

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

Направление и направленность (профиль)  
21.03.01 Нефтегазовое дело. Нефтегазовое дело

Год набора на ОПОП  
2023

Форма обучения  
очная

Владивосток 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Технологическая надежность магистральных трубопроводов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело (утв. приказом Минобрнауки России от 09.02.2018г. №96) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Городников О.А., старший преподаватель, Кафедра транспортных процессов и технологий, Gorodnikov.O@vvsu.ru*

Утверждена на заседании кафедры транспортных процессов и технологий от 18.04.2023 , протокол № 8

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кузнецов П.А.

|   |                  |
|---|------------------|
| <b>ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН<br/>ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ</b> |                  |
| Сертификат  | 1576663924       |
| Номер транзакции                                  | 0000000000BDBFD8 |
| Владелец  | Кузнецов П.А.    |

## 1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплины «Технологическая надежность магистральных трубопроводов» является изложение основ современной методологии, технических решений и расчетов, необходимых для оценки и повышения надежности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучение современного состояния надежности магистральных трубопроводов;
- изучение вопросов технического состояния и профилактического обслуживания магистральных трубопроводов;
- знать виды ремонта магистральных трубопроводов и их специфика.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

| Название ОПОП ВО, сокращенное       | Код и формулировка компетенции  | Код и формулировка индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине |                         |  |
|-------------------------------------|---|---|-----------------------------------|-------------------------|--|
|                                     |   |   | Код результата                    | Формулировка результата |  |
| 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (Б-НД) | ПКВ-1 :<br>Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | ПКВ-1.3к :<br>использует методы диагностики и технического обслуживания технологического оборудования (наружный и внутренний осмотр) в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда |                                   | Знание                  | основных методов и технических средств повышения надежности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов, стандартов к эксплуатации оборудования           |
|                                     |   |   |                                   | Умение                  | рассчитывать и анализировать процессы изменения во времени технического состояния газонефтепроводов  |
|                                     |   |   |                                   | Навык                   | использования методик количественной оценки технологической надежности газонефтепроводов   |
|                                     | ПКВ-2 :<br>Способность осуществлять организацию работ по оперативному сопровождению технологических процессов в нефтегазовой отрасли соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности      | ПКВ-2.1к :<br>применяет знания методов организация работ технологических процессов нефтегазового комплекса  |                                   | Знание                  | основных теоретических положений и практической реализации оценки достоверности моделей надежности оборудования и линейной части магистральных трубопроводов |
|                                     |   |   |                                   | Умение                  | использовать методологию обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов   |
|                                     |   |   |                                   | Навык                   | реализации способов обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов  |
|                                     |   |   |                                   |                         |  |
|                                     |   |   |                                   |                         |  |

|  |   |        |   |
|--|---|--------|---|
|  | ПКВ-2.2к :<br>организовывает<br>оперативное<br>сопровождение<br>технологических<br>процессов в<br>соответствии с<br>утвержденным<br>планом действий | Знание | основных теоретических положений и практической реализации технических решений обеспечения надежности магистральных трубопроводов |
|  |   | Умение | разрабатывать мероприятия по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов                    |
|  |   | Навык  | проведения мероприятий по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов                       |

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Технологическая надежность магистральных трубопроводов» входит в структуру вариативной части учебного плана направления 21.03.01 Нефтегазовое дело.

## 3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

| Название ОПОП ВО              | Форма обучения | Часть УП | Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО) | Трудо-емкость (З.Е.) | Объем контактной работы (час) |            |       |      |                | СРС | Форма аттес-тации |     |
|-------------------------------|----------------|----------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------|-------|------|----------------|-----|-------------------|-----|
|                               |                |          |                                    |                      | Всего                         | Аудиторная |       |      | Внеауди-торная |     |                   |     |
|                               |                |          |                                    |                      |                               | лек.       | прак. | лаб. | ПА             |     |                   | КСР |
| 21.03.01<br>Нефтегазовое дело | ОФО            | Б1.В     | 6                                  | 4                    | 73                            | 36         | 36    | 0    | 1              | 0   | 71                | Э   |

## 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

| № | Название темы  | Код ре-зультата обучения | Кол-во часов, отведенное на |       |     |     | Форма текущего контроля             |
|---|--|--------------------------|-----------------------------|-------|-----|-----|-------------------------------------|
|   |  |                          | Лек                         | Практ | Лаб | СРС |                                     |
| 1 | Надежность действующих магистральных трубопроводов             |                          | 8                           | 8     | 0   | 15  | Практические задания, собеседование |
| 2 | Определение технического состояния магистральных трубопроводов |                          | 10                          | 10    | 0   | 20  | Практические задания, собеседование |

|                         |   |  |           |           |          |           |                                     |
|-------------------------|---|--|-----------|-----------|----------|-----------|-------------------------------------|
| 3                       | Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов |  | 10        | 10        | 0        | 20        | Практические задания, собеседование |
| 4                       | Ремонт линейной части и резервуаров                       |  | 8         | 8         | 0        | 16        | Практические задания, собеседование |
| <b>Итого по таблице</b> |   |  | <b>36</b> | <b>36</b> | <b>0</b> | <b>71</b> |                                     |

#### 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

##### *Тема 1 Надежность действующих магистральных трубопроводов.*

Содержание темы: Тема 1. Основные понятия теории надежности. Классификация отказов. Вероятность безотказной работы. Средняя наработка до отказа. Тема 2. Современное техническое состояние магистральных трубопроводов. Линейная часть магистральных трубопроводов. Нефтеперекачивающие станции. Резервуары. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

##### *Тема 2 Определение технического состояния магистральных трубопроводов.*

Содержание темы: Тема 1. Диагностика линейной части магистральных трубопроводов. Диагностика состояния стенок труб и арматуры. Диагностика напряженно-деформированного состояния. Диагностика наличия утечек жидкости из трубопроводов. Контроль состояния изоляционных покрытий трубопроводов. Тема 2. Контроль технического состояния резервуаров. Визуальный контроль. Определение скрытых дефектов в металле и сварных швах. Определение коррозионного состояния резервуаров. Определение механических свойств металла и сварных. Контроль геометрической формы и осадки основания. Тема 3. Диагностика технического состояния насосных агрегатов. Диагностика технического состояния насосных агрегатов. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

##### *Тема 3 Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов.*

Содержание темы: Тема 1. Стратегии технического обслуживания и ремонта. Стратегии технического обслуживания и ремонта. Тема 2. Система планово-предупредительного ремонта. Перечень мероприятий, включаемых в систему ППР. Ремонтный цикл и его структура. Планирование при осуществлении системы ППР. Техническая документация в системе ППР. Недостатки системы ППР по наработке. Основные направления совершенствования системы ППР по наработке. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

##### *Тема 4 Ремонт линейной части и резервуаров.*

Содержание темы: Тема 1. Капитальный ремонт линейной части магистральных трубопроводов. Виды ремонта магистральных трубопроводов и их специфика. Последовательность и содержание работ при ремонте магистральных трубопроводов с подъемом и укладкой его на лежки в траншее. Тема 2. Ликвидация аварий на магистральных трубопроводах. Классификация аварий. Организация ликвидации аварий. Производство аварийно-восстановительных работ. Причины аварий и виды дефектов на магистральных

трубопроводах Технология ликвидации аварий. Тема 3. Капитальный ремонт резервуаров. Капитальный ремонт резервуаров: ремонт днища резервуара, способы ремонта; ремонт кровли резервуара, дефекты, способы исправления. Тема 4. Ремонт основного оборудования. Основные дефекты и способы их исправления. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практические занятия.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическим занятиям.

## **5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)**

### **5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы**

В ходе изучения данного курса студент слушает лекции по основным темам, посещает практические занятия, занимается индивидуально. Практические занятия предполагают, как индивидуальное, так и групповое выполнение поставленных задач, коллективное обсуждение полученных результатов.

Особое место в овладении данным курсом отводится самостоятельной работе по изучению литературы, электронных изданий, работе с библиотечными и поисковыми системами.

Начиная изучение дисциплины, студенту необходимо:

- ознакомиться с программой, изучить список рекомендуемой литературы;
- внимательно разобраться в структуре курса, в системе распределения учебного материала по видам занятий, формам контроля, чтобы иметь представление о курсе в целом;
- информационные технологии: Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian.

### **5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и

характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Безопасность и надежность технических систем : учебное пособие / Л. Н. Александровская, И. З. Аронов, В. И. Круглов [и др.] - Москва : Логос, 2020. - 376 с : ил. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1211589> (дата обращения: 15.05.2024).

2. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов : учебное пособие / составители А. Л. Саруев, А. В. Рудаченко. — 2-е изд., испр. — Томск : ТПУ, 2020. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/246251> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Кузнецов, А. И. Восстановление работоспособности магистральных трубопроводов с использованием сборно-разборных трубопроводов : учебно-методическое пособие / А. И. Кузнецов. — Ульяновск : УлГУ, 2019. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166077> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Лонский, О. В. Технологическая безопасность промышленных объектов : учебное пособие / О. В. Лонский. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 91 с. — ISBN 978-5-398-02580-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/239813> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Муравьева, Л. В. Безопасность и долговечность трубопроводных конструкций / Л. В. Муравьева. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 268 с. : ил., табл., схем., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617823> (дата обращения: 03.05.2023). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-9729-0521-8. — Текст : электронный.

2. Серебренников, В. С. Основы расчета трубопроводов нефти и нефтепродуктов : учебное пособие / В. С. Серебренников. — Омск : СибАДИ, 2020. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163733> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Сукало, Г. М. Промышленная безопасность объектов трубопроводного транспорта : учебное пособие : [12+] / Г. М. Сукало. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. — 228 с. : табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=614680> (дата обращения: 03.05.2023). — Библиогр.: с. 213-215. — ISBN 978-5-4499-2453-7. — DOI 10.23681/614680. — Текст : электронный.

4. Торопов, С. Ю. Технологии бестраншейного ремонта трубопроводов : монография / С. Ю. Торопов, С. М. Дорофеев, Е. С. Торопов. — Тюмень : ТИУ, 2020. — 233 с. — ISBN 978-5-9961-2240-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/237185> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Хижняков, В. И. Сооружение и ремонт подводных трубопроводов : учебное пособие / В. И. Хижняков, Д. Ю. Орлов. — Томск : ТГАСУ, 2019. — 276 с. — ISBN 978-5-93057-876-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138985> (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для

авториз. пользователей.

**7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):**

1. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
2. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"
3. Электронно-библиотечная система "УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН"
4. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>
6. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

**8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения**

Основное оборудование:

- Компьютеры
- Проектор
- Экран настенный рулонный

Программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

Направление и направленность (профиль)

21.03.01 Нефтегазовое дело. Нефтегазовое дело

Год набора на ОПОП  
2023

Форма обучения  
очная

Владивосток 2023

## 1 Перечень формируемых компетенций

| Название ОПОП ВО, сокращенное       | Код и формулировка компетенции   | Код и формулировка индикатора достижения компетенции   |
|-------------------------------------|--|--|
| 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (Б-НД) | ПКВ-1 : Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | ПКВ-1.3к : использует методы диагностики и технического обслуживания технологического оборудования (наружный и внутренний осмотр) в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда |
|                                     | ПКВ-2 : Способность осуществлять организацию работ по оперативному сопровождению технологических процессов в нефтегазовой отрасли соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности      | ПКВ-2.1к : применяет знания методов организация работ технологических процессов нефтегазового комплекса  |
|                                     |  | ПКВ-2.2к : организует оперативное сопровождение технологических процессов в соответствии с утвержденным планом действий  |

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

## 2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

**Компетенция ПКВ-1 «Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности»**

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

| Код и формулировка индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине |                |  | Критерии оценивания результатов обучения   |
|--|-----------------------------------|----------------|--|--|
|  | Код результата                    | Тип результата | Результат  |  |
| ПКВ-1.3к : использует методы диагностики и технического обслуживания технологического оборудования (наружный и внутренний осмотр) в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда |                                   | Знание         | основных методов и технических средств повышения надежности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов, стандартов к эксплуатации оборудования | Сформированное систематическое знание основных методов и технических средств повышения надежности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов, стандартов к эксплуатации оборудования |
|  |                                   | Умение         | рассчитывать и анализировать процессы изменения во времени технического состояния газонефтепроводов  | Сформированное умение рассчитывать и анализировать процессы изменения во времени технического состояния газонефтепроводов  |

|  |                   |  |  |
|--|-------------------|--|--|
|  | Н<br>ав<br>ы<br>к | использования методик количественной оценки технологической надежности газонефтепроводов | Сформировавшиеся систематические навыки использования методик количественной оценки технологической надежности газонефтепроводов |
|--|-------------------|--|--|

**Компетенция ПКВ-2** «Способность осуществлять организацию работ по оперативному сопровождению технологических процессов в нефтегазовой отрасли соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности»

Таблица 2.2 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

| Код и формулировка индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине |                |  | Критерии оценивания результатов обучения   |
|---|-----------------------------------|----------------|--|--|
|   | Код результата                    | Тип результата | Результат  |  |
| ПКВ-2.1к : применяет знания методов организация работ технологических процессов нефтегазового комплекса                   |                                   | Знание         | основных теоретических положений и практической реализации оценки достоверности моделей надежности оборудования и линейной части магистральных трубопроводов | Сформировавшееся систематическое знание основных теоретических положений и практической реализации оценки достоверности моделей надежности оборудования и линейной части магистральных трубопроводов |
|   |                                   | Умение         | использовать методологию обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов   | Сформировавшееся систематическое умение использовать методологию обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов   |
|   |                                   | Навык          | реализации способов обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов  | Сформировавшиеся систематические навыки реализации способов обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов  |
| ПКВ-2.2к : организывает оперативное сопровождение технологических процессов в соответствии с утвержденным планом действий |                                   | Знание         | основных теоретических положений и практической реализации технических решений обеспечения надежности магистральных трубопроводов                            | Сформировавшееся систематическое знание основных теоретических положений и практической реализации технических решений обеспечения надежности магистральных трубопроводов                            |
|   |                                   | Умение         | разрабатывать мероприятия по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов   | Сформировавшееся систематическое умение разрабатывать мероприятия по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов   |
|   |                                   | Навык          | проведения мероприятий по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов  | Сформировавшиеся систематические навыки проведения мероприятий по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов  |

