



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Уфимский государственный
нефтяной технический университет

МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ



Коррозия — это самопроизвольное разрушение металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. В общем случае это разрушение любого материала, будь то металл или керамика, дерево или полимер.



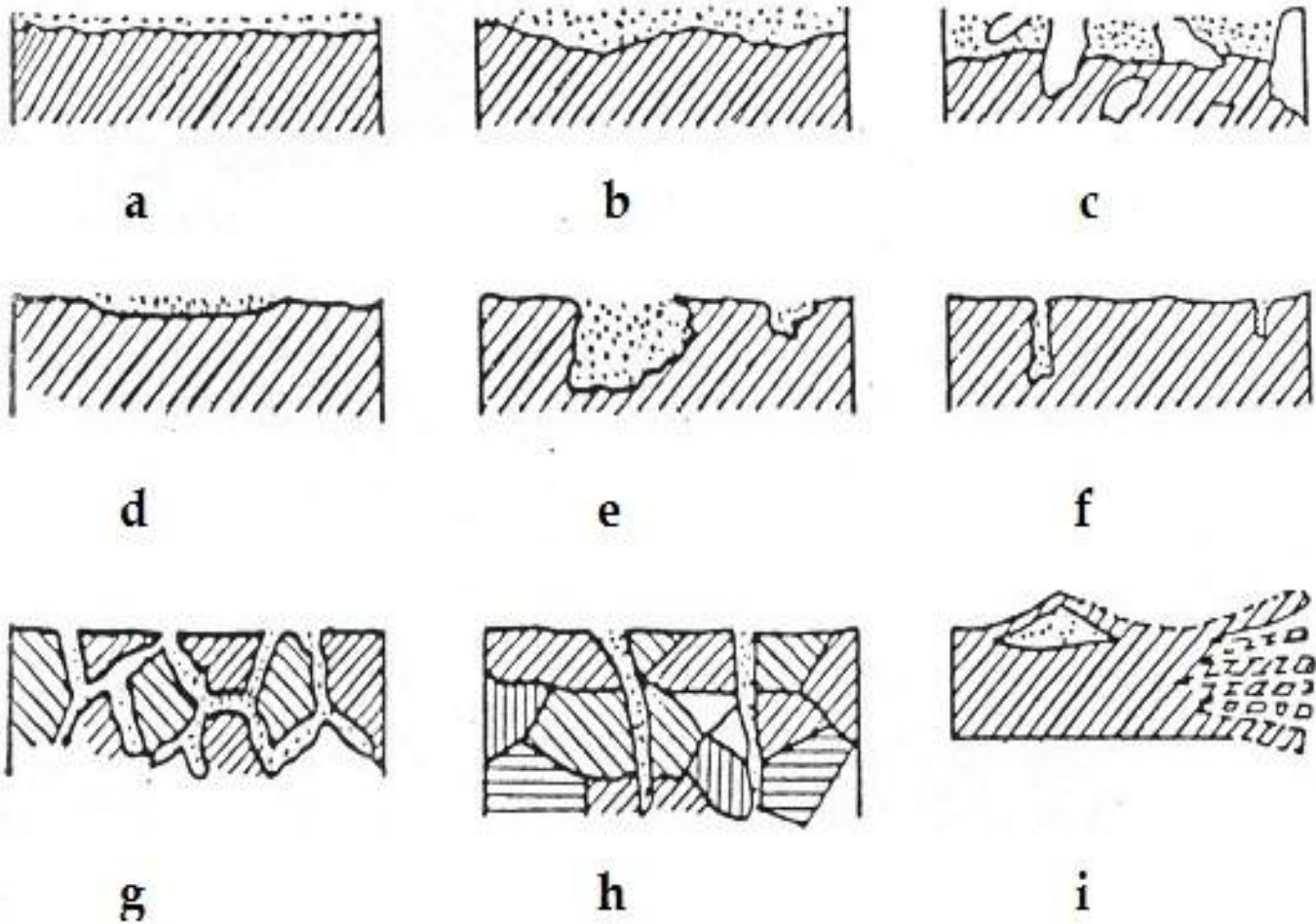
Главная классификация производится по механизму протекания процесса.

Различают два вида:

- химическую коррозию;
- электрохимическую коррозию.



