырья всеми необходимыми санитарно-бытовыми помещениями (склады для материалов, гардеробы, душевые, сушилки для одежды, помещения для отдыха, приема пищи и проч.) согласно строительным нормам и правилам, коллективному договору, тарифному соглашению

В документах о решениях по организации прописываются: форма организации труда (бригадный, вахтовый, экспедиционно-вахтовый и т.д.); режим труда; режим отдыха; состав бригад.

При описании режимов труда: указывается продолжительность смены, вахты, количество смен в месяц, трудовой распорядок дня, часы начала рабочего дня, часы окончания рабочего дня, сменные перерывы на отдых, перерывы на прием пищи.

При капитальном ремонте МН в экстремальных погодных условиях (повышенные или пониженные температуры) работодатель должен обеспечить работников дополнительными средствами индивидуальной защиты от холода или жары, дополнительными санитарно-бытовыми помещениями для обогрева, дополнительным временем приема пищи для восстановления.

Подготовка санитарно-бытовых помещений и устройств должны быть закончены до начала строительных работ, и отвечать всем стандартам сообщества. При реконструкции старых существующих санитарно-бытовых помещений необходимо учитывать новые правила обустройства помещений, особенности местности проведения работ, количество работников в бригаде, оснастить всеми необходимыми средствами для комфортного отдыха. Производственные участки территории, рабочие места должны быть оснащены необходимыми средствами индивидуальной, коллективной защиты, средствами пожаротушения, линиями связи, сигнализациями и другими необходимыми средствами обеспечивающих безопасные и надежные

|      |      |          |         |      |                                                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                                           | 100  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |      |

условии труда строительному персоналу в соответствии с нормативными документами. Все объекты санитарно-бытовых, производственных помещений, места отдыха, проходы, рабочие места должны быть расположены на безопасных расстояниях за пределами опасных зон. На действующих опасных зонах при производстве должны быть установлены защитные ограждения, не позволяющие работнику без надобности проникнуть в эту зону. В потенциально опасных зонах устанавливаются сигнальные ограждения, знаки безопасности.

Проезды, переходы на территории производства не должны быть загромождены, замусорены. Рабочие участки должны всегда содержаться в чистоте и порядке, периодически очищаться от мусора,хлама, ненужных для производства объектов.

Находясь на территории производства (санитарно-бытовых помещениях, производственных помещениях участках работ и т.д.), работник, а также представители других организаций обязаны выполнять все требования внутреннего трудового распорядка организации. По всей территории, рабочие места должны быть обеспечены средствами связи.

Все помещениях организации должны быть оборудованы согласно принятым нормативным документам, санитарно-бытовые помещения иметь в наличии аптечки, носилки, шины и другие средства первой и основной медицинской помощи пострадавшему на объекте строительства трубопровода. В соответствии с законодательством РФ работодатель обязан должным образом провести расследование в отношении произошедших несчастных случаев на производстве в порядке, установленном Положением, утвержденным постановлением Российской Федерации от 11 марта 1999 г. № 279 [55]. По установленным причинам, должны быть проведены и разработаны мероприятия по предупреждению таких ситуаций производственного травматизма, профзаболеваний.

|      |      |          |         |      |                                                                                           |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 5. Социальная ответственность при проведении работ по замене изоляционных покрытий. | Лист |
|      |      |          |         |      |                                                                                           | 101  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                                                                           |      |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