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

### 3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

| Контролируемые планируемые результаты обучения | Контролируемые темы дисциплины  | Наименование оценочного средства и представление его в ФОС          |                          |                        |
|--|---|---|--------------------------|------------------------|
|  |   | Текущий контроль  | Промежуточная аттестация |                        |
| Очная форма обучения                           |   |   |                          |                        |
| РД1  | Знание : основных методов и технических средств повышения надежности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов, стандартов к эксплуатации оборудования           | 1.1. Надежность действующих магистральных трубопроводов             | Практическая работа      | Экзамен в устной форме |
| РД2  | Знание : основных методов и технических средств повышения надежности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов, стандартов к эксплуатации оборудования           | 1.4. Ремонт линейной части и резервуаров                            | Практическая работа      | Экзамен в устной форме |
| РД3  | Знание : основных теоретических положений и практической реализации оценки достоверности моделей надежности оборудования и линейной части магистральных трубопроводов | 1.2. Определение технического состояния магистральных трубопроводов | Собеседование            | Экзамен в устной форме |
| РД4  | Знание : основных теоретических положений и практической реализации технических решений обеспечения надежности магистральных трубопроводов                            | 1.4. Ремонт линейной части и резервуаров                            | Практическая работа      | Экзамен в устной форме |
| РД5  | Навык : использования методик количественной оценки технологической надежности газонефтепроводов  | 1.3. Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов      | Собеседование            | Экзамен в устной форме |
| РД6  | Навык : использования методик количественной оценки технологической надежности газонефтепроводов  | 1.1. Надежность действующих магистральных трубопроводов             | Собеседование            | Экзамен в устной форме |
| РД7  | Навык : реализации способов обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов   | 1.1. Надежность действующих магистральных трубопроводов             | Собеседование            | Экзамен в устной форме |

|      |   |   |                     |                        |
|------|---|---|---------------------|------------------------|
| РД8  | Умение : использовать методологию обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов                   | 1.3. Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов      | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| РД9  | Умение : использовать методологию обработки эмпирических данных и оценки надежности газонефтепроводов                   | 1.4. Ремонт линейной части и резервуаров                            | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| РД10 | Умение : разрабатывать мероприятия по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов | 1.3. Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов      | Собеседование       | Экзамен в устной форме |
| РД11 | Умение : разрабатывать мероприятия по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов | 1.1. Надежность действующих магистральных трубопроводов             | Собеседование       | Экзамен в устной форме |
| РД12 | Навык : проведения мероприятий по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов     | 1.3. Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов      | Собеседование       | Экзамен в устной форме |
| РД13 | Навык : проведения мероприятий по повышению надежности, безопасности и эффективности эксплуатации газонефтепроводов     | 1.1. Надежность действующих магистральных трубопроводов             | Собеседование       | Экзамен в устной форме |
| РД14 | Умение : рассчитывать и анализировать процессы изменения во времени технического состояния газонефтепроводов            | 1.1. Надежность действующих магистральных трубопроводов             | Практическая работа | Экзамен в устной форме |
| РД15 | Умение : рассчитывать и анализировать процессы изменения во времени технического состояния газонефтепроводов            | 1.2. Определение технического состояния магистральных трубопроводов | Практическая работа | Экзамен в устной форме |

#### 4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

| Вид учебной деятельности | Оценочное средство   |        |                 |                 |                      |                  |       |
|--------------------------|----------------------|--------|-----------------|-----------------|----------------------|------------------|-------|
|                          | Устное собеседование | Доклад | Инд. задание №1 | Инд. задание №2 | Практические занятия | Итоговый экзамен | Итого |
| Лекции                   | 10                   |        |                 |                 |                      |                  | 10    |
| Практические занятия     |                      |        |                 |                 | 40                   |                  | 40    |
| Самостоятельная работа   |                      | 10     |                 |                 |                      |                  | 10    |
| Промежуточная аттестация |                      |        | 10              | 10              |                      | 20               | 40    |

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

| Сумма баллов по дисциплине | Оценка по промежуточной аттестации   | Характеристика качества сформированности компетенции   |
|----------------------------|--------------------------------------|--|
| от 91 до 100               | «зачтено» / «отлично»                | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| от 76 до 90                | «зачтено» / «хорошо»                 | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.  |
| от 61 до 75                | «зачтено» / «удовлетворительно»      | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.  |
| от 41 до 60                | «не зачтено» / «неудовлетворительно» | У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.  |
| от 0 до 40                 | «не зачтено» / «неудовлетворительно» | Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.  |

## 5 Примерные оценочные средства

### 5.1 Собеседование – защита индивидуального задания

#### Раздел 1. Надежность действующих магистральных трубопроводов

1. Определение надежности.
2. Какие существуют виды связи между элементами в структурной модели схемы надежности?
3. Всегда ли высокая надежность элемента обеспечивает высокую надежность схемы.
4. Назовите этапы методологии оценки надежности магистрального трубопровода (5 этапов)?
5. Что в себя включает этап построения структурной модели схемы надежности?
6. Что является количественными характеристиками надежности магистральных трубопроводов?
7. Проблемы возникающие (причины отказов) линейной части магистральных трубопроводов.
8. Способы защиты подводного перехода от отказов и аварий.
9. Виды отказов.
10. Этапы жизненного цикла.
11. Виды надежности.
12. Конструктивная и эксплуатационная надежность.

#### Раздел 2. Определение технического состояния магистральных трубопроводов

1. Диагностируемые параметры при контроле технического состояния магистральных газопроводов.
2. Какими методами производится определение наличия скрытых дефектов в металле труб и арматуры?
3. Правила испытаний линейной части действующих магистральных нефтепроводов.

4. Какие аппараты для диагностирования существуют?
5. Что понимается под техническим контролем объектов линейной части магистральных трубопроводов?
6. Какие утечки нефти и нефтепродуктов могут быть?
7. Основные методы обнаружения утечек нефти и нефтепродуктов на магистральных трубопроводах.
8. Причины изменения состояния изоляционного покрытия подземных трубопроводов.
9. Основные методы контроля состояния резервуаров.
10. Что относится к дефектам геометрической формы?
11. Методы и средства технической диагностики насосных агрегатов.

### **Раздел 3. Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов**

1. Система технического обслуживания и ремонта.
2. Что такое система планово-предупредительного ремонта?
3. Перечень мероприятий, включаемых в систему ППР.
4. Ремонтный цикл – это?
5. Недостатки системы ППР по наработке.
6. Основные направления совершенствования системы ППР по наработке.

### **Раздел 4. Ремонт линейной части и резервуаров**

1. Какие этапы включает в себя капитальный ремонт трубопроводов?
2. Последовательность и содержание работ при ремонте магистрального трубопровода с подъемом и укладкой его на лежки в траншее.
3. Какие виды контроля осуществляются при проведении изоляционных работ?
4. Классификация аварий.
5. Организация ликвидации аварий.
6. Причины аварий и виды дефектов на магистральном трубопроводе.
7. Требования, предъявляемые к технологии ликвидации аварий.
8. Изоляция отремонтированного трубопровода.
9. Капитальный ремонт резервуаров.
10. Основные дефекты центробежных насосов и способы их исправления.

#### *Краткие методические указания*

Собеседование проводится как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Уровень усвоения теоретического материала проверяется посредством опроса по одному вопросу из каждого представленного выше раздела.

Самостоятельная работа выполняется в виде доклада, подготовленного в форме презентации по выбранной тематике. Презентация должна состоять из слайдов, последовательно раскрывающих тему доклада. При подготовке презентации приветствуется использование мультимедийных технологий, улучшающих оформление и представление материала. Оценивание самостоятельной работы происходит в виде семинара, на котором студенты выступают с докладами.

#### *Шкала оценки*

| Оценка              | Баллы | Описание   |
|---------------------|-------|--|
| отлично             | 10    | Студент демонстрирует систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой |
| хорошо              | 7     | Студент демонстрирует на среднем уровне знание учебного материала, усвоил основную литературу, рекомендованную программой  |
| удовлетворительно   | 5     | Студент демонстрирует базовые знания учебного материала, усвоил основную литературу, недостаточно раскрыта тема  |
| плохо               | 3     | Студент демонстрирует поверхностное знание учебного материала  |
| неудовлетворительно | 1-2   | Тема не раскрыта   |

## 5.2 Примеры заданий для выполнения практических работ

*Раздел 1. Надежность действующих магистральных трубопроводов.*

1. Показатели надежности.
2. Анализ современного технического состояния магистральных трубопроводов.

*Раздел 2. Определение технического состояния магистральных трубопроводов.*

1. Правила испытаний линейной части действующих магистральных нефтепроводов.
2. Методы контроля состояния изоляционных покрытий трубопроводов.
3. Основные методы обнаружения утечек нефти и нефтепродуктов на магистральных трубопроводах.
4. Причины изменения состояния изоляционного покрытия подземных трубопроводов.

5. Основные методы контроля состояния резервуаров.
6. Правила технической эксплуатации резервуаров.
7. Методы и средства технической диагностики насосных агрегатов.

*Раздел 3. Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов.*

1. Система технического обслуживания и ремонта.
2. Система планово-предупредительного ремонта.
3. Техническая документация в системе планово-предупредительного ремонта.

*Раздел 4. Ремонт линейной части и резервуаров.*

1. Перечень организационных мероприятий и подготовительных работ при капитальном ремонте линейной части магистрального трубопровода.
2. Ликвидация аварий на магистральных трубопроводах. Классификация аварий. Технология ликвидации аварий.
3. Капитальный ремонт резервуаров.
4. Ремонт основного оборудования. Основные дефекты центробежных насосов и способы их исправления.

*Краткие методические указания*

Для того, чтобы подготовиться к практическому занятию, сначала следует ознакомиться с соответствующим текстом учебника (лекции). Подготовка к практическому занятию начинается после изучения задания и подбора соответствующих литературы и нормативных источников. Работа с литературой может состоять из трёх этапов - чтение, конспектирование и заключительное обобщение сути изучаемой работы. Подготовка к практическим занятиям, подразумевает активное использование справочной литературы (энциклопедий, словарей, альбомов схем и др.) и периодических изданий. Владение понятийным аппаратом изучаемого курса является необходимостью.

*Шкала оценки*

| №                   | Баллы по результатам итоговой оценки | Описание  |
|---------------------|--------------------------------------|---|
| отлично             | 40                                   | Обучающийся показывает высокий уровень знаний при выполнении заданий    |
| хорошо              | 32                                   | Обучающийся показывает хороший уровень знаний при выполнении заданий    |
| удовлетворительно   | 24                                   | Обучающийся показывает средний уровень знаний при выполнении заданий    |
| плохо               | 16                                   | Обучающийся показывает низкий уровень знаний при выполнении заданий     |
| неудовлетворительно | 0-8                                  | Обучающийся не продемонстрировал знаний по теме при выполнении заданий. |

## 5.3 Примерный перечень вопросов по темам

1. Основные понятия теории надежности. Классификация отказов.
2. Вероятность безотказной работы.
3. Средняя наработка до отказа.



4. Современное техническое состояние магистральных трубопроводов. Линейная часть магистральных трубопроводов.
5. Нефтеперекачивающие станции.
6. Резервуары.
7. Диагностика состояния стенок труб и арматуры.
8. Диагностика напряженно-деформированного состояния.
9. Диагностика наличия утечек жидкости из трубопроводов.
10. Контроль состояния изоляционных покрытий трубопроводов.
11. Контроль технического состояния резервуаров. Визуальный контроль.
12. Определение скрытых дефектов в металле и сварных швах.
13. Определение коррозионного состояния резервуаров.
14. Определение механических свойств металла и сварных.
15. Контроль геометрической формы и осадки основания.
16. Диагностика технического состояния насосных агрегатов.
17. Стратегии технического обслуживания и ремонта.
18. Система планово-предупредительного ремонта (ППР). Перечень мероприятий, включаемых в систему ППР.
19. Ремонтный цикл и его структура.
20. Планирование при осуществлении системы ППР.
21. Техническая документация в системе ППР.
22. Недостатки системы ППР по наработке.
23. Основные направления совершенствования системы ППР по наработке.
24. Капитальный ремонт линейной части магистральных трубопроводов. Виды ремонта магистральных трубопроводов и их специфика.
25. Последовательность и содержание работ при ремонте магистрального трубопровода с подъемом и укладкой его на лежки в траншее.
26. Классификация аварий.
27. Организация ликвидации аварий.
28. Производство аварийно-восстановительных работ.
29. Причины аварий и виды дефектов на магистральном трубопроводе.
30. Технология ликвидации аварий.
31. Капитальный ремонт резервуаров: ремонт днища резервуара, способы ремонта; ремонт кровли резервуара, дефекты, способы исправления.
32. Ремонт основного оборудования. Основные дефекты и способы их исправления.

#### *Краткие методические указания*

Экзамен в устной форме проводится как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Уровень усвоения теоретического материала проверяется посредством выборочного опроса по разделам дисциплины.

#### *Шкала оценки*

| №                   | Баллы | Описание  |
|---------------------|-------|---|
| отлично             | 20    | Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, используя профессиональную терминологию                       |
| хорошо              | 18    | Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, но затрудняется в формулировке профессиональных терминов      |
| удовлетворительно   | 15    | Студент правильно, но неполно и нечетко отвечает на поставленный вопрос и затрудняется в формулировке профессиональных терминов |
| плохо               | 12    | Студент неправильно отвечает на поставленный вопрос   |
| неудовлетворительно | 0-8   | Студент не отвечает на поставленный вопрос  |

# КЛЮЧИ К ОЦЕНОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ»

## 5.1 Собеседование – защита индивидуального задания

### Раздел 1. Надежность действующих магистральных трубопроводов

#### 1. Определение надежности.

Надежность - это способность системы или компонента выполнять свои функции в течение определенного периода времени в заданных условиях.