Примеры коррозионного разрушения труб



Виды коррозии по месту расположения:

- а – равномерная; б – неравномерная;
- с – избирательная; д – местная пятнами;
- е – язвенная; ф – точечная; г – межкристаллитная;
- h – растрескивающаяся; и – подповерхностная.

Классификация коррозионных исследований

Все методы исследования коррозионных процессов подразделяются на три группы:

- *лабораторные исследования* (испытания проводятся в лабораториях, где имитируют различные эксплуатационные условия металлов и сплавов);
- *эксплуатационные исследования* (исследования машин, агрегатов и различного оборудования, средств защиты в условиях их дальнейшей эксплуатации);
- *внелабораторные исследования* (испытания образцов в эксплуатационных естественных условиях, например, в м



Основные требования НТД

- При всех способах прокладки (кроме надземной) трубопроводы подлежат комплексной защите от коррозии защитными покрытиями и средствами электрохимической защиты, независимо от коррозионной агрессивности грунта.
- Все покрытия для защиты от коррозии должны применяться в соответствии с ГОСТ Р 51164-98 (Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии) или признанными международными стандартами.





Общее количество металла
произведенного за год

Потеря металла
в результате коррозии - 10-12%

Первичные потери связаны с безвозвратными потерями металлов, которые составляют от 10 до 20 % годового производства стали. В настоящее время ежегодные потери металлов в результате их коррозии в России составляют до 12 % общей массы металлофонда.

Способы защиты от коррозии

Существуют следующие способы защиты трубопроводов от коррозии:

- изоляция поверхности металла изделий от агрессивной среды (пассивная защита);
- электрохимическая защита трубопроводов от коррозии (активная защита);
- воздействие на металл с целью повышения его коррозионной устойчивости, т.е. обработка его окислителями;
- нанесение на металл конструкции из малостойкого металлического тонкого слоя другого металла, который обладает меньшей скоростью коррозии в данной среде, например, горячее алюминирование, оцинкование, хромирование;
- воздействие на окружающую среду с целью снижения её агрессивности, т.е. введение в среду ингибитора (замедлителей) коррозии;
- использование новых сталей, стойких в условиях эксплуатации, обладающих высокой коррозионной стойкостью к общей и локальной коррозии вследствие взаимодействия металла со средой внутри трубы и с грунтовыми водами снаружи;
- деаэрация среды, т. е. удаление кислорода и других газов с водных сред. Коррозия в деаэрированной воде сводится к минимуму, деаэрация применяется и в пресной и морской воде.

Изоляция трубопроводов в настоящее время осуществляется:

- покрытиями на основе полимерных материалов, наносимыми в заводских и базовых условиях;
- покрытиями на основе полиуретановых материалов, наносимых в базовых и трассовых условиях;
- покрытиями на основе термоусаживающихся материалов, липких полимерных лент;
- битумно-мастичные покрытия;
- комбинированные мастично-ленточные покрытия.



Процесс нанесения
изоляции

в трассовых условиях



Заизолированные
трубы

Изоляционные покрытия, применяемые на трубопроводах, должны удовлетворять следующим основным требованиям (согласно ГОСТ Р 51164-98):

- обладать высокими диэлектрическими свойствами;
- быть сплошными;
- обладать хорошей адгезией (прилипаемостью) к металлу трубопровода;
- быть водонепроницаемыми;
- обладать высокой механической прочностью и эластичностью;
- высокой биостойкостью;
- быть термостойкими (не размягчаться под воздействием высоких температур и не становиться хрупкими при низких);
- конструкция покрытий должна быть сравнительно простой, а технология их нанесения - допускать

Требования к выполнению работ по ремонту АКП в трассовых условиях

(согласно РД-25.220.01-КТН-212-14. Антикоррозионная защита сварных стыков трубопроводов)

Для нанесения на сварные стыки трубопроводов АКП на основе термоусаживающихся полимерных лент используются:

- эпоксидный праймер, не содержащий растворителей;
- термоусаживающаяся манжета;
- замковая пластина;
- термоплавкий или мастичный наполнитель зон сварного шва (при необходимости).



Ремонтная манжета

Для нанесения на сварные стыки трубопроводов АКП на основе жидких двухкомпонентных материалов используются:

- эпоксидный праймер (при необходимости);
- один или несколько последовательно нанесенных слоев АКП



Герметизирующая манжета

По требованиям ПАО «Транснефть»
(согласно ОТТ-23.040.00-КТН-046-14. Антикоррозионные
покрытия для защиты надземных трубопроводов,
конструкций и оборудования):

- однослойные заводские эпоксидные покрытия рекомендуется использовать для строительства нефтепроводов диаметром до 530 мм включительно;
- двухслойные эпоксидные покрытия — для строительства трубопроводов диаметрами до 820 мм включительно;
- трёхслойные – без ограничений по диаметрам труб.