|           |      |             |         |      |                                                                          |  |  |                                                                        |      |        |     |
|-----------|------|-------------|---------|------|--------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------------------------------|------|--------|-----|
|           |      |             |         |      | Исследование повышения эффективности применения<br>изоляционных покрытий |  |  |                                                                        |      |        |     |
|           |      |             |         |      |                                                                          |  |  |                                                                        |      |        |     |
| Изм.      | Лист | № докум.    | Подпись | Дата |                                                                          |  |  |                                                                        |      |        |     |
| Разраб.   |      | Попов В.А.  |         |      | Заключение                                                               |  |  | Лит.                                                                   | Лист | Листов |     |
| Руковод.  |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                          |  |  |                                                                        |      | 102    | 117 |
| Консульт. |      |             |         |      |                                                                          |  |  | НИ ТПУ                    ИПР<br>ТХНГ                        гр. 2БМ5А |      |        |     |
| Зав. Каф. |      | Бурков П.В. |         |      |                                                                          |  |  |                                                                        |      |        |     |
|           |      |             |         |      |                                                                          |  |  |                                                                        |      |        |     |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Защита трубопроводов от коррозии: Том 1: Учебное пособие / Ф.М. Мустафин [и др.]. СПб.: Недра, 2005. Т.1. 620 с.: ил.;
2. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело» [Электронный ресурс] / Основные причины возникновения дефектов изоляционных покрытий // Р.А. Харисов [и др.]. — Режим доступа: [www.ogbus.ru/authors/harISOV/harISOV\\_2.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/harISOV/harISOV_2.pdf), свободный. Загл. с экрана.;
3. Харисов Р.А. Причины возникновения дефектов защитных покрытий трубопроводов / Р.А. Харисов, А.Ю. Спащенко, Н.А. Колоколова. // Материалы 56-й науч-техн. конф. студ., асп. и мол. Ученых УГНТУ. Уфа: УГНТУ, 2005. С. 34–35.;
4. Борисов Б.И. Несущая способность изоляционных покрытий подземных трубопроводов / Б.И. Борисов. М.: Недра, 1986. 160 с.;
5. Воронин В.И. Изоляционные покрытия подземных нефтегазопроводов / В.И. Воронин, Т.С. Воронина. М.: ВНИИОЭНГ, 1990. 198 с.;
6. ВСН 008–88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Противокоррозионная и тепловая изоляция. М.: Миннефтегазстрой, 1990. 103 с.;
7. Кузнецов М.В. Противокоррозионная защита трубопроводов и резервуаров: учебник для вузов / М.В. Кузнецов, В.Ф. Новоселов, П.И. Тугунов, В.Ф. Котов. М.: Недра, 1992. 238 с.;
8. Стрижевский И.В. Подземная коррозия и методы защиты / И.В. Стрижевский. М.: Металлургия, 1986. 112 с.;
9. Теплинский Ю.А. Стойкость антикоррозионных покрытий труб в условиях Крайнего Севера / Ю.А. Теплинский, И.Ю. Быков. СПб.: Инфо-да, 2004. 200 с.;
10. Зиневич А.М. Защита трубопроводов и резервуаров от коррозии / А.М. Зиневич, В.И. Глазков, В.Г. Котик. М.: Недра, 1975. 288 с.;

11.ГОСТ Р51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. М.: Госстандарт России, 1999. 46 с.;

12. Гарбер Ю.И. Эффективность изоляционных покрытий, нанесенных в трассовых условиях / Ю.И. Гарбер // Строительство трубопроводов. 1992. №7. С. 21–24.;

13. Герасимов В.В. Прогнозирование коррозии металлов / В.В. Герасимов. М.: Металлургия, 1989. 130 с.;

14. Горюнов Ю.В. Эффект Ребиндера / Ю.В. Горюнов, Н.В. Перцов, Б.Д. Сумин. М.: Наука, 1966. 128 с.;

15. Ворков В.А., Капралова Е.О., Федотенко М.А., Агафонов А. В. «Исследование влияния коррозионных дефектов на прочность трубопроводов». Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Выпуск № 1-2 / том 14 / 2012.;

16. Тарасов Ю. Л., Хвесюк О. В. «Распределение напряжений в стенках трубопроводов при коррозионных повреждениях». Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Выпуск № 1-3 / том 13 / 2011.;

17. O. I. Zvirko, S. F. Savula, V. M. Tsependa, G. Gabetta, H. M. Nykyforchyn. «Stress Corrosion Cracking of Gas Pipeline Steels of Different Strength». 21<sup>st</sup> European Conference on Fracture, ECF21, 20-24 June 2016, Catania, Italy.;

18. Мустафин Ф.М. Обзор методов защиты трубопроводов от коррозии изоляционными покрытиями. Уфимский государственный нефтяной технический университет. Нефтегазовое дело 2003. – 24 с.;