2. Какие существуют виды связи между элементами в структурной модели схемы надежности?

Виды связи между элементами в структурной модели схемы надежности:

- **Последовательная связь:** Элементы соединены последовательно, и выход одного элемента является входом для следующего. Отказ любого элемента приводит к отказу всей системы.
- **Параллельная связь:** Элементы соединены параллельно, и выход каждого элемента подключен к общему выходу. Отказ одного элемента не приводит к отказу системы, если другие элементы продолжают работать.
- **Резервированная связь:** Один или несколько элементов резервируются в качестве резервных на случай отказа основного элемента.
- **Смешанная связь:** Комбинация последовательной и параллельной связи.

Графические обозначения:

- **Последовательная связь:** Прямая линия, соединяющая элементы
- **Параллельная связь:** Две или более линий, соединяющие элементы с общим выходом
- **Резервированная связь:** Пунктирная линия, соединяющая резервный элемент с основным элементом
- **Смешанная связь:** Комбинация прямых и пунктирных линий

3. Всегда ли высокая надежность элемента обеспечивает высокую надежность схемы.

Нет, высокая надежность элемента не всегда обеспечивает высокую надежность схем. Надежность схемы зависит от:

- **Типа связи между элементами:** Последовательная связь более уязвима, чем параллельная связь.
- **Количество элементов:** Чем больше элементов в схеме, тем выше вероятность отказа.
- **Надежность отдельных элементов:** Даже если отдельные элементы имеют высокую надежность, их комбинация может привести к снижению общей надежности схемы.

- **Резервирование и избыточность:** Наличие резервных элементов и избыточности может повысить надежность схемы.
- **Взаимозависимости между элементами:** Отказ одного элемента может повлиять на надежность других элементов.

4. Назовите этапы методологии оценки надежности магистрального трубопровода (5 этапов)?

**5 этапов методологии оценки надежности магистрального трубопровода:**

1. **Сбор данных:** Сбор данных о трубопроводе, включая его конструкцию, материалы, историю эксплуатации и данные об отказах.
2. **Анализ отказов:** Анализ исторических данных об отказах для выявления распространенных режимов отказов и их причин.
3. **Моделирование надежности:** Разработка модели надежности трубопровода с использованием статистических методов и теории надежности. Модель учитывает различные режимы отказов и их вероятности.
4. **Оценка надежности:** Использование модели надежности для расчета показателей надежности трубопровода, таких как вероятность отказа, среднее время безотказной работы и среднее время восстановления.
5. **Анализ чувствительности и оптимизация:** Проведение анализа чувствительности для определения параметров, наиболее влияющих на надежность трубопровода. Оптимизация конструкции и эксплуатации трубопровода для повышения его надежности.

5. Что в себя включает этап построения структурной модели схемы надежности?

Этап построения структурной модели схемы надежности включает в себя:

- **Определение границ системы:** Определение границ системы, для которой оценивается надежность, включая все компоненты и соединения.
- **Идентификация компонентов и их состояний:** Идентификация всех компонентов в системе и определение возможных состояний каждого компонента (например, исправное, отказавшее).
- **Построение логической диаграммы:** Построение логической диаграммы, которая представляет взаимосвязи между компонентами и их состояниями. Диаграмма может быть представлена в виде дерева отказов, дерева событий или диаграммы состояний.
- **Количественная оценка параметров надежности:** Присвоение количественных значений параметрам надежности компонентов, таким как вероятность отказа, среднее время безотказной работы и среднее время восстановления.
- **Проверка и валидация модели:** Проверка и валидация модели надежности для обеспечения ее точности и полноты.

Структурная модель схемы надежности является основой для количественного анализа надежности, который позволяет рассчитать показатели надежности системы, такие как вероятность отказа, среднее время безотказной работы и среднее время восстановления.

## 6. Что является количественными характеристиками надежности магистральных трубопроводов?

Количественные характеристики надежности магистральных трубопроводов включают:

- **Вероятность отказа:** Вероятность того, что трубопровод выйдет из строя в течение определенного периода времени.
- **Среднее время безотказной работы (MTBF):** Средняя продолжительность времени, в течение которого трубопровод работает без отказа.
- **Среднее время восстановления (MTTR):** Средняя продолжительность времени, необходимого для восстановления трубопровода после отказа.
- **Доступность:** Вероятность того, что трубопровод будет доступен для эксплуатации в любой момент времени.
- **Надежность:** Вероятность того, что трубопровод будет выполнять свою функцию в течение определенного периода времени в заданных условиях эксплуатации.
- **Устойчивость:** Способность трубопровода противостоять и восстанавливаться после сбоев и других неблагоприятных событий.

### Проблемы (причины отказов) линейной части магистральных трубопроводов:

- **Коррозия:** Коррозия является основной причиной отказов трубопроводов, вызванная воздействием влаги, кислорода и других агрессивных веществ на материал трубопровода.
- **Дефекты сварных швов:** Дефекты сварных швов могут привести к утечкам и разрывам трубопровода.
- **Механические повреждения:** Механические повреждения могут быть вызваны внешними воздействиями, такими как удары, землетрясения или оползни.
- **Эрозия почвы:** Эрозия почвы может привести к подмыву трубопровода и его повреждению.
- **Вибрация:** Вибрация может привести к усталости металла и отказам трубопровода.
- **Гидравлические удары:** Гидравлические удары могут возникать при резких изменениях давления в трубопроводе, что может привести к повреждению или разрыву трубопровода.
- **Дефекты материала:** Дефекты материала, такие как трещины, пустоты или включения, могут привести к ослаблению трубопровода и его отказу.
- **Внутренняя коррозия:** Внутренняя коррозия может быть вызвана транспортируемым продуктом или конденсатом, что приводит к истончению стенок трубопровода и его ослаблению.
- **Влияние блуждающих токов:** Блуждающие токи могут вызывать электрохимическую коррозию трубопровода.
- **Обрыв трубопровода:** Обрыв трубопровода может быть вызван чрезмерным давлением, коррозией или механическими повреждениями.

## 8. Способы защиты подводного перехода от отказов и аварий.

- **Катодная защита:** Катодная защита предотвращает коррозию трубопровода путем приложения электрического тока, который защищает металл от окисления.
- **Покрытия:** Покрытия, такие как эпоксидные или полиэтиленовые, наносятся на поверхность трубопровода для защиты от коррозии и механических повреждений.
- **Бетонные утяжелители:** Бетонные утяжелители используются для защиты трубопровода от всплытия и перемещения под действием течений и волн.
- **Засыпка грунтом:** Засыпка грунтом обеспечивает дополнительную защиту трубопровода от механических повреждений и коррозии.
- **Мониторинг и инспекция:** Регулярный мониторинг и инспекция трубопровода позволяют выявлять потенциальные проблемы на ранней стадии и принимать меры по их устранению.
- **Резервирование:** Установка резервных трубопроводов или обходных путей может обеспечить непрерывность работы в случае отказа основного трубопровода.
- **Аварийно-спасательное оборудование:** Аварийно-спасательное оборудование, такое как запорные устройства и ремонтные комплекты, должно быть доступно для быстрого реагирования в случае аварии.
- **Планы реагирования на чрезвычайные ситуации:** Разработка и реализация планов реагирования на чрезвычайные ситуации имеет решающее значение для обеспечения скоординированных и эффективных действий в случае аварии.
- **Обучение и подготовка персонала:** Обучение и подготовка персонала по вопросам эксплуатации, технического обслуживания и реагирования на аварии имеют важное значение для обеспечения безопасности и надежности подводного перехода.

## 9. Виды отказов.

### Коррозионные отказы:

- Общая коррозия
- Питтинговая коррозия
- Стресс-коррозионное растрескивание
- Коррозионное растрескивание под напряжением

### **Механические отказы:**

- Разрывы из-за чрезмерного внутреннего давления
- Разрывы из-за внешних нагрузок (например, землетрясения, оползни)
- Усталостные отказы
- Изгибы и деформации

### **Технологические отказы:**

- Ошибки при сварке или монтаже
- Дефекты материалов
- Неисправность оборудования (например, насосов, запорной арматуры)

### **-Природные отказы:**

- Стихийные бедствия (например, ураганы, землетрясения, наводнения)
- Геологические события (например, оползни, провалы грунта)

### **Внешние отказы:**

- Повреждения третьими лицами (например, при земляных работах)
- Диверсии

### **Человеческий фактор:**

- Ошибки эксплуатации
- Ненадлежащее техническое обслуживание
- Несоблюдение процедур безопасности

### **Другие отказы:**

- Эрозия
- Кавитация
- Блуждающие токи

10. Этапы жизненного цикла.

### **Планирование и проектирование:**

- Определение потребности и технико-экономическое обоснование
- Трассировка и проектирование трубопровода
- Получение разрешений и согласований

### **Строительство:**

- Очистка полосы отвода
- Укладка труб
- Сварка и испытания
- Засыпка и восстановление

### **Эксплуатация и техническое обслуживание:**

- Запуск и ввод в эксплуатацию
- Регулярное техническое обслуживание и инспекции
- Мониторинг и контроль
- Ремонт и замена

### **Модификация и модернизация:**

- Увеличение пропускной способности
- Улучшение безопасности и надежности
- Соответствие новым нормам и стандартам

### **Снятие с эксплуатации и вывод из эксплуатации:**

- Планирование и подготовка
- Очистка и консервация
- Удаление или повторное использование

### **Рекультивация:**

- Восстановление полосы отвода
- Удаление временных сооружений
- Мониторинг и уход

11. Виды надежности.

### **Механическая надежность:**

- Способность трубы выдерживать внутреннее давление и внешние нагрузки без разрыва или деформации.

### **Коррозионная стойкость:**

- Способность трубы противостоять коррозии, вызванной воздействием окружающей среды, химических веществ и блуждающих токов.

### **Усталостная прочность:**

- Способность трубы выдерживать циклические нагрузки без образования трещин или отказов.

### **Хрупкость:**

- Склонность трубы к хрупкому разрушению без значительной пластической деформации.

### **Свариваемость:**

- Способность трубы быть сваренной надежно и без дефектов.

### **Износостойкость:**

- Способность трубы противостоять эрозии, кавитации и другим формам износа.

### **Устойчивость к растрескиванию:**

- Способность трубы противостоять растрескиванию, вызванному напряжением, коррозией или другими факторами.

### **Экологическая безопасность:**

- Способность трубы безопасно транспортировать продукты без утечек или загрязнения окружающей среды.

### **Долговечность:**

- Способность трубы служить в течение длительного периода времени без необходимости замены или капитального ремонта.

#### **Экономическая эффективность:**

- Способность трубы обеспечивать надежную и экономичную транспортировку продуктов.

#### **Технологичность:**

- Способность трубы легко устанавливаться, обслуживаться и ремонтироваться.

### 12. Конструктивная и эксплуатационная надежность.

**Конструктивная надежность магистральных труб** относится к проектированию и изготовлению труб таким образом, чтобы они могли выдерживать ожидаемые нагрузки и условия эксплуатации без отказов. Это включает в себя выбор подходящих материалов, толщины стенки, диаметра и других конструктивных характеристик.

**Эксплуатационная надежность магистральных труб** относится к мерам, принимаемым для поддержания целостности и работоспособности труб в течение всего срока их службы. Это включает в себя регулярные инспекции, техническое обслуживание, ремонт и замену при необходимости.

#### **Факторы, влияющие на конструктивную надежность:**

- Качество материалов
- Толщина стенки
- Диаметр
- Сварные швы
- Антикоррозионное покрытие

#### **Факторы, влияющие на эксплуатационную надежность:**

- Условия эксплуатации (давление, температура, среда)
- Частота и качество инспекций
- Эффективность технического обслуживания
- Своевременность ремонта

Обеспечение как конструктивной, так и эксплуатационной надежности имеет решающее значение для предотвращения отказов трубопроводов, которые могут привести к серьезным последствиям для безопасности, окружающей среды и экономики.

#### **Меры по повышению надежности магистральных труб:**

- Использование высококачественных материалов и компонентов
- Соблюдение строгих стандартов проектирования и строительства
- Регулярные инспекции и техническое обслуживание
- Применение передовых технологий мониторинга и диагностики
- Обучение и повышение квалификации персонала
- Разработка и внедрение планов управления целостностью



Повышая надежность магистральных труб, операторы трубопровода.

## **Раздел 2. Определение технического состояния магистральных трубопроводов**

1. Диагностируемые параметры при контроле технического состояния магистральных газопроводов.

### **Давление газа**

- Измерение давления газа в различных точках трубопровода позволяет обнаружить утечки, засорения и другие проблемы, влияющие на пропускную способность.

### **Температура газа**

- Измерение температуры газа может выявить участки с повышенным трением, коррозией или другими дефектами, которые могут привести к отказам.

### **Расход газа**

- Мониторинг расхода газа помогает обнаружить утечки, несанкционированные отборы и другие отклонения от нормальной работы.

### **Акустическая эмиссия**

- Акустическая эмиссия (АЭ) - это метод неразрушающего контроля, который обнаруживает звуковые волны, генерируемые трещинами, коррозией и другими дефектами.

### **Ультразвуковое исследование (УЗИ)**

- УЗИ использует высокочастотные звуковые волны для создания изображений внутренней части трубопровода, выявляя дефекты, такие как трещины, коррозия и расслоения.

### **Магнитопорошковая дефектоскопия (МПД)**

- МПД - это метод неразрушающего контроля, который использует магнитные поля и железный порошок для обнаружения поверхностных трещин и других дефектов.

### **Вихретоковая дефектоскопия (ВТД)**

- ВТД - это метод неразрушающего контроля, который использует электромагнитные поля для обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов.

### **Радиографический контроль (РК)**

- РК использует рентгеновские или гамма-лучи для создания изображений внутренней части трубопровода, выявляя дефекты, такие как трещины, коррозия и пустоты.