Пример однослойного
покрытия

Преимущества заводской ИЗОЛЯЦИИ

- обеспечение круглогодичного строительства трубопроводов;
- повышение качества подготовки поверхности труб;
- возможность дополнительной промывки очищенной поверхности труб горячей обессоленной водой;
- обработка очищенной поверхности труб водным раствором солей хромата.



Линия заводского нанесения защитного покрытия с одной станцией подогрева



Дробеметная установка - это оборудование для автоматической наружной или внутренней очистки труб диаметром 50 - 2800 мм, с повсеместным удалением загрязнений, как с наружной, так и с внутренней поверхности разнообразной степени сложности, ржавчины внешних и внутренних слоев металла и окалины, для дальнейшего нанесения защитного покрытия.



Дробемётная



Заводское нанесение полиэтилена на стальную трубу

Порядок выполнения работ по ремонту АКП включает следующие последовательно проводимые операции (согласно ОР-25.220.01-КТН-144-13):

- очистка ремонтируемого участка АКП от загрязнений;
- удаление острых кромок поврежденного АКП;
- очистка поверхности в зоне ремонта;
- нанесение АКП на ремонтируемый участок;
- контроль качества отремонтированного АКП.

Воздушный электрокалорифер для нагрева материалов непосредственно перед нанесением

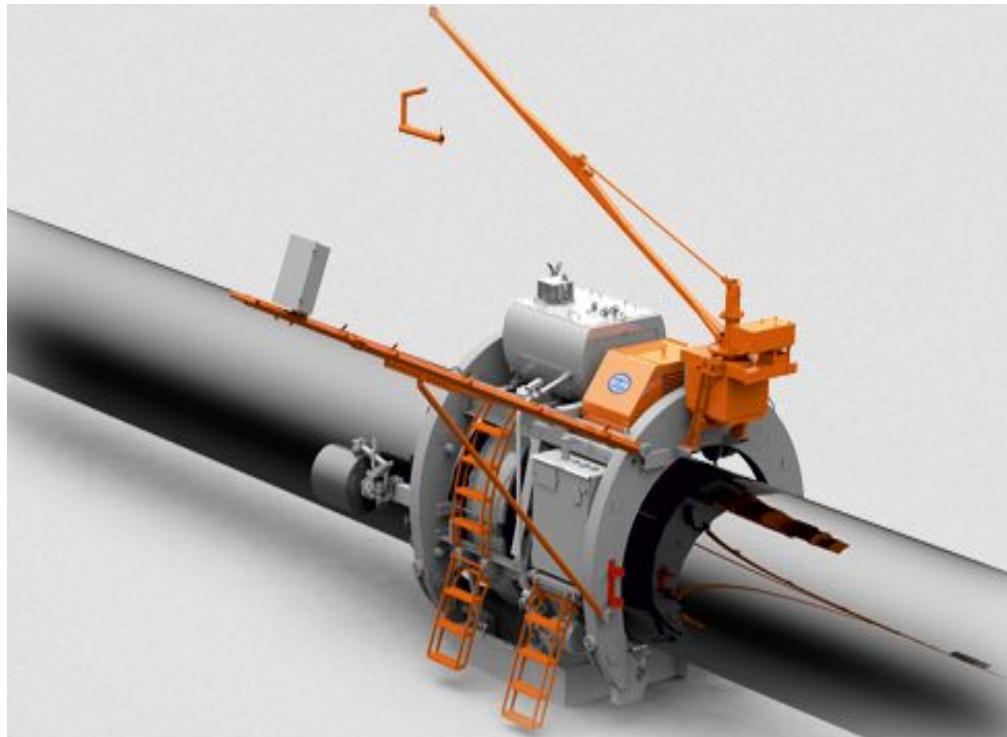


Турбокомпрессорная установка пневмораспыления



Машина изоляционная (для нанесения битумно-мастичной изоляции)

Машина изоляционная предназначена для нанесения на наружную поверхность линейных участков МТ пластичного изоляционного материала методом экструдирования с одновременным нанесением армирующей сетки и защитной ленточной обертки