19. Никитенко Е.А., Эдельман Я.М. Монтер по защите подземных трубопроводов от коррозии: учебник для профтехобразования. – Москва.: Недра, 1981. – 256 с.;

20. СТО Газпром 9.2-002-2009 Защита от коррозии. Электрохимическая защита от коррозии. Основные требования. Москва: Издательство стандартов, 2009;

21. Хижняков В.И., Глазов Н.П., Налесник О.И. Исследование коррозии трубной стали во влажных грунтах Среднего Приобья // Коррозия и защита скважин, трубопроводов и морских сооружений в газовой промышленности. – М.: ВНИИОЭГазпром, 1982.;

22. ГОСТ 30691-2001 «Шум машин. Заявление и контроль значений шумовых характеристик»;

23. Халлыев Н.Х., Будзуляк Б.В., Алимов С.В., Тютнев А.М. / Комплексная механизация капитального ремонта линейной части магистральных газопроводов: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / Халлыева Н.Х – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2011. – 168;

24. Титова В.И., Дабахова Е.В. Охрана окружающей среды: учеб.пособие – Нижний Новгород, 2003. – 48 с.;

25. Никитенко Е.А., Эдельман Я.М. Монтер по защите подземных трубопроводов от коррозии: учебник для профтехобразования. – Москва.: Недра, 1981. – 256 с.;

26. ВРД 39-1.10-006-2000 «Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов». – Москва 2000;

27. ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии». – Москва. 1998;

28. ГОСТ 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – Москва. 2010;

29. Роман Л.Т. Механика мерзлых грунтов. – М: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 426;

30. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Москва 1976;

31. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – Москва. 2001;

32. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. – Москва. 2003;
33. СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», 1990. – 51;
34. Хижняков В.И. Коррозионное растрескивание напряженно-деформированных трубопроводов при транспорте нефти и газа. Журнал: Известия Томского политехнического университета, выпуск №3. Том 319, 2011. – 84-89 с.;
35. ГОСТ 9-602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии;
36. СТО Газпром 9.2-005-2009 Критерии защищенности от коррозии для участков газопроводов, проложенных в высокоомных (скальных, песчаных, многолетнемерзлых) грунтах. – Москва: Издательство стандартов, 2010;
37. СТО Газпром 9.2-003-2009 Проектирование электрохимической защиты подземных трубопроводов. Москва: Издательство стандартов, 2009;
38. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности;
39. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение;
40. ГОСТ 30691-2001 «Шум машин. Заявление и контроль значений шумовых характеристик»;
41. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
42. ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89)»;
43. ГОСТ 12.2.062-81 «Оборудование производственное. Ограждение защитное»;
44. СНиП 3.05.05-84 «Строительные нормы и правила»;
45. 51-1-97 «Правила производства работ при капитальном ремонте магистральных газопроводов»;

46. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»;
47. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
48. СНиП 3.05.05-84 «Строительные нормы и правила»;
49. Постановление Правительства РФ от 30.06.2007 N 417 (ред. от 14.04.2014) "Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах";
50. СТО Газпром 2-3.5-454-2010 «Правила эксплуатации магистральных газопроводов»;
51. РД 153-39.4-056-00. Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов;
52. РД 153-39.4-114-01 Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах;
53. № ПЗ-05.01 П-01 «Политика компании в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций ОАО «НК «Роснефть»»;
54. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве (часть 1). Общие требования;
55. Постановление Правительства РФ от 11.03.1999 №279 Об утверждении Положения о расследовании и учете несчастных случаев на производстве;
56. Уральская промышленно-строительная компания «УПСК»[Электронный ресурс].- Электрон. дан.(1 файл), [2010]. – Режим доступа: <http://www.uralpsk.ru>. Свободный.- Загл. с экрана.