### **Визуальный осмотр**

- Визуальный осмотр трубопровода и его компонентов может выявить утечки, коррозию, повреждения и другие видимые дефекты.

## **Интеллектуальные приборы (датчики, счетчики)**

- Интеллектуальные приборы могут непрерывно собирать данные о состоянии трубопровода, такие как давление, температура, расход и вибрация, что позволяет проводить раннюю диагностику проблем.

## 2. Какими методами производится определение наличия скрытых дефектов в металле труб и арматуры?

**Визуальный осмотр:** Этот метод включает в себя визуальное исследование поверхности металла на предмет трещин, вмятин, коррозии и других дефектов. Однако он может быть ограничен доступом к внутренним областям.

**Ультразвуковой контроль (УЗК):** Этот метод использует ультразвуковые волны для обнаружения внутренних дефектов, таких как трещины или пустоты. УЗК позволяет проверять толщину стенок труб и выявлять дефекты на глубине.

**Магнитопорошковый контроль (МПК):** Этот метод использует магнитное поле и порошок для обнаружения поверхностных трещин и других дефектов, которые могут быть невидимы при обычном осмотре.

**Радиография:** Этот метод применяется для обнаружения внутренних дефектов, таких как трещины или включения, с использованием рентгеновских лучей.

**Методы испытаний под нагрузкой:** Включают в себя тестирование металла на прочность под нагрузкой, чтобы выявить возможные дефекты.

## 3. Правила испытаний линейной части действующих магистральных нефтепроводов.

**Визуальный осмотр:** Перед проведением более сложных методов контроля осуществляется визуальный осмотр линейной части нефтепровода на предмет видимых дефектов, таких как коррозия, вмятины или повреждения покрытия.

**Ультразвуковой контроль (УЗК):** Применяется для обнаружения внутренних дефектов, таких как трещины или пустоты в стенках трубы. УЗК также используется для оценки толщины стенок и обнаружения областей с коррозией.

**Магнитопорошковый контроль (МПК):** Этот метод применяется для обнаружения поверхностных трещин и других дефектов с помощью магнитного поля и порошка, который наносится на поверхность для улучшения визуализации дефектов.

**Радиография:** Для обнаружения внутренних дефектов, таких как трещины или включения, может использоваться радиография, которая позволяет получить изображение внутренних структур трубы с использованием рентгеновских лучей.

**Методы испытаний под нагрузкой:** Включают в себя различные испытания, направленные на оценку прочности и устойчивости нефтепровода под нагрузкой, что помогает выявить потенциальные дефекты, влияющие на его надежность.

4. Какие аппараты для диагностирования существуют?

**Ультразвуковые дефектоскопы:** Эти приборы используются для ультразвукового контроля (УЗК), позволяя обнаруживать внутренние дефекты, такие как трещины или пустоты, и измерять толщину стенок труб.

**Магнитопорошковые дефектоскопы:** Для магнитопорошкового контроля (МПК) используются специализированные аппараты, которые создают магнитное поле и наносят порошок на поверхность для обнаружения поверхностных дефектов.

**Рентгеновские аппараты:** Эти аппараты используются для радиографического контроля, который позволяет обнаруживать внутренние дефекты, такие как трещины или включения, с помощью рентгеновских лучей.

**Тепловизионные камеры:** Тепловизионные камеры могут использоваться для обнаружения неравномерного нагрева или охлаждения вдоль трубопровода, что может указывать на потенциальные дефекты, такие как утечки.

**Магнитные детекторы:** Эти приборы используются для обнаружения металлических дефектов, таких как трещины или металлические включения, с помощью магнитных полей.

**Видеокамеры с телескопическими датчиками:** Такие камеры могут использоваться для визуального осмотра внутренней поверхности труб, особенно в труднодоступных местах.

5. Что понимается под техническим контролем объектов линейной части магистральных трубопроводов?

Технический контроль объектов линейной части магистральных трубопроводов включает в себя систематическую проверку и обследование труб и их компонентов с использованием различных методов, таких как визуальный осмотр, ультразвуковой контроль, радиография и другие, с целью обнаружения дефектов и обеспечения безопасности и надежности инфраструктуры.

6. Какие утечки нефти и нефтепродуктов могут быть?

**Утечки из трубопроводов:** Это могут быть разрывы или протечки в самом трубопроводе из-за коррозии, механических повреждений или других причин.

**Утечки из резервуаров:** Резервуары для хранения нефти или нефтепродуктов могут протекать из-за коррозии, дефектов в строительстве или механических повреждений.

**Утечки при перевозке:** При перевозке нефти и нефтепродуктов суда, танкеры или другие транспортные средства могут столкнуться с авариями или протечками.

**Утечки на объектах добычи:** На месторождениях и объектах добычи нефти могут возникать утечки из-за проблем с оборудованием или технических сбоев.

**Утечки при переработке:** На объектах переработки нефти, таких как рафинерии, могут возникать утечки из-за процессов переработки или технических сбоев.

**Утечки из скважин:** Возможны утечки нефти из нефтяных скважин из-за различных причин, включая проблемы с обсадными трубами или геологическими факторами.

7. Основные методы обнаружения утечек нефти и нефтепродуктов на магистральных трубопроводах.

**Ультразвуковой контроль:** Этот метод используется для обнаружения утечек путем измерения изменений в ультразвуковых волнах, проходящих через стенки трубопровода.

**Радиография:** При помощи радиографического обследования можно обнаружить дефекты в стенках трубопровода, такие как трещины или коррозия.

**Тепловизионная диагностика:** Данный метод основан на обнаружении изменений температуры в окружающей среде, что может указывать на утечку нефти или нефтепродуктов.

**Методы мониторинга подземных вод:** Используются для обнаружения загрязнений в подземных водах, вызванных утечками из трубопроводов.

**Использование датчиков и систем мониторинга:** Установка датчиков и систем мониторинга на различных участках трубопровода для непрерывного контроля за утечками и другими потенциальными проблемами.

8. Причины изменения состояния изоляционного покрытия подземных трубопроводов.

**Коррозия:** Это одна из основных причин изменения состояния изоляционного покрытия. Коррозия может возникать из-за воздействия агрессивных сред, таких как влага, химические вещества в почве или воде, а также из-за электрохимических процессов.

**Механические повреждения:** Изоляционное покрытие может быть повреждено механическими воздействиями, такими как грунтовые работы, строительство или перегрузка на поверхности земли. Это может привести к трещинам, отслоениям или разрушению покрытия.

**Естественный износ:** С течением времени изоляционное покрытие может подвергаться естественному износу из-за воздействия окружающей среды, включая изменения температуры, влажности и других факторов.

**Неудачное качество материалов:** Если изоляционное покрытие было изготовлено из некачественных материалов или неправильно установлено, оно может быстрее подвергаться разрушению и износу.

**Животные и растительность:** Деятельность животных или рост растительности на поверхности трубопровода также может вызывать повреждения или износ изоляционного покрытия.

**Геологические факторы:** Некоторые геологические процессы, такие как сдвиги почвы, землетрясения или эрозия, могут повлиять на состояние изоляционного покрытия.

9. Основные методы контроля состояния резервуаров.

**Ультразвуковой контроль:** Использование ультразвука для обнаружения дефектов в стенах резервуара.

**Магнитная дефектоскопия:** Обнаружение дефектов с помощью магнитных полей.

**Использование датчиков:** Установка датчиков для мониторинга параметров резервуара.

**Гидростатическое испытание:** Наполнение резервуара жидкостью для проверки герметичности.

**Тепловизионные камеры:** Использование для обнаружения утечек по изменениям температуры.

**Контроль коррозии:** Мониторинг и обнаружение коррозии.

**Радиография:** Обнаружение дефектов с помощью радиографического обследования.

**Ультразвуковая дефектоскопия:** Использование ультразвука для обнаружения трещин и других дефектов.

10. Что относится к дефектам геометрической формы?

**Трещины:** Это разрывы или разломы в материале, которые могут быть прямолинейными или ветвящимися. Трещины могут возникать из-за напряжений, коррозии или других факторов.

**Деформации:** Изменения в форме или размере, такие как выпуклости, вмятины или утолщения стенок, которые могут быть вызваны механическими повреждениями или внешними воздействиями.

**Износ:** Постепенное изменение формы или размера вследствие естественного износа материала или воздействия агрессивных сред.

**Коррозия:** Это процесс разрушения материала вследствие химической реакции с окружающей средой, который может привести к изменениям в его геометрической форме.

11. Методы и средства технической диагностики насосных агрегатов.

**Вибрационный анализ:** Измерение и анализ вибрации насосных агрегатов может помочь выявить дисбаланс, износ подшипников, дефекты лопастей и другие проблемы.

**Термография:** Использование тепловизионных камер для обнаружения ненормативных температурных показателей, что может указывать на неисправности в насосных агрегатах.

**Акустический анализ:** Использование специализированных средств для обнаружения акустических сигналов, связанных с неисправностями, такими как трение, удары или стуки.

**Масляный анализ:** Мониторинг состояния масла в насосных агрегатах позволяет выявлять металлические частицы, индицирующие износ, а также химические изменения, связанные с деградацией.

**Контроль течей:** Использование специальных методов и датчиков для обнаружения утечек в системе насосов.

**Визуальный осмотр:** Регулярные визуальные проверки насосных агрегатов на предмет износа, коррозии или других видимых повреждений.

**Электрические тесты:** Проверка электрических параметров, таких как токи и напряжения, для выявления неисправностей в электродвигателях и других электрических компонентах.

**Контроль уровня и давления:** Мониторинг уровня и давления в системе насосов для обнаружения аномалий, таких как перегрузка или потеря эффективности.

### **Раздел 3. Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов**

#### 1. Система технического обслуживания и ремонта.

**Регулярное техническое обслуживание:** Проверка на наличие коррозии, износа или других повреждений, а также очистку и обслуживание оборудования.

**Профилактический ремонт:** Проведение профилактических ремонтных работ на основе результатов инспекций и диагностики позволяет предотвращать возможные отказы и увеличивать срок службы трубопроводов.

**Аварийное вмешательство:** Быстрая реакция на обнаруженные проблемы и аварийные ситуации с минимальным временем простоя оборудования помогает предотвратить серьезные последствия и минимизировать потери.

**Использование новейших технологий:** Внедрение современных технологий в области мониторинга, диагностики и ремонта позволяет повысить эффективность и точность работ, а также сократить время простоя оборудования.

**Обучение и квалификация персонала:** Постоянное обучение и повышение квалификации персонала необходимо для работы с новыми технологиями и методами.

**Система управления обслуживанием:** Внедрение систем управления обслуживанием, позволяет эффективно планировать, отслеживать и управлять всеми аспектами технического обслуживания и ремонта.

#### 2. Что такое система планово-предупредительного ремонта?

Это обслуживание оборудования, направленное на предотвращение отказов и максимизацию его срока службы путем регулярного проведения профилактических работ и замены изношенных деталей до того, как возникнут серьезные проблемы.

### 3. Перечень мероприятий, включаемых в систему ППР.

- **Регулярные инспекции и обслуживание:** Плановое проведение инспекций и технического обслуживания в соответствии с заранее определенным графиком. Это включает проверку состояния оборудования, замену изношенных деталей, смазку механизмов и т.д.
- **Прогнозирование и анализ:** Основываясь на данных о состоянии оборудования и его работе, проводится анализ, который позволяет предсказать возможные отказы или проблемы в будущем. Это помогает определить необходимые действия для предотвращения таких проблем.
- **Замена по истечении срока службы:** Изношенные детали и компоненты заменяются до того, как они начнут существенно влиять на работу оборудования или привести к его отказу.
- **Оптимизация времени простоя:** Работы по замене и обслуживанию проводятся в периоды плановых остановок или во время максимально низкой загрузки оборудования, чтобы минимизировать простои в производственном процессе.
- **Постоянное улучшение:** На основе анализа данных о ремонтах и отказах система ППР постоянно совершенствуется, что позволяет оптимизировать ее эффективность и снижать затраты на обслуживание.

### 4. Ремонтный цикл – это?

Ремонтный цикл - это последовательность действий и процессов, которые включают в себя планирование, выполнение и контроль всех видов технического обслуживания и ремонта оборудования или системы. Этот цикл охватывает все этапы, начиная с идентификации неисправностей или потребностей в обслуживании, и заканчивая проверкой и контролем качества выполненных работ.

### 5. Недостатки системы ППР по наработке.

- **Неожиданные отказы:** Несмотря на плановое техническое обслуживание и замену изношенных деталей, могут возникнуть неожиданные отказы, которые не были предсказаны системой анализа данных. Это может привести к



непредвиденным простоям оборудования и увеличению затрат на его восстановление.

- **Неполная информация:** Иногда данные о состоянии оборудования могут быть неполными или неточными, что затрудняет точное прогнозирование возможных отказов или проблем. Это может привести к неправильным решениям о замене деталей или проведении обслуживания.
- **Изменение условий эксплуатации:** Изменения в условиях эксплуатации оборудования могут привести к ускоренному износу или повышенной вероятности отказов, что может потребовать корректировки графика ППР и дополнительных расходов на обслуживание.
- **Стоимость обслуживания:** Проведение плановых инспекций и замены деталей требует дополнительных затрат на ресурсы, труд и материалы. В случае неправильного расчета или необходимости частых замен это может увеличить общую стоимость обслуживания оборудования.
- **Неэффективность анализа данных:** Некорректный или неэффективный анализ данных о состоянии оборудования может привести к неправильному прогнозированию отказов или замене деталей, что снижает эффективность системы ППР.
- **Отсутствие ресурсов:** Недостаток необходимых ресурсов, таких как специалисты по техническому обслуживанию или запасные части, может затруднить реализацию системы ППР в полной мере и уменьшить ее эффективность.