Машины изоляционные применяют обычно вместе со следующим оборудованием в составе колонны по переизоляции трубопроводов:

- очистные машины для снятия старой изоляции и предварительной очистки трубопроводов;
- очистные машины для финишной зачистки наружной поверхности МТ под новые изоляционные покрытия;
- грунтовочные машины для нанесения грунтовки;
- котёл битумный (битумоплавильный) для расплавления и выдачи готовой изоляционной мастики;
- установки сушки-подогрева труб («Змей Горыныч», «Жар Птица»);
- установки для безогневого подогрева трубопроводов;
- контейнер (вагончик) для подогрева рулонов плёнки;
- троллейные подвески с полиуретановыми каткам, троллейные подвески с металлическими катками.

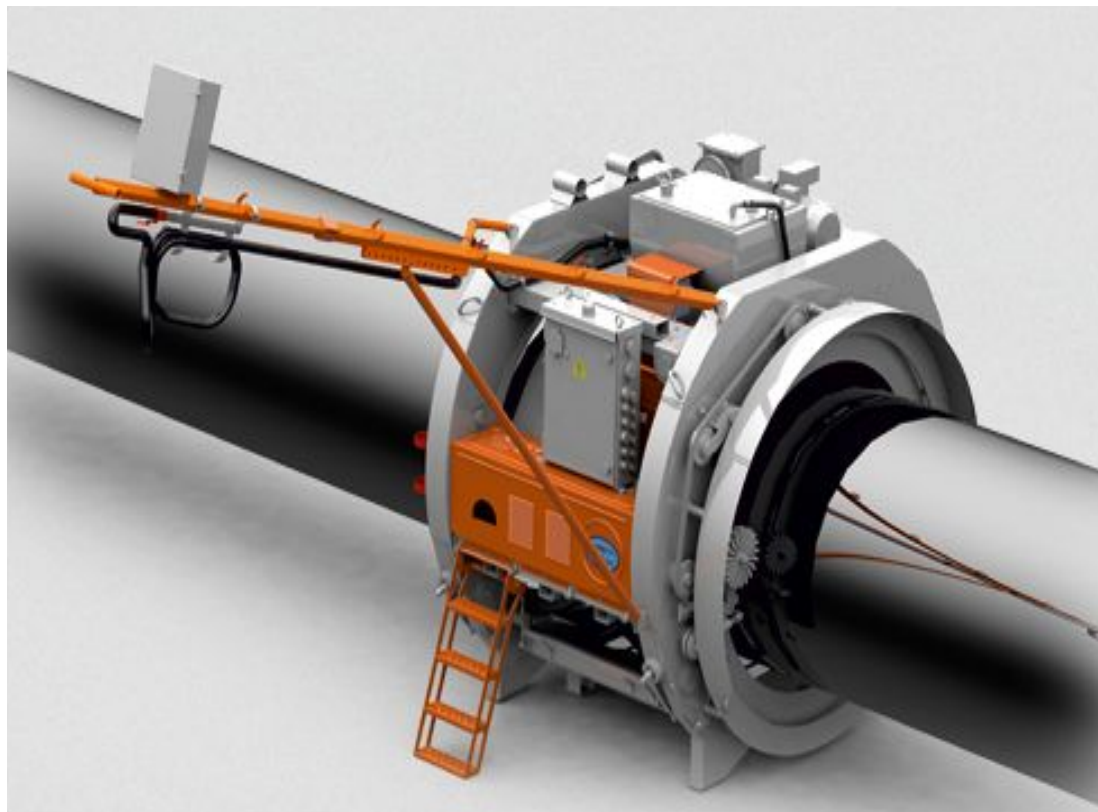
Машина предварительной очистки трубопроводов

Очистная машина предназначена для предварительной механической очистки наружной поверхности линейных участков МТ от старой изоляции различного типа (пленочное покрытие, битумное покрытие, резино-битумное покрытие, ленточное полимерное покрытие, заводская полимерная изоляция, комбинированные типы покрытий).



ГРУНТОВОЧНАЯ МАШИНА

Грунтовочная машина предназначена для нанесения на наружную поверхность линейных участков магистральных газонефтепродуктопроводов грунтовки перед нанесением изоляционного покрытия, одновременно выполняя механическую очистку от пыли и сора.