**Приложение А**  
(обязательное)

Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке

**AN ANALYSIS OF POLYETHYLENE COATING CORROSION IN**  
**OIL AND GAS PIPELINES**

Студент:

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 2БМ5А  | Попов Василий Анатольевич |         |      |

Консультант кафедры ТХНГ:

| Должность               | ФИО                      | Ученая<br>степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------|---------|------|
| Заведующий<br>каф. ТХНГ | Бурков Пётр Владимирович | д.т.н.,<br>профессор         |         |      |

Консультант-лингвист кафедры ИЯПР:

| Должность | ФИО                              | Ученая<br>степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------------------------|------------------------------|---------|------|
| Доцент    | Коротченко Татьяна<br>Валериевна | к.ф.н., доцент               |         |      |

## AN ANALYSIS OF POLYETHYLENE COATING CORROSION IN OIL AND GAS PIPELINES

The corrosion of pipelines' coatings is one of the main problems in oil and gas industries for which a large amount of money is spent each year. Cessation of production creates a very high loss in terms of hydrocarbon production or maintenance costs.

Therefore equipment faultless during their shelf life is considered as a basic problem. Those studies which result in compilation of effective strategies, laws, protocols and methods for preventing and removing corrosion effects are studied as corrosion management.

Corrosion problem has resulted in ten times pipelines' leakage and twelve times explosions, and investigating this phenomenon and its management is of extraordinary higher importance due to the fact that oil, gas and petrochemical industries have been located in corrosive environments. The reports of malfunctions due to corrosion indicates that the reason for this phenomenon is mainly due to tragic carelessness in plumbing and equipment manufacture and installation which result in explosion, fire and spread of toxic materials in living environment. besides it has some costs such as replacement of corroded equipment, shut down of plants due to replacement of corroded equipment, disturbance in processes due to equipment corrosion and impurity of processing products due to corrosion – related leakage and waste of the products of those vessels which are attacked by corrosion, all of these problems make the most important costs and losses created by corrosion. The studies show that 70 percent of losses can be prevented by observing related principles and instructions. One third of industries corrosion costs are prevented by simple applying of existing knowledge and technology. Another point which is ignored is that indirect corrosion damages are much more than direct ones.

|                  |             |                 |                |             |                                                                                  |                                                                        |             |               |
|------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|                  |             |                 |                |             | <i>Исследование повышения эффективности применения<br/>изоляционных покрытий</i> |                                                                        |             |               |
| <i>Изм.</i>      | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                                                                  |                                                                        |             |               |
| <i>Разраб.</i>   |             | Попов В.А.      |                |             | <i>Раздел ВКР, выполненный на<br/>иностранном языке</i>                          | <i>Лит.</i>                                                            | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>  |             | Бурков П.В.     |                |             |                                                                                  |                                                                        | 109         | 117           |
| <i>Консульт.</i> |             |                 |                |             |                                                                                  | <b>НИ ТПУ                  ИГР<br/>ТХНГ                  эр. 2БМ5А</b> |             |               |
| <i>Зав. Каф.</i> |             | Бурков П.В.     |                |             |                                                                                  |                                                                        |             |               |
|                  |             |                 |                |             |                                                                                  |                                                                        |             |               |

Corrosion management has the responsibility of corrosion control and installations in all respects for preserving capital and always uses advanced tools and methods in enhancing this purpose.

Corrosion process is managed since the very beginning of planning installation until their servicing by corrosion management. For example a planning engineer gathers enough information from corrosion management to design structures with long and useful shelf life or amends the following work steps by using enhanced information from occurred corruptions.

### **Under Coating Corrosion Mechanisms**

Under Coating Corrosion is started in presence of water and oxygen. When water and oxygen are present on the surface of a metal, corrosion occurs due to metal dissolution (anodic effect). This chemical process is balanced by oxygen reduction.

Under Coating Corrosion rate depends on the kind of insulation, the amount of oxygen, the amount of impurities in the water, temperatures and the heat transfer properties of metal surface or the conditions of metal surface being wet or dry. In the absences of oxygen the amount of corrosion rate can be ignored.

Although low alloy and carbon steels have the lowest corrosion rate in alkali environments but chloride ions create localized pitting under coating. If sulphur and nitrogen acids having acidic properties penetrate in to insulation through impurities of water and air or if water has acidic property, general corrosion occurs. Sometimes impurities of water and air specially nitrate ion ( $\text{NO}_3$ ) cause external stress corrosion cracking (SCC) in unstrained carbon or low alloy steels, the phenomenon is more pronounced when intermittent wetting and drying of environment cause the development of impurity concentration.