## 6. Основные направления совершенствования системы ППР по наработке.

- **Улучшение сбора данных:** Развитие более точных и надежных методов сбора данных о состоянии оборудования может помочь устранить проблему неполной или неточной информации.
- **литических методов:** Улучшение методов анализа данных позволит более точно прогнозировать возможные отказы и оптимизировать расписание замен деталей.
- **Адаптация к изменяющимся условиям:** Создание более гибких систем ППР, способных адаптироваться к изменениям в условиях эксплуатации, позволит снизить вероятность неожиданных отказов.
- **Оптимизация ресурсов:** Эффективное использование ресурсов, таких как специалисты по обслуживанию и запасные части, поможет снизить стоимость обслуживания.

- **Обучение персонала:** Повышение квалификации персонала, работающего с системой ППР, поможет улучшить эффективность ее применения.

#### **Раздел 4. Ремонт линейной части и резервуаров.**

- **Подготовка к работе:** В этом этапе происходит подготовка к проведению капитального ремонта. Это включает в себя разработку плана ремонта, оценку объема работ, закупку необходимых материалов и оборудования, а также обеспечение безопасности рабочих мест и окружающей среды.
- **Остановка системы:** Для безопасного проведения ремонта трубопровода обычно требуется остановить работу системы, чтобы рабочие могли безопасно выполнять необходимые работы.
- **Демонтаж и диагностика:** На этом этапе происходит демонтаж участков трубопровода, требующих ремонта. Проводится диагностика состояния труб и определение необходимого объема работ.
- **Ремонт и замена:** После диагностики и определения объема работ производится ремонт поврежденных участков трубопровода. Это может включать в себя замену изношенных деталей, ремонт сварных швов, очистку от отложений и другие работы.
- **Монтаж и восстановление:** После завершения ремонтных работ производится монтаж отремонтированных участков трубопровода и их восстановление в рабочее состояние.
- **Тестирование и проверка:** После завершения всех работ производится тестирование отремонтированных участков трубопровода на предмет герметичности, прочности и соответствия требованиям безопасности.
- **Запуск системы:** После успешного завершения тестирования система запускается в работу, и проводится проверка ее работоспособности.

#### **2. Последовательность и содержание работ при ремонте магистрального трубопровода с подъемом и укладкой его на лежки в траншее.**

- **Подготовка и обеспечение безопасности:** Оценка места работ, установка безопасных зон, обеспечение доступа для оборудования и персонала.
- **Остановка системы и дренирование:** Остановка потока в трубопроводе и удаление остаточных жидкостей для безопасного доступа.
- **Демонтаж существующего трубопровода:** Разборка и удаление старого трубопровода с помощью соответствующего оборудования.
- **Подъем и поддержание трубопровода:** Использование подъемного оборудования для поднятия трубопровода и его временной фиксации.
- **Подготовка лежек:** Рытье траншеи, установка опорных лежек и обеспечение их устойчивости.

- **Укладка трубопровода:** Плавное опускание трубопровода на лежки с использованием подъемного оборудования и его точная фиксация.
- **Монтаж и сварка:** Подготовка и монтаж дополнительных сегментов трубопровода, сварка швов для обеспечения герметичности.
- **Испытания:** Проведение испытаний на герметичность и прочность укладываемого трубопровода.
- **Восстановление местности:** Засыпка траншеи, восстановление поверхности и растительного покрова.
- **Проверка и запуск системы:** Проверка работоспособности трубопровода и его запуск в эксплуатацию.

### 3. Какие виды контроля осуществляются при проведении изоляционных работ?

- **Визуальный контроль:** Осмотр изоляционных материалов на предмет дефектов, повреждений и неправильной установки.
- **Испытание на прочность:** Проверка изоляционных материалов на прочность и устойчивость к механическим воздействиям.
- **Тепловое тестирование:** Использование тепловизионных камер для обнаружения тепловых утечек и неправильной установки изоляции.
- **Измерение толщины изоляции:** Контроль за толщиной нанесенной изоляционной оболочки для обеспечения соответствия требованиям проекта.
- **Испытания на герметичность:** Проверка изоляционных соединений на герметичность для предотвращения проникновения влаги и других агрессивных сред.
- **Электрические испытания:** Проверка электрической изоляции для обеспечения безопасности работы системы.

### 4. Классификация аварий.

- **По типу повреждения:**
  - Механические повреждения: например, разрыв или пробой трубопровода.
  - Коррозионные повреждения: вызванные химическими реакциями с материалом трубы.
  - Пожары и взрывы: аварии, связанные с возгоранием или взрывом газа или жидкости в трубопроводе.
- **По причине аварии:**
  - Нарушение технической целостности: например, износ материала, дефекты сварных швов или конструкционные ошибки.

- Нарушение операционных процедур: в том числе неправильная эксплуатация оборудования или ошибки персонала.
- Естественные бедствия: такие как землетрясения, наводнения или оползни.
- **По последствиям:**
  - Масштабные аварии: приводящие к крупным потерям жизней, значительным экологическим разливам и материальным убыткам.
  - Незначительные аварии: имеющие ограниченные последствия и легко контролируемые.
- **По области действия:**
  - Локальные аварии: ограниченные географически или функционально, влияющие только на определенную область.
  - Региональные или межрегиональные аварии: распространяющиеся на большие территории или имеющие влияние на несколько регионов.

## 5. Организация ликвидации аварий.

- **Активация аварийного плана:** Немедленное активирование плана действий, предусмотренного для таких ситуаций, с назначением ответственных лиц и команд.
- **Оценка ситуации:** Проведение оценки масштаба и характера аварии, определение потенциальных угроз для безопасности людей, окружающей среды и имущества.
- **Мобилизация ресурсов:** Мобилизация необходимых людских, материальных и технических ресурсов для оказания помощи и проведения оперативных мероприятий.
- **Установление контроля:** Установление контроля над аварийной ситуацией, включая ограничение распространения угрозы и предотвращение дальнейших повреждений.
- **Эвакуация и защита:** Организация эвакуации людей из зоны риска и предоставление им необходимой защиты, а также защита окружающей среды.
- **Ликвидация последствий:** Проведение мероприятий по остановке или уменьшению утечки опасных веществ, устранению повреждений и восстановлению нормального функционирования системы.

- **Сбор и анализ данных:** Сбор информации о причинах и обстоятельствах аварии для последующего анализа и предотвращения подобных инцидентов в будущем.
- **Коммуникация и информирование:** Предоставление информации и обновлений о ситуации всем заинтересованным сторонам, включая власти, персонал и общественность.
- **Проведение расследования:** Проведение расследования для выявления причин аварии и выработки рекомендаций по предотвращению подобных инцидентов в будущем.

## 6. Причины аварий и виды дефектов на магистральном трубопроводе.

Механические повреждения, такие как разрывы или пробои труб, коррозия материала трубы, вызванная химическими реакциями, а также пожары и взрывы, связанные с газом или жидкостью в трубопроводе.

## 7. Требования, предъявляемые к технологии ликвидации аварий.

Технологии ликвидации аварий должны быть эффективными, безопасными и быстрыми. Они должны включать в себя методы для быстрой оценки ситуации, такие как дистанционное зондирование и дроны, а также специализированное оборудование для остановки утечек и предотвращения дальнейших повреждений. Технологии также должны позволять эффективное управление коммуникацией и координацию действий между различными структурами и организациями, включая автоматизированные системы управления информацией и коммуникацией.

## 8. Изоляция отремонтированного трубопровода.

Этот процесс включает в себя установку изоляционных материалов вокруг трубопровода для предотвращения теплопотерь, защиты от внешних воздействий и контроля температуры перекачиваемых сред. После установки изоляции проводятся визуальные и электрические проверки, чтобы гарантировать ее эффективность и соответствие стандартам безопасности.

## 9. Капитальный ремонт резервуаров.

Этот процесс включает в себя осмотр и анализ состояния резервуара, замену поврежденных или изношенных частей, а также улучшение защитных систем и покрытий. После завершения ремонта проводится тщательная проверка на соответствие стандартам безопасности и качеству работы.

## 10. Основные дефекты центробежных насосов и способы их исправления.

Центробежные насосы могут испытывать различные дефекты, включая износ подшипников, коррозию, утечки уплотнений и неэффективность насосных лопастей. Их исправление может включать замену или обслуживание подшипников, ремонт коррозии, замену уплотнений и регулировку насосных лопастей для восстановления оптимальной производительности.

## 5.2 Примеры заданий для выполнения практических работ

### *Раздел 1. Надежность действующих магистральных трубопроводов.*

- **Прочность материалов:** Это важный фактор, определяющий способность трубопровода выдерживать механические нагрузки, внешние воздействия, а также давление и температуру транспортируемого материала.
- **Защитные покрытия:** Покрытия на поверхности трубопроводов играют ключевую роль в защите от коррозии и других видов повреждений, которые могут снизить надежность системы.
- **Системы мониторинга и контроля:** Включают в себя механизмы для непрерывного мониторинга параметров, таких как давление, температура, и утечки, что позволяет оперативно выявлять любые потенциальные проблемы и принимать меры по их устранению.
- **Системы предотвращения аварий:** Включают в себя методы и системы, которые предотвращают возникновение аварийных ситуаций или минимизируют их последствия, например, системы автоматического отключения при обнаружении утечки или увеличения давления.
- **Регулярное обслуживание и техническое обслуживание:** Регулярные проверки, техническое обслуживание и планово-предупредительный ремонт играют решающую роль в поддержании надежности и эффективности трубопроводной системы.
- **Соответствие стандартам и нормативам:** Важно, чтобы магистральные трубопроводы соответствовали всем применимым стандартам безопасности и качества, установленным законодательством и промышленными нормами.

## 2. Анализ современного технического состояния магистральных трубопроводов.

- **Состояние материалов:** Оценка состояния материалов, из которых изготовлены трубы, включая проверку на коррозию, износ, трещины и другие

повреждения. Это важно для определения потенциальных участков, требующих ремонта или замены.

- **Использование технологий мониторинга:** Оценка эффективности систем мониторинга и контроля, включая их способность обнаруживать утечки, изменения давления и температуры, а также другие аномалии, которые могут указывать на проблемы.
- **Анализ технических данных:** Использование собранных данных о работе трубопровода для выявления паттернов, трендов и аномалий, которые могут указывать на необходимость ремонта, модернизации или замены определенных участков.
  
- **Оценка систем безопасности и аварийных процедур:** Проверка работоспособности систем предотвращения аварий и процедур ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, таких как утечки или повреждения труб.
- **Сравнение с нормативами и стандартами:** Сопоставление текущего состояния трубопровода с применимыми нормативами и стандартами безопасности и качества для определения соответствия и необходимости внесения изменений или улучшений.
- **Прогнозирование срока службы и планирование обслуживания:** Оценка ожидаемого срока службы трубопровода и разработка планов технического обслуживания, включая регулярные проверки, обслуживание и планово-предупредительный ремонт.

## **Раздел 2. Определение технического состояния магистральных трубопроводов.**

### **1. Правила испытаний линейной части действующих магистральных нефтепроводов.**

Правила испытаний линейной части магистральных нефтепроводов включают:

- **Подготовку к испытаниям:** Включает проверку наличия всех необходимых разрешений, обеспечение безопасности персонала и окружающей среды.
- **Использование испытательных средств:** Включает выбор метода испытания (например, гидростатическое испытание), обеспечение достаточного давления и контроль параметров процесса.
- **Мониторинг и контроль:** Включает непрерывный мониторинг параметров, таких как давление, температура и прочность материала, а также реагирование на любые аномалии или утечки.
- **Анализ результатов:** Включает оценку полученных данных для определения соответствия стандартам безопасности и качества.
- **Документация:** Включает составление отчета о проведенных испытаниях с указанием полученных результатов и рекомендаций по дальнейшим действиям.

### **2. Методы контроля состояния изоляционных покрытий трубопроводов.**



- **Ультразвуковой контроль:** Применение ультразвуковых волн для обнаружения дефектов в изоляции, таких как трещины или внутренние повреждения.
- **Тепловое тестирование:** Использование инфракрасных камер для обнаружения утечек тепла, что может указывать на проблемы с изоляцией.
- **Электрические методы:** Применение методов, таких как электрическое сопротивление или емкостная томография, для выявления дефектов в изоляции.
- **Химические тесты:** Использование химических веществ для выявления коррозии или других химических изменений в материалах изоляции.

### 3. Основные методы обнаружения утечек нефти и нефтепродуктов на магистральных трубопроводах.

- **Системы мониторинга течей:** Используются датчики для непрерывного мониторинга давления и расхода в трубопроводах, сигнализирующие о возможной утечке.
- **Использование пневматических и гидравлических методов:** Применяются для создания давления в трубопроводе, а затем мониторятся изменения давления, что может указывать на утечку.
- **Тепловизионные системы:** Используют инфракрасные камеры для обнаружения изменений температуры на поверхности земли, вызванных утечкой нефти или нефтепродуктов.
- **Акустические методы:** Датчики регистрируют звуковые волны, создаваемые утечкой, что позволяет обнаружить их на ранней стадии.
- **Использование химических трассеров:** Добавление химических веществ в нефть для отслеживания ее движения и выявления мест утечки.

### 4. Причины изменения состояния изоляционного покрытия подземных трубопроводов.

- **Коррозия:** Химическая реакция между материалом изоляции и окружающей средой, особенно влагой или агрессивными веществами в почве.
- **Механические повреждения:** Возникают в результате механического воздействия, например, при строительстве, эксплуатации или земляных работах.
- **Температурные изменения:** Экстремальные изменения температуры могут привести к деформации или разрушению изоляции.
- **Ультрафиолетовое излучение:** Длительное воздействие ультрафиолетовых лучей может вызвать деградацию материала изоляции.
- **Химические воздействия:** Взаимодействие с химическими веществами, такими как нефтепродукты или промышленные отходы, может привести к разрушению изоляции.



## 5. Основные методы контроля состояния резервуаров.

- **Ультразвуковой контроль:** Использование ультразвуковых приборов для обнаружения толщины стенок резервуара и выявления возможных дефектов.
- **Тепловое тестирование:** Применение тепловизионных камер для обнаружения участков с аномальной температурой, что может указывать на проблемы с изоляцией или утечками.
- **Методы гидростатического испытания:** Заполнение резервуаров водой или другой жидкостью для проверки их герметичности и прочности.
- **Химический анализ содержимого:** Исследование состава хранимого в резервуаре материала на предмет примесей или изменений, которые могут свидетельствовать о проблемах.

## 6. Правила технической эксплуатации резервуаров.

- **Регулярные инспекции:** Проведение периодических осмотров для выявления повреждений, коррозии и других дефектов.
- **Обслуживание изоляции:** Поддержание состояния изоляции для предотвращения потерь материалов и минимизации риска утечек.
- **Соблюдение стандартов безопасности:** Следование установленным нормам и правилам для обеспечения безопасной эксплуатации.
- **Мониторинг состояния:** Постоянное отслеживание параметров, таких как температура, давление и состав хранимого материала, для раннего обнаружения проблем.
- **Планово-предупредительное обслуживание:** Проведение регулярного технического обслуживания и ремонтных работ для поддержания работоспособности и безопасности резервуаров.

## 7. Методы и средства технической диагностики насосных агрегатов.

- **Вибрационный анализ:** Мониторинг вибраций для обнаружения износа подшипников и других механических проблем.
- **Термографическое сканирование:** Использование тепловизионных камер для обнаружения неравномерного нагрева, указывающего на проблемы с подшипниками или утечками.
- **Контроль уровня и давления:** Отслеживание уровня жидкости и давления для выявления утечек или обструкций.
- **Анализ масла:** Исследование состояния масла на предмет загрязнений и износа.

## Раздел 3. Профилактическое обслуживание магистральных трубопроводов.

## 1. Система технического обслуживания и ремонта.

- **Планово-предупредительный ремонт:** Регулярное техническое обслуживание с целью предотвращения отказов и повышения надежности.
- **Мониторинг состояния:** Постоянное наблюдение за параметрами работы трубопроводов с использованием современных технологий, таких как системы дистанционного мониторинга и диагностики.
- **Изоляционные работы:** Обеспечение эффективной изоляции для предотвращения утечек и минимизации теплопотерь.
- **Капитальный ремонт:** Проведение крупных работ по замене устаревших элементов и восстановлению структурной целостности трубопроводов.
- **Соблюдение стандартов безопасности:** Строгое следование нормативам и правилам, направленным на предотвращение аварий и защиту окружающей среды.
- **Систематический контроль:** Регулярные инспекции и аудиты для выявления потенциальных проблем и своевременного их решения.

## 2. Система планово-предупредительного ремонта.

- **Разработку планов обслуживания:** Создание графика регулярных технических проверок и замены компонентов для предотвращения отказов.
- **Мониторинг состояния:** Постоянное наблюдение за параметрами работы трубопроводов с использованием передовых технологий, таких как дистанционное наблюдение и диагностика.
- **Профилактические мероприятия:** Выполнение предварительных ремонтных работ и замена изношенных компонентов до возникновения серьезных проблем.
- **Систематический анализ данных:** Использование данных из мониторинга для выявления тенденций и определения оптимального времени для проведения ремонтов.

## 3. Техническая документация в системе планово-предупредительного ремонта.

- **Планы обслуживания:** Документы, определяющие графики и объемы регулярных проверок и замен компонентов.
- **Отчеты мониторинга:** Данные, полученные в результате наблюдений за параметрами работы трубопроводов, такие как температура, давление и состояние материалов.
- **Процедуры профилактических мероприятий:** Инструкции по выполнению предварительных ремонтных работ и замене изношенных компонентов.
- **Аналитические отчеты:** Документы, содержащие анализ данных мониторинга для определения оптимального времени проведения ремонтов.

- **Материалы обучения персонала:** Руководства и инструкции по обучению специалистов для проведения технического обслуживания и ремонта.

#### **Раздел 4. Ремонт линейной части и резервуаров.**

1. Перечень организационных мероприятий и подготовительных работ при капитальном ремонте линейной части магистрального трубопровода.

- **Планирование и подготовка:** Определение области работ, разработка расписания и бюджета, подготовка необходимого оборудования и материалов.
- **Безопасность:** Проведение анализа рисков, разработка плана безопасности, обучение персонала по технике безопасности и обеспечение соответствующих разрешений и лицензий.
- **Изоляция и дренирование:** Отключение трубопровода от системы, слив остаточных жидкостей, промывка и подготовка для дальнейших работ.
- **Демонтаж и замена:** Проведение демонтажа поврежденных или изношенных компонентов, установка новых деталей или участков трубопровода.
- **Тестирование и проверка:** Проведение испытаний новых компонентов, проверка на утечки, тестирование на прочность и соответствие стандартам безопасности.
- **Восстановление и реинтеграция:** Возвращение трубопровода в эксплуатацию, установка защитных покрытий, проведение финальных проверок и документирование выполненных работ.

2. Ликвидация аварий на магистральных трубопроводах. Классификация аварий. Технология ликвидации аварий.

**Ликвидация аварий на магистральных трубопроводах** - это процесс, включающий оперативные действия для минимизации потенциального ущерба. Классификация аварий включает механические и коррозионные повреждения. Технология ликвидации варьируется в зависимости от типа повреждения и может включать демонтаж, замену, ремонт или другие меры для восстановления трубопровода и предотвращения дальнейших проблем.

3. Капитальный ремонт резервуаров.

**Капитальный ремонт резервуаров** - это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или модернизацию резервуаров с целью обеспечения их долговечности и безопасной эксплуатации. Это включает в себя проведение осмотров, оценку состояния конструкции, замену изношенных элементов, укрепление конструкции и применение новых технологий для повышения эффективности и надежности резервуаров.

4. Ремонт основного оборудования. Основные дефекты центробежных насосов и способы их исправления.

Основные дефекты включают износ подшипников, утечки уплотнений, коррозию и износ лопастей.

Для исправления этих проблем обычно требуется проведение следующих мероприятий:

- Замена изношенных подшипников.
- Уплотнение утечек или замена уплотнительных элементов.
- Обработка коррозии и замена поврежденных деталей.
- Ремонт или замена изношенных лопастей.

### 5.3 Примерный перечень вопросов по темам

1. Основные понятия теории надежности. Классификация отказов.

- **Надежность:** Это свойство системы сохранять свои характеристики функционирования в заданных условиях в течение определенного времени.
- **Отказ:** Это невозможность системы выполнять свои функции в соответствии с заданными требованиями. Отказы могут быть временными или постоянными.

**Классификация отказов:**

- **По времени возникновения:**
  - **Случайные отказы:** Возникают в процессе эксплуатации из-за случайных факторов.
  - **Износные отказы:** Происходят вследствие износа или усталости материалов в процессе эксплуатации.
  - **Ожидаемые отказы:** Возникают по истечении срока службы или жизненного цикла компонентов.
- **По воздействию на систему:**
  - **Функциональные отказы:** Приводят к потере функциональности системы.
  - **Нефункциональные отказы:** Не влияют на функциональность, но могут снижать эффективность или безопасность.
- **По причинам возникновения:**
  - **Механические отказы:** Связаны с поломкой или износом механических компонентов.
  - **Электрические отказы:** Связаны с нарушениями в работе электрических систем.
  - **Химические отказы:** Возникают из-за химических процессов, таких как коррозия.
  - **Термические отказы:** Связаны с изменениями температуры и тепловыми процессами

## 2. Вероятность безотказной работы.

Если через  $T$  обозначить время непрерывной безотказной работы оборудования от начала работы до отказа, а через  $t$  – время, для которого требуется определить вероятность безотказной работы, то  $P(t)$  есть вероятность того, что случайная величина  $T$  будет больше или равна  $t$ , т. е.  $P(t)=P(T \geq t)$ .

## 3. Средняя наработка до отказа.

**Интенсивность отказов**  $\lambda(t)$  – условная плотность вероятности возникновения отказа невозстанавливаемого изделия, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник.  $\lambda(t) = f(t)/P(t)$ .

## 4. Современное техническое состояние магистральных трубопроводов. Линейная часть магистральных трубопроводов.

Современное техническое состояние магистральных трубопроводов включает в себя ряд основных аспектов:

- **Материалы:** Магистральные трубопроводы могут быть изготовлены из различных материалов, таких как сталь, чугун, пластик и т.д. Стальные трубы, обычно, наиболее распространены из-за своей прочности и долговечности.
- **Состояние труб:** Регулярные инспекции и обследования проводятся для выявления износа, коррозии или других повреждений. Это позволяет предотвратить утечки и аварии.
- **Системы мониторинга и контроля:** Современные магистральные трубопроводы обычно оснащены системами мониторинга, которые позволяют операторам отслеживать давление, температуру, скорость потока и другие параметры в реальном времени.
- **Защитные меры:** Для предотвращения коррозии и повреждений используются различные защитные покрытия и системы катодной защиты.
- **Безопасность:** Магистральные трубопроводы строго регулируются с целью обеспечения безопасности. Это включает в себя регулярные инспекции, обучение персонала, а также разработку планов действий в случае аварийных ситуаций.
- **Линейная часть трубопровода:** Линейная часть трубопровода представляет собой его основную структурную часть, состоящую из труб, соединительных элементов (отводов, тройников, переходов и т.д.), опорных конструкций и изоляции. Качество и состояние линейной части трубопровода имеет прямое влияние на его работоспособность и безопасность.

## 5. Нефтеперекачивающие станции.

Эти станции обычно состоят из нескольких ключевых компонентов:

6. **Насосы:** Насосы используются для создания давления, необходимого для перекачки нефти по трубопроводу. Они обычно располагаются на нефтеперекачивающих станциях и могут быть различных типов в зависимости от требуемой производительности и характеристик перекачиваемой среды.
7. **Фильтры и сепараторы:** Они используются для очистки нефти от примесей и отделения газов и воды, которые могут присутствовать в потоке.
8. **Контрольно-измерительное оборудование:** Это включает в себя приборы для измерения давления, температуры, расхода и других параметров нефтяного потока. Эти данные используются для мониторинга процесса перекачки и поддержания его в рамках определенных параметров.
9. **Системы безопасности:** Нефтеперекачивающие станции обычно оснащены различными системами безопасности, включая датчики утечки, аварийные отключения и системы пожаротушения, чтобы предотвратить возможные аварии и минимизировать риски для окружающей среды и персонала.
10. **Контроль доступа и безопасность периметра:** Доступ к нефтеперекачивающим станциям обычно ограничен, и они защищены соответствующими системами безопасности, такими как заборы, камеры видеонаблюдения и системы контроля доступа.
11. **Обслуживающий персонал:** Нефтеперекачивающие станции требуют постоянного технического обслуживания и мониторинга со стороны квалифицированного персонала для обеспечения их эффективной и безопасной работы.

## 6. Резервуары.

- **Материалы:** Резервуары могут быть изготовлены из различных материалов, включая сталь, бетон, пластик и стеклопластик. Выбор материала зависит от типа хранимого продукта, его объема, требований к безопасности и долговечности.
- **Типы резервуаров:** Существует несколько типов резервуаров, включая наземные и подземные, вертикальные и горизонтальные, а также емкости с фиксированным и переменным объемом.
- **Защитные меры:** Для обеспечения безопасности резервуары обычно оснащены системами контроля уровня, датчиками утечки, системами пожаротушения и защитными покрытиями от коррозии.
- **Обслуживание и инспекции:** Регулярные инспекции и обслуживание резервуаров необходимы для обнаружения и предотвращения повреждений, коррозии и других проблем, которые могут повлиять на их безопасность и работоспособность.

- **Системы контроля и мониторинга:** Современные резервуары могут быть оснащены системами контроля и мониторинга, которые позволяют операторам отслеживать уровень заполнения, температуру, давление и другие параметры в реальном времени.
- **Безопасность:** Безопасность является приоритетом при эксплуатации резервуаров. Это включает в себя соблюдение строгих стандартов безопасности, обучение персонала и разработку планов действий в случае аварийных ситуаций.

## 7. Диагностика состояния стенок труб и арматуры.

- **Ультразвуковая дефектоскопия:** Этот метод позволяет обнаруживать дефекты в стенах трубы, такие как трещины или пустоты, путем измерения времени прохождения ультразвуковых волн через материал. Он может быть использован для оценки толщины стенок и выявления дефектов внутри материала.
- **Магнитная дефектоскопия:** Этот метод используется для обнаружения магнитных дефектов в материалах, таких как трещины или места коррозии. Он основан на измерении изменений магнитного поля вокруг трубы, которые могут быть вызваны дефектами.
- **Визуальный осмотр:** Визуальный осмотр позволяет проверить состояние внешних поверхностей труб и арматуры на наличие видимых дефектов, таких как коррозия, износ или механические повреждения.
- **Термографическое сканирование:** Этот метод использует инфракрасные камеры для обнаружения неравномерностей температуры на поверхности трубы, что может указывать на проблемы, такие как утечки или изоляционные дефекты.
- **Электромагнитная дефектоскопия:** Этот метод использует электромагнитные волны для обнаружения дефектов в стенах трубы. Он может быть эффективен для выявления коррозии или других дефектов, которые изменяют электромагнитные свойства материала.

## 8. Диагностика напряженно-деформированного состояния.

- **Методы визуального контроля:** Визуальный контроль может включать осмотр структуры на наличие трещин, деформаций или других видимых повреждений. Этот метод может быть первичным шагом для обнаружения потенциальных проблем.
- **Измерение напряжений и деформаций:** Существуют различные приборы и техники для измерения напряжений и деформаций в материалах, такие как напряженно-деформированные состояния. Это может включать в себя использование деформационных датчиков, напряженно-деформированных анализаторов и других специализированных инструментов.
- **Метод конечных элементов (МКЭ):** МКЭ - это численный метод, который используется для анализа напряженно-деформированных состояний в сложных



структурах. Он позволяет моделировать поведение материалов под различными нагрузками и условиями, что помогает предсказать возможные проблемы и оптимизировать конструкцию.