### **Corrosion Control Methods**

Corrosion in industries is controlled by one of the following methods:

- A - Corrosion-resistant alloys;
- B - Corrosion inhibitors;
- C - Stabilization method;

|      |      |          |         |      |                                              |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке | Лист |
|      |      |          |         |      |                                              | 110  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                              |      |

D - Corrosion-resistant alloys.

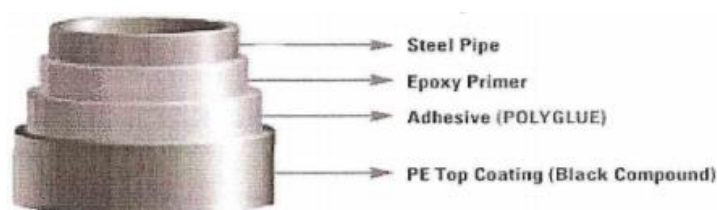


Figure 1 – A view of steel pipe with three fold cover

### Coating and Their Roles In Country's Economy and Industry

It is quite clear that any of the coating systems have their own advantages and limitations, and that is why one of them is preferred over the other in most of the conditions. But in most other conditions both two systems can be used and it makes selection difficult. In these occasions there must be a suitable method for investigation and comparison that is a reliable guide in selecting proper system. One of the important factors in selecting proper system is cost.

The importance of cost factor is such that it is dominant over other parameters and cause selection of a system based on cost. The coating of pipelines exposes a lot of items during operation such as moisture, pressure, bacteria and etc...

Applying coating over pipelines has a lot of costs, for this reason selection of coating is of much importance.

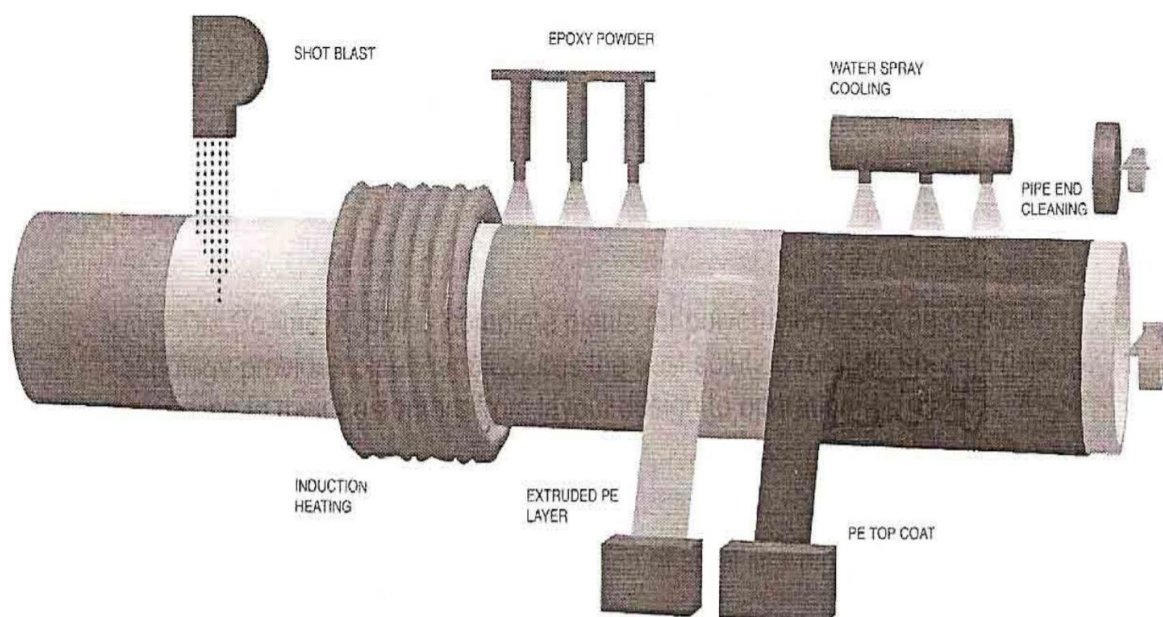


Figure 2 – View of cover process

|      |      |          |         |      |                                              |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------|
|      |      |          |         |      | Лист                                         |
|      |      |          |         |      | 111                                          |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке |

Also for buried pipes underground there is the possibility that their coating must be replaced in short durations like other structures and the coating must last at least for more than 20 years. For this purpose the properties a coating needs is as follows:

1 - Resistant against water and moisture: even dry soils have a little moisture and pipeline coating is often wet, for this reason coating mustn't absorb moisture because it results in weight increase and electrical resistant reduction;

2 - Resistant against variable pressures: placement of pipes underground results in pipes being under pressure. Also the presence of gravel, movement of soil due to moisture and also other existing particles in the soil causes the above mentioned variable and unharmonious pressure. In fact coating must be a physical protection and not separate from surface;

3 - Resistant against bacteria and mushrooms: There are a lot of bacteria in the soil which attack different materials and cause their extinction. Of course bacteria and mould attack is not so prevalent;

4 - Resistant against water capillary effect: Water penetration due to capillary effect causes separation of coating from steel. Any fine crevice or gap causes the capillary effect unless the contact between coating and pipe is strong and very sticky. In fact primer color has the duty of creating a strong adhesiveness between pipe and coating and prevents water penetration and coating separation;

5 - Suitable with temperature variations: Temperature variations can be influential because the rate of steel expansion and coating is different. Expansion and shrinkage result in movement in the pipe but this movement is uniform and slow. For this reason coating must be resistant against temperature variations and not separated from the pipe;

6 - Resistant against being solved: Water is capable of solving some of the materials but the coatings are insolvable in water. Also it must be investigated that coating be resistant against other solvents besides being insolvable in water especially against oil and its derivatives;

|      |      |          |         |      |                                              |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке | Лист |
|      |      |          |         |      |                                              | 112  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                              |      |

7 - Resistant against absorbing soil: Soil may absorb some materials. Clay, silica gel, charcoal and some other combinations have the absorbing property. Soil always is completely in the contact with coating and absorption of some elements from coating by the soil may make coating fragile, perforated or reduce its resistance against soil;

8 - Resistant against mechanical damages: besides the aforesaid items in part 2, coating must be resistant to mechanical stresses during installation or storage.

### **First Layer**

Immediately after the pipe one form of film of liquid or gum of epoxy is created, Minimum dryer thickness must be between 20-60 micron, Based on ISO 2808, epoxy powder has some materials which are used against heat that is used for three-layered poly ethylene coatings for steel pipes and must be specially formulated and designed and this is for electrical application and corrosion improvement from coating system and also providing unlimited cathode maximum resistance is suitable. Epoxy powders used in three – layered coatings is classified in two different groups. The first group has primer property and the second group has coating quality.

These two materials have remarkable differences in applying, temperature and thickness; there is a tendency in industries to use epoxies with coating quality. Epoxy layer must have such an enough thickness that prevent holiday formation.

Recommended to use minimum thickness of 250 micron for the epoxy layer. Time is a sensitive and critical factor in creating adhesive and poly ethylene layers. First the adhesive develops a very strong chemical bond with chemical groups in epoxy powder which is uncure therefore into this stage the epoxy must not completely cured. On the other hand adhesive and poly ethylene are connected physically which is done by rollers' pressure and time being critical and sensitive is because of epoxy for bond with adhesive must not completely cure on one hand and must get jelly condition on the other to be able to resist against rollers' pressure, in the other words all operations of these steps are done in less than a second.

|      |      |          |         |      |                                              |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке | Лист |
|      |      |          |         |      |                                              | 113  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                              |      |



Figure 3 – View of epoxy controller

Coating applicators must be careful that applying a solution for three-layered coating doesn't result in another problem for example separation in the seams is reduced by lowering applying temperature of epoxy from 239.4 0C to less than 232.2 0C, but although FBE is cured in lower temperature, high viscosity of molten in this temperature does not allow epoxy flow and complete wetting of metal surface and this causes adverse effect on coating adhesiveness in warm condition and moisture an extra cathodic voltage.