- **Ультразвуковая дефектоскопия:** Как было упомянуто ранее, ультразвуковая дефектоскопия также может быть использована для обнаружения дефектов в материалах, которые могут указывать на напряжения и деформации в структуре.
- **Термографическое сканирование:** Этот метод позволяет обнаруживать различия в температуре на поверхности материалов, которые могут быть связаны с напряжениями и деформациями внутри структуры.

#### 9. Диагностика наличия утечек жидкости из трубопроводов.

- **Использование датчиков утечки:** Установка датчиков утечки на трубопроводе может быть эффективным способом мониторинга. Эти датчики могут реагировать на наличие жидкости в определенных местах и отправлять сигналы о предполагаемой утечке.
- **Прессовочные испытания:** Этот метод включает подачу воздуха или воды под давлением в трубопровод для проверки его герметичности. Любые утечки могут быть обнаружены по уменьшению давления в системе.
- **Тепловое сканирование:** Использование термографических камер для обнаружения утечек может быть полезным, особенно если утечка сопровождается изменением температуры окружающей среды.

#### 10. Контроль состояния изоляционных покрытий трубопроводов.

- **Тепловизионная диагностика:** Тепловизионные камеры могут использоваться для обнаружения участков с повышенной температурой, что может указывать на проблемы с изоляцией, такие как утечки тепла или наличие влаги под изоляцией.
- **Ультразвуковая диагностика:** Этот метод позволяет обнаруживать утечки и дефекты в изоляционных покрытиях путем измерения изменений в ультразвуковых волнах, проходящих через материал.
- **Электрические методы:** Некоторые методы, такие как электрическая проводимость или емкостная диагностика, могут использоваться для оценки состояния изоляционных материалов.
- **Химические анализы:** Проведение химических анализов материалов изоляции может помочь выявить разрушение или деградацию материала вследствие воздействия окружающей среды или химических процессов.

#### 11. Контроль технического состояния резервуаров. Визуальный контроль.

Контроль технического состояния резервуаров часто начинается с визуального осмотра. Этот метод включает в себя тщательное обследование внешней поверхности резервуара на наличие любых признаков коррозии, трещин, или других повреждений.



Визуальный контроль позволяет оперативно выявить потенциальные проблемы, которые могут потребовать ремонта или замены резервуара.

#### 12. Определение скрытых дефектов в металле и сварных швах.

- **Магнитопорошковый контроль (МПК):** Этот метод используется для обнаружения скрытых дефектов в металлических деталях, включая сварные швы. Он основан на использовании магнитопорошка, который наносится на поверхность и проникает в места с дефектами. При наличии дефектов магнитопорошок образует характерные пятна, что позволяет их обнаружить при визуальном осмотре.
- **Ультразвуковой контроль:** Этот метод использует ультразвуковые волны для обнаружения дефектов в металле и сварных швах. Звуковые волны проникают через материал и отражаются от дефектов, что позволяет определить их размеры и характеристики.
- **Радиография:** Этот метод позволяет обнаружить скрытые дефекты путем пропускания рентгеновских лучей через объект и получения изображения его внутренней структуры. Радиография часто используется для контроля сварных швов и определения их качества.

#### 13. Определение коррозионного состояния резервуаров.

- **Ультразвуковой контроль:** Этот метод использует ультразвуковые волны для обнаружения дефектов в металле, включая скрытые дефекты и толщину материала.
- Для определения коррозионного состояния специалисты могут использовать различные методы, включая визуальный контроль, испытания материала на прочность и толщину, а также химические анализы проб материала.

#### 14. Определение механических свойств металла и сварных.

- **Испытание на растяжение:** Этот вид испытания позволяет определить прочность материала при нагрузке, вызывающей его разрыв. Результаты испытания включают в себя удельное сопротивление разрыву (предел прочности) и удлинение при разрыве.
- **Испытание на изгиб:** Это испытание позволяет оценить прочность и упругие свойства материала при изгибе. Результаты включают в себя модуль упругости и предел пропорциональности.
- **Испытание на ударную вязкость:** Оно направлено на определение способности материала поглощать энергию при ударном воздействии. Этот параметр важен для оценки способности материала сопротивляться внезапным нагрузкам.

- **Жесткость:** Испытание на измерение жесткости помогает определить сопротивление материала деформации при нагрузке, не вызывающей его разрушение.
- **Испытание на растяжение сварного соединения:** Поскольку сварные соединения могут обладать другими механическими свойствами по сравнению с базовым материалом, проводятся испытания на прочность и упругость сварного шва.

#### 15. Контроль геометрической формы и осадки основания.

Контроль геометрической формы и осадки основания является важным аспектом обслуживания магистральных трубопроводов и резервуаров, поскольку от этого зависит их структурная целостность и безопасность эксплуатации. Вот несколько ключевых моментов в этом контексте:

- **Геометрическая форма:** Периодический контроль геометрической формы позволяет выявить деформации или иные изменения в конструкции трубопроводов и резервуаров, которые могут возникнуть из-за механических напряжений, коррозии или других внешних воздействий. Это может включать в себя измерение диаметров, длин и формы трубопроводов, а также контроль уровня и формы резервуаров.
- **Осадка основания:** Осадка основания под магистральными трубопроводами и резервуарами может привести к деформации или неравномерному распределению нагрузок, что может стать причиной их повреждений или отказов. Контроль осадки основания позволяет своевременно выявить подобные проблемы и принять меры по их устранению, например, путем коррекции основания или усиления его конструкции.
- **Методы контроля:** Для контроля геометрической формы и осадки основания могут применяться различные методы, включая визуальные осмотры, геодезические измерения, использование лазерных сканеров и другие современные технологии. Выбор конкретного метода зависит от доступности оборудования, характера объекта и требований к точности измерений.
- **Регулярность контроля:** Важно осуществлять контроль геометрической формы и осадки основания регулярно в соответствии с установленными нормами и рекомендациями, чтобы оперативно выявлять и устранять потенциальные проблемы и обеспечивать долговечность и безопасность эксплуатации инфраструктуры.

#### 16. Диагностика технического состояния насосных агрегатов.

- **Вибрационный анализ:** Этот метод позволяет выявлять неисправности насосных агрегатов по изменениям в их вибрационном поведении. Аномалии в частоте, амплитуде или спектре вибрации могут указывать на проблемы с подшипниками, износом или дисбалансом ротора и другими неисправностями.
- **Термографическое сканирование:** Этот метод позволяет обнаруживать перегревы и неравномерности температуры на поверхности насосных агрегатов, что может указывать на проблемы с трением, износом или неэффективностью системы охлаждения.
- **Акустическая диагностика:** Этот метод основан на анализе звуковых сигналов, издаваемых насосными агрегатами в процессе работы. Изменения в частоте, интенсивности или спектре звука могут свидетельствовать о наличии неисправностей, таких как трение, удары или пульсации.
- **Анализ масла:** Проведение анализа масла из насосных агрегатов позволяет выявить наличие металлических частиц, окислов, загрязнений или изменений в физико-химических свойствах, что может свидетельствовать о износе или контаминации компонентов.
- **Визуальный осмотр:** Регулярные визуальные осмотры насосных агрегатов помогают выявлять очевидные признаки износа, коррозии или механических повреждений, таких как трещины или изломы.
- **Испытания на работоспособность:** Проведение испытаний на работоспособность насосных агрегатов позволяет проверить их производительность и эффективность в условиях реальной эксплуатации.

## 17. Стратегии технического обслуживания и ремонта.

- **Плановое техническое обслуживание:** Разработка планового технического обслуживания основывается на регулярном проведении инспекций, тестировании и замене изношенных компонентов согласно расписанию. Это помогает предотвращать отказы оборудования и продлевает его срок службы.
- **Профилактический ремонт:** Важно проводить профилактические ремонтные работы, включающие в себя замену деталей с известным сроком службы или предполагаемым износом. Это помогает предотвратить неисправности, прежде чем они приведут к отказу оборудования.
- **Реагирование на отказы:** Несмотря на плановое обслуживание, иногда возникают непредвиденные ситуации. Быстрое реагирование на отказы и проведение оперативного ремонта или замены неисправных компонентов важно для минимизации простоев и уменьшения потенциального воздействия на производство.
- **Мониторинг и диагностика в реальном времени:** Использование систем мониторинга и диагностики в реальном времени позволяет оперативно выявлять проблемы и аномалии в работе оборудования, что позволяет предотвратить отказы и оптимизировать расходы на техническое обслуживание.
- **Использование современных технологий:** Применение современных технологий, таких как интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и аналитика данных, может значительно улучшить эффективность технического обслуживания, предсказать отказы и оптимизировать процессы ремонта.

- **Обучение и квалификация персонала:** Важно обеспечить, чтобы персонал, ответственный за техническое обслуживание и ремонт, имел необходимые знания и навыки для выполнения своих обязанностей. Проведение регулярных тренингов и обучающих программ помогает поддерживать высокий уровень профессионализма.

#### 18. Система планово-предупредительного ремонта (ППР). Перечень мероприятий, включаемых в систему ППР

- **Регулярные инспекции и мониторинг:** Это включает в себя проведение периодических инспекций, анализа состояния и производительности оборудования с целью выявления потенциальных проблем до их возникновения.
- **Замена изношенных деталей:** Регулярная замена деталей, подверженных износу, таких как уплотнения, упругие элементы, части подверженные коррозии и т.д., помогает предотвратить возможные отказы оборудования.
- **Профилактические мероприятия:** Включают в себя проведение предварительных ремонтных работ или регулировок с целью предотвращения появления серьезных поломок или отказов.
- **Апробация новых технологий:** Использование новых технологий и методов мониторинга может улучшить эффективность системы ППР и обеспечить более точное предсказание времени возможных отказов.

#### 19. Ремонтный цикл и его структура.

- **Планирование:** Определение оптимального времени для проведения ремонта на основе данных мониторинга и прогнозирования износа оборудования.
- **Подготовка:** Закупка необходимых материалов и инструментов, подготовка рабочих мест и оборудования к ремонтным работам.
- **Выполнение ремонта:** Процесс проведения фактических ремонтных работ в соответствии с установленными стандартами и процедурами.
- **Тестирование и проверка:** После завершения ремонтных работ проводится тестирование оборудования для проверки его работоспособности и соответствия требованиям.
- **Внедрение и эксплуатация:** После успешного завершения ремонта оборудование возвращается в эксплуатацию, и начинается новый цикл технического обслуживания и ремонта.

#### 20. Планирование при осуществлении системы ППР.

- **Определение расписания обслуживания:** На основе данных о производительности и состоянии оборудования определяется оптимальное расписание проведения инспекций, замен изношенных деталей и профилактических мероприятий.
- **Ресурсное планирование:** Необходимо определить ресурсы, необходимые для проведения ремонтных работ, включая материалы, инструменты, персонал и время.
- **Приоритизация задач:** Планирование должно включать в себя оценку критичности каждой задачи и определение их приоритетности.
- **Управление запасами:** Планирование включает в себя оценку необходимых запасов запасных частей и материалов для обеспечения бесперебойной работы оборудования. Необходимо оптимизировать уровень запасов, чтобы избежать излишних расходов, но при этом обеспечить наличие необходимых компонентов в случае необходимости.
- **Мониторинг и корректировка:** Планы ППР должны регулярно отслеживаться и корректироваться на основе актуальных данных о состоянии оборудования и его производительности.
- **Обучение и развитие персонала:** Планирование также включает в себя обеспечение необходимой подготовки и развития персонала, который будет осуществлять ремонтные работы.

## 21. Техническая документация в системе ППР.

- **Инструкции по обслуживанию и ремонту:** Эти документы содержат подробные указания по проведению ремонтных работ, включая процедуры, инструменты и материалы, необходимые для выполнения задачи. Они помогают обеспечить стандартизацию процессов ремонта и минимизировать возможные ошибки.
- **Технические спецификации и чертежи:** Технические спецификации определяют требования к оборудованию и материалам, а чертежи предоставляют визуальное представление оборудования, его компонентов и сборочных единиц. Эти документы необходимы для правильной идентификации запчастей и выполнения ремонтных работ согласно спецификациям.

- **Журналы обслуживания и ремонта:** Ведение журналов позволяет отслеживать историю обслуживания и ремонта оборудования, включая проведенные работы, замененные детали, выявленные проблемы и их решения. Эта информация помогает оптимизировать расписание обслуживания и предотвращать повторные проблемы.
- **Данные мониторинга и аналитика:** Системы мониторинга и аналитики предоставляют данные о состоянии оборудования, его производительности и износе. Эта информация используется для прогнозирования времени до отказа, определения оптимального времени для проведения ремонта и планирования замены изношенных деталей.
- **Руководства по безопасности:** Руководства по безопасности содержат информацию о правилах и мероприятиях по обеспечению безопасности во время проведения ремонтных работ. Это включает в себя инструкции по использованию защитного оборудования, предупреждения о потенциальных опасностях и процедуры по обращению с несчастными случаями.

## 22. Недостатки системы ППР по наработке.

- **Недостаточная точность прогнозирования износа и отказов:** ППР по наработке часто основана на статистических моделях, предсказывающих средний срок службы и время до отказа оборудования. Однако эти модели могут быть недостаточно точными из-за различий в условиях эксплуатации, непредвиденных факторов или изменений в процессах производства.
- **Недооценка критичности отдельных компонентов:** В системе ППР может недооцениваться критичность отдельных компонентов оборудования. Это может привести к непредвиденным отказам и перерывам в работе, если критические детали не заменяются вовремя.
- **Проблемы с управлением запасами:** Неэффективное управление запасами может привести к либо избыточному запасу деталей, что увеличивает затраты на их хранение и обслуживание, либо к нехватке важных компонентов в момент необходимости.
- **Отсутствие гибкости и адаптивности:** Планы ППР могут быть жесткими и недостаточно адаптивными к изменяющимся условиям или потребностям производства. Это может привести к ненужным или недостаточным ремонтным работам.
- **Недостаточное использование данных мониторинга:** Если данные мониторинга состояния оборудования недостаточно использованы при разработке планов ППР, это может привести к упущению важной информации о реальном состоянии и потребностях в обслуживании оборудования.
- **Отсутствие интеграции с другими системами управления оборудованием:** Недостаточная интеграция системы ППР с другими системами управления оборудованием, такими как системы управления оборудованием по состоянию,

может привести к недостаточной координации обслуживания и управлению рисками.

### 23. Основные направления совершенствования системы ППР по наработке.

- **Внедрение прогнозирующего обслуживания:** Это включает использование алгоритмов машинного обучения и аналитики данных для предсказания вероятных отказов оборудования. Это позволяет более точно планировать ремонтные работы, уменьшая вероятность неожиданных сбоев и минимизируя простои в производстве.
- **Оптимизация интервалов технического обслуживания:** Регулярное техническое обслуживание имеет свои преимущества, но часто интервалы проведения могут быть либо излишне короткими, либо излишне длинными. Путем анализа данных о наработке и состоянии оборудования можно оптимизировать интервалы технического обслуживания, экономя время и ресурсы.
- **Внедрение средств мониторинга состояния оборудования:** Установка сенсоров и систем мониторинга позволяет непрерывно отслеживать состояние оборудования. Это позволяет выявлять потенциальные проблемы на ранних стадиях и проводить профилактические мероприятия до возникновения серьезных отказов.
- **Стандартизация процессов и документации:** Установление единых стандартов и процедур для проведения ремонтных работ помогает улучшить качество обслуживания и минимизировать возможные ошибки.
- **Обучение персонала:** Обучение персонала по правильному выполнению ремонтных работ и использованию новых технологий и методов контроля является важным аспектом совершенствования системы ППР. Чем более квалифицированным и информированным является персонал, тем эффективнее будет функционировать система обслуживания.

### 24. Капитальный ремонт линейной части магистральных трубопроводов. Виды ремонта магистральных трубопроводов и их специфика.

- **Замена участков трубопровода:** Этот вид ремонта включает в себя выемку старых участков трубопровода и установку новых. Замена может быть необходима из-за износа, коррозии, повреждений или устаревших материалов. При замене участков трубопровода важно обеспечить герметичность и надежность соединений между новыми и старыми сегментами.
- **Очистка и обслуживание:** Этот вид ремонта включает в себя очистку внутренней поверхности трубопровода от отложений, коррозии или других



загрязнений, а также проведение необходимых обслуживающих работ, таких как замена уплотнительных элементов или клапанов.

- **Укрепление конструкции:** Некоторые магистральные трубопроводы могут требовать укрепления конструкции для обеспечения дополнительной прочности или защиты от внешних воздействий, таких как подземные движения грунта или нагрузки от транспортного движения.
- **Модернизация системы мониторинга и контроля:** Важной частью капитального ремонта является обновление систем мониторинга и контроля, что позволяет операторам трубопровода эффективно отслеживать его состояние, выявлять потенциальные проблемы и принимать меры по их устранению до возникновения серьезных отказов или аварий.
- **Санация прилегающих территорий:** В случае необходимости могут быть проведены работы по санации прилегающих территорий, чтобы предотвратить загрязнение окружающей среды и обеспечить безопасность окружающего населения.

25. Последовательность и содержание работ при ремонте магистрального трубопровода с подъемом и укладкой его на лежки в траншее.

#### **Подготовительные мероприятия:**

- Оценка состояния трубопровода: Проверка на наличие повреждений, коррозии, износа и других дефектов.
- Планирование работ: Разработка плана ремонта, включая расстановку оборудования и определение последовательности действий.

#### **Подъем трубопровода:**

- Подготовка места под подъем: Очистка траншеи от грунта и других препятствий.
- Использование подъемной техники: Применение кранов, подъемных механизмов или других специализированных средств для поднятия трубопровода из траншеи.
- Осмотр и поддержание стабильности: Проверка на стабильность и безопасность при подъеме, при необходимости установка опор для поддержания трубопровода.

#### **Укладка на лежки в траншее:**

- Подготовка лежек: Проверка состояния лежек, их очистка от мусора и загрязнений.
- Установка трубопровода на лежки: Аккуратная установка трубопровода на лежки с помощью специализированной техники.
- Подготовка к засыпке: Обеспечение правильной ориентации трубопровода, при необходимости корректировка его положения.



### **Засыпка траншей:**

- Засыпка грунтом: Постепенная засыпка траншеи грунтом с обеспечением правильной уплотненности.
- Компактирование грунта: Применение специальной техники для уплотнения грунта вокруг трубопровода.

### **Завершающие работы:**

- Проверка на утечки: Проведение проверки на утечки после завершения работ.
- Восстановление поверхности: Восстановление поверхности земли над траншеей.
- Документация: Заполнение всех необходимых документов о выполненных работах и состоянии трубопровода.

## 26. Классификация аварий.

### **По причинам возникновения:**

- Механические повреждения: Например, столкновения с транспортными средствами, строительной техникой или другими объектами.
- Коррозия: Повреждения, вызванные коррозией или химическими процессами.
- Технические сбои: Например, отказы оборудования или нарушения в работе систем контроля и управления.
- Природные явления: Наводнения, землетрясения, оползни и другие природные катаклизмы.

### **По типу повреждений:**

- Утечка: Выход транспортируемого вещества из трубопровода.
- Взрыв: Возгорание или взрыв в результате утечки горючих или взрывоопасных веществ.
- Повреждение конструкции: Нарушения целостности трубопровода, например, трещины или разрывы.

### **По степени угрозы:**

- Критические аварии: Те, которые представляют непосредственную опасность для жизни людей, окружающей среды и имущества.

- Некритические аварии: Те, которые не представляют непосредственной угрозы, но могут привести к потенциальным негативным последствиям, таким как экономические убытки или экологические проблемы.

**По последствиям:**

- Экологические: Загрязнение почвы, воды или воздуха, ущерб экосистемам.
- Экономические: Потери из-за простоя производства, ремонта инфраструктуры, убытки компаний.
- Социальные: Потери жизней, травмы, эвакуации населения, нарушение обычной жизни сообщества.

27. Организация ликвидации аварий.

**Предварительная подготовка:**

- Обучение персонала: Обеспечение наличия квалифицированных сотрудников, обученных действовать в случае аварии.
- Планирование действий: Разработка планов ликвидации аварий для различных сценариев исходя из типов возможных аварий.

**Обнаружение аварии:**

- Мониторинг: Непрерывное наблюдение за состоянием трубопроводов с помощью средств мониторинга, таких как системы дистанционного наблюдения и датчики.
- Системы детекции: Установка автоматических систем обнаружения утечек или других проблем, чтобы оперативно оповестить персонал о возникшей аварии.

**Мобилизация ресурсов:**

- Вызов специалистов: Моментальное оповещение специалистов по ликвидации аварий для быстрой реакции.

- Активация экстренных служб: Включение экстренных служб, таких как пожарная охрана, спасательные службы и медицинская помощь, при необходимости.

#### **Изоляция участка аварии:**

- Закрытие кранов: Автоматическое или ручное закрытие кранов для остановки потока вещества через поврежденный участок.
- Эвакуация: При необходимости эвакуация персонала и населения из зоны возможной опасности.

#### **Ликвидация последствий:**

- Ремонт и восстановление: Определение мероприятий по устранению причин аварии и восстановлению поврежденных участков трубопровода.
- Очистка и санация: Устранение загрязнений и проведение мер по санации места аварии, чтобы минимизировать вред для окружающей среды.

#### **Анализ и предотвращение:**

- Проведение расследования: Анализ причин аварии с целью выявления участков уязвимости и разработки мер по их предотвращению в будущем.
- Внесение коррективов: Внедрение изменений в процессы эксплуатации и обслуживания трубопроводов с целью повышения их надежности и безопасности.

### 28. Производство аварийно-восстановительных работ.

- **Оценка ущерба и определение приоритетов:** После возникновения аварии необходимо провести оценку ущерба и определить приоритетные мероприятия по восстановлению. Это поможет оптимизировать распределение ресурсов и сосредоточиться на наиболее критических задачах.
- **Мобилизация ресурсов:** После определения приоритетов необходимо мобилизовать необходимые ресурсы, включая технику, материалы и квалифицированный персонал. Скоординированная работа всех участников команды важна для эффективного выполнения задач.
- **Безопасность:** Обеспечение безопасности работников и окружающей среды является приоритетом при выполнении аварийно-восстановительных работ. Все работы должны проводиться в соответствии с установленными стандартами безопасности, и необходимо предпринимать меры по предотвращению возможных опасностей.
- **Восстановительные мероприятия:** Восстановление поврежденных участков трубопровода включает в себя различные виды работ, такие как ремонт или

замена поврежденных участков, очистка и устранение загрязнений, а также проверка и тестирование системы на предмет надежности и безопасности.

- **Контроль качества:** После завершения восстановительных работ необходимо провести контроль качества, чтобы убедиться, что трубопровод полностью функционален и соответствует всем необходимым стандартам и требованиям.
- **Документация:** Важно вести документацию о всех проведенных работах, включая информацию о проведенных мероприятиях, использованных ресурсах и выявленных проблемах. Это поможет в будущем при анализе произошедших событий и определении мер по предотвращению подобных инцидентов.

## 29. Причины аварий и виды дефектов на магистральном трубопроводе.

- **Коррозия:** Это одна из основных причин дефектов на трубопроводах. Коррозия может возникать из-за химических реакций между материалом трубы и окружающей средой, такой как почва или вода.
- **Механические повреждения:** Возникают в результате физических воздействий, например, при строительстве или эксплуатации, например, из-за ударов машин, сильных ветров, подземных работ и т. д.
- **Усталость материала:** Это процесс, при котором материал трубы постепенно разрушается из-за повторяющихся нагрузок, что может произойти из-за циклического напряжения, такого как изменения давления внутри трубы.
- **Коррозионная усталость:** Когда коррозия сочетается с механической нагрузкой, это может ускорить процесс усталости материала, что делает трубопровод более подверженным разрушению.
- **Проблемы с монтажом или сваркой:** Некорректная установка или сварка трубопровода может привести к нарушению его целостности и увеличить риск разрушения.
- **Утечки:** Могут возникать из-за различных причин, включая износ уплотнительных элементов, повреждения материала, коррозию или даже ошибки в процессе монтажа.
- **Повреждения от природных явлений:** Например, землетрясения, наводнения или обвалы грунта могут нанести серьезные повреждения трубопроводам.

## 30. Технология ликвидации аварий.

- **Изоляция участка:** Если возможно, первым шагом может быть изоляция поврежденного участка трубопровода для предотвращения дальнейших утечек и минимизации ущерба. Это может включать закрытие задвижек и клапанов.
- **Экстренный ремонт:** После изоляции поврежденного участка необходимо провести экстренные ремонтные работы. Это может включать в себя временное запечатывание повреждений, замену участков трубопровода или установку временных устройств для восстановления нормального функционирования.

- **Безопасная эвакуация:** В случае аварий, которые могут представлять опасность для окружающей среды или общественной безопасности, важно организовать безопасную эвакуацию населения из зоны риска и предпринять меры по предотвращению возможных последствий.
- **Мониторинг и контроль:** После ликвидации аварии необходимо провести мониторинг состояния трубопровода и окружающей среды, чтобы убедиться в отсутствии новых утечек или угроз. Это может включать в себя регулярные инспекции, мониторинг качества воды и воздуха, а также другие мероприятия контроля.
- **Анализ причин и предотвращение будущих аварий:** После ликвидации аварии важно провести анализ причин произошедшего инцидента и принять меры по предотвращению подобных ситуаций в будущем. Это может включать в себя улучшение процедур обслуживания и эксплуатации, обновление технических систем и оборудования, а также обучение персонала.

31. Капитальный ремонт резервуаров: ремонт днища резервуара, способы ремонта; ремонт кровли резервуара, дефекты, способы исправления.

#### **Ремонт днища резервуара:**

- **Способы ремонта:** Для исправления дефектов в днище резервуара могут использоваться различные методы, включая сварку, замену поврежденных секций или панелей, реставрацию поверхности и применение защитных покрытий. Выбор метода зависит от типа повреждений, материала резервуара и его конструкции.

#### **Ремонт кровли резервуара:**

- **Дефекты:** К критическим дефектам кровли резервуара относятся трещины, просадки, коррозия, образование ржавчины и другие повреждения, которые могут привести к утечкам или потере целостности резервуара.
- **Способы исправления:** Для устранения дефектов на кровле резервуара могут применяться различные методы, такие как замена поврежденных

элементов, ремонтные работы по усилению конструкции, нанесение защитных покрытий или применение специализированных ремонтных составов.

### 32. Ремонт основного оборудования. Основные дефекты и способы их исправления.

- **Износ подшипников:** Признаки износа подшипников обычно проявляются в виде увеличенной вибрации или шума в работе насосного агрегата. Их замена является стандартной процедурой ремонта. Для этого необходимо сначала выявить тип и размер подшипников, затем произвести их демонтаж и установку новых, после чего провести балансировку и выверку.
- **Износ ротора:** Если имеется износ ротора, что может быть вызвано трением, неравномерным износом или дисбалансом, то рекомендуется провести его замену. В зависимости от степени повреждения, ротор может либо подвергнуться ремонту, либо замениться целиком новым.
- **Утечки сальников:** Утечки сальников могут привести к проблемам с уровнем смазочного материала и потере эффективности работы насоса. Их ремонт включает в себя замену уплотнительных элементов, таких как сальников или уплотнительных колец.
- **Коррозия:** Коррозия может вызвать повреждения в металлических деталях насосного агрегата. Ремонт включает в себя удаление коррозии с поверхности деталей, нанесение защитного покрытия и, при необходимости, замену поврежденных элементов.
- **Износ мембраны или прокладок:** Если мембрана или прокладки в насосном агрегате изношены или повреждены, они должны быть заменены. Это обычно требует разборки насоса, удаления старых мембран или прокладок и установки новых.
- **Неисправности электрических компонентов:** Иногда неисправности могут быть связаны с электрическими компонентами, такими как провода, выключатели или датчики. В таких случаях ремонт может включать в себя замену поврежденных компонентов и проверку электрических цепей.