### Second Layer

Second layer polymer creates adhesiveness between layers 1 and 3 and must be compatible with both layers. Minimum thickness must be between 160-200 micron Thickness may increase or reduce according to the mutual agreement with customer but minimum thickness must be investigated safely.

Table 1 – Physical Properties of Adhesive

| PROPERTY                         | UNIT              | VALUE                                                 |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| 1) Density                       | g/cm <sup>3</sup> | 0.900-0.950                                           |
| 2) Melting index (2.16 kg/190°C) | g/10min           | 0.5-8 or as suitable for application as PE (top coat) |
| 4) Melting point                 | °C                | 95 (min)                                              |
| 5) Co monomer content            | %                 | 9 (Typical)                                           |

Note: The test for raw epoxy power properties is under the responsibility of manufacturer.

### **Third Layer**

Polyethylene coating must be formed in this layer. Thickness must be uniform in all through the pipe and minimum general thickness must be acceptable

### **An Analysis of Reasons for Threelayed Polyethylene Coating Separation**

Good function of coating depends to a high extent to its adhesiveness rate to metal surface. Initial adhesiveness and its durability in contact condition are of those factors that result in high efficiency of coating in long term. The extent of initial adhesiveness has a very high relationship with coating flow and its wetting when applying coating and also with cleanliness of surface and its readiness.

Durability of adhesive depends on coating properties such as its resistance against moisture penetration and also its endurance against cathodic disbandment. The most leading coatings having more consumption than other kinds are as follows:

1 - FBE (fusion bonded epoxy);

2 - Poly urethane (from technical view poly urethane materials are of the best coatings used since 1970 on). High cost of this coating has resulted in using it just for special cases such as when temperature is very high. Three-layered poly ethylene coating includes epoxy, adhesive and poly ethylene.

Any of the layers provides coating with properties to lengthen its efficiency for a long term. Epoxy layer has a very good adhesiveness due to its transverse bonds and has a very high resistance against corrosion and oxygen penetration. But it is vulnerable to the mechanical hit when storing and line performance. Poly ethylene layer is a very good protection to prevent physical damages. A main problem with this coating is that poly ethylene does not have adhesiveness with the metal and for this reason an adhesive layer being a kind of reduced polymer is used for pasting poly ethylene to epoxy.

### **Main Factors in Coating Separation**

Main factors in coating separation are as follows:

|             |             |                 |                |             |                                                     |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке</i> | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                                                     | 115         |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                                     |             |

1 - The manner three-layered poly ethylene coating (quality) of applying coating in the factory;

2 – Exposure Conditions and properties Three-layered poly ethylene is one of these coatings with high efficiency, although it seems that it is used in the field in a very limited extent (comparing other coatings) and more laboratory studies and field experiences are needed to investigate if they have aforesaid properties.

### **Strategies for Corrosion Managment**

Corrosion management proceeds to offer preventative strategies in two technical and no technical domains. The topics of no technical domain as preventative strategies are as follows:

1 - Enhancing the employees' awareness about the high costs of corrosion and saving costs result in correct applying of existing technologies and corrosion costs. Thus a lot of corrosion problems are due to lack of awareness about corrosion management and accountability of people in exchanging operations, inspection and maintenance of management system;

2 - Changing guidelines, protocols, standards and management methods to reduce corrosion costs by correct corrosion management resulting in effective control of corrosion and safe operation and increase in shelf life of equipment;

3 - Amending and generalization of employees' instruction to introduce and identifying corrosion control;

4 - Changing and amending wrong belief about not being able to do anything about corrosion and making new decisions in preventing this phenomenon, also preventive strategies in technical domains are of a very high importance.

Some of these strategies are as follows:

a) Upgrading planning methods and using advanced planning ones to better managing corrosion which prevents avoidable corrosion costs. In this vein planning methods must change and the best corrosion technologies must be available for planners;

|      |      |          |         |      |                                              |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке | Лист |
|      |      |          |         |      |                                              | 116  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                              |      |

- b) Improving corrosion technologies via research and development,  
Corrosion can be controlled in most industries by using scientific methods  
and new technological achievements.

|      |      |          |         |      |                                              |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке | Лист |
|      |      |          |         |      |                                              | 117  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                              |      |