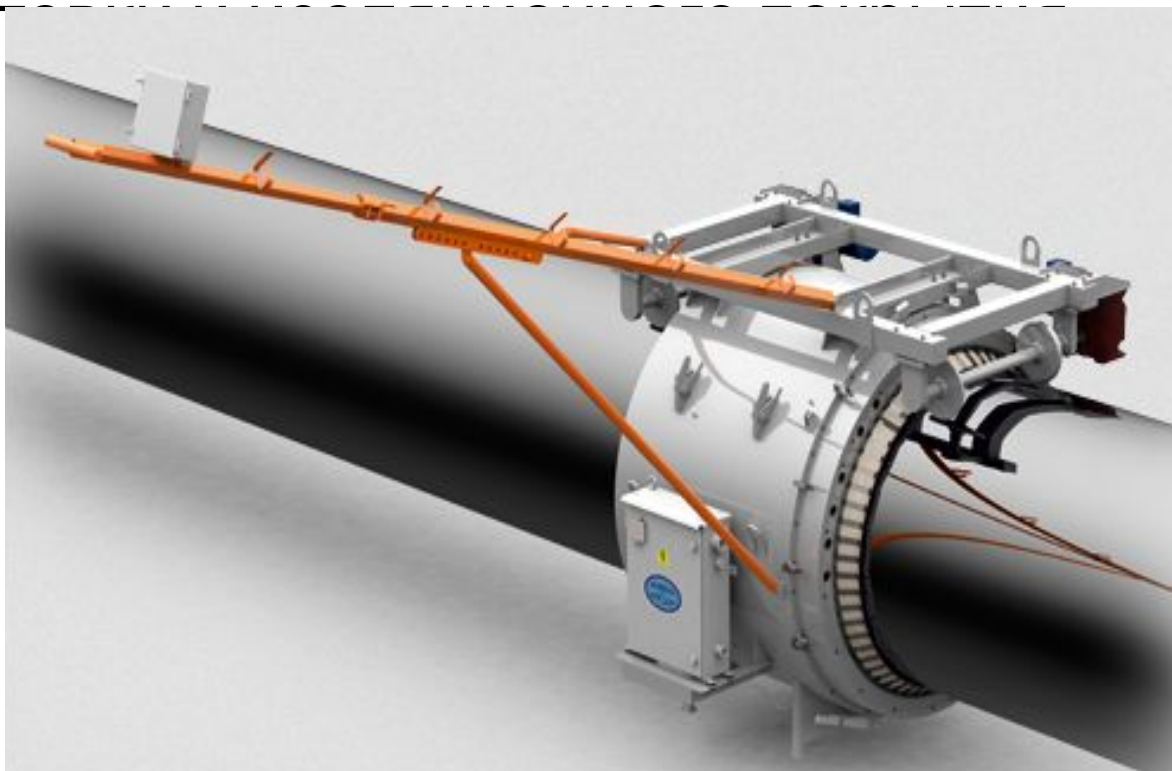
Котел автоматизированный плавильный

Котел предназначен для приготовления расплавленной мастики на основе битумов и последующей ее доставки в изоляционную машину при капитальном ремонте изоляционного покрытия МТ, а также при нанесении изоляционного покрытия на вновь строящиеся трубопроводы.



Агрегат нагревательный «Жар-птица» (электрический)

Агрегат нагревательный предназначен для нагрева наружной поверхности линейных участков магистральных газонефтепродуктопроводов перед нанесением грунта



Пескоструйные установки

Основные области применения пескоструйной очистки:

- очистка металлических заготовок от окалины, старой краски, ржавчины и других загрязнений;
- обезжиривание металлических заготовок перед окраской, газотермическим напылением и гальванотехническими операциями;
- создание декоративной "шероховатости" поверхности.



Активная защита трубопроводов от коррозии

Активная защита имеет целью устранение причин, вызывающих коррозию трубопроводов; для этого стараются перенести процесс коррозии с трубопровода на заземляющие устройства.

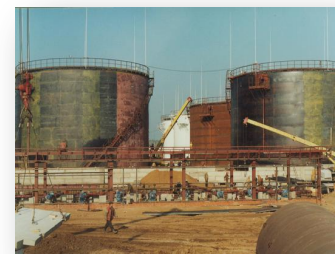
К активным методам защиты относят:

- катодную защиту
- протекторную защиту
- электрический дренаж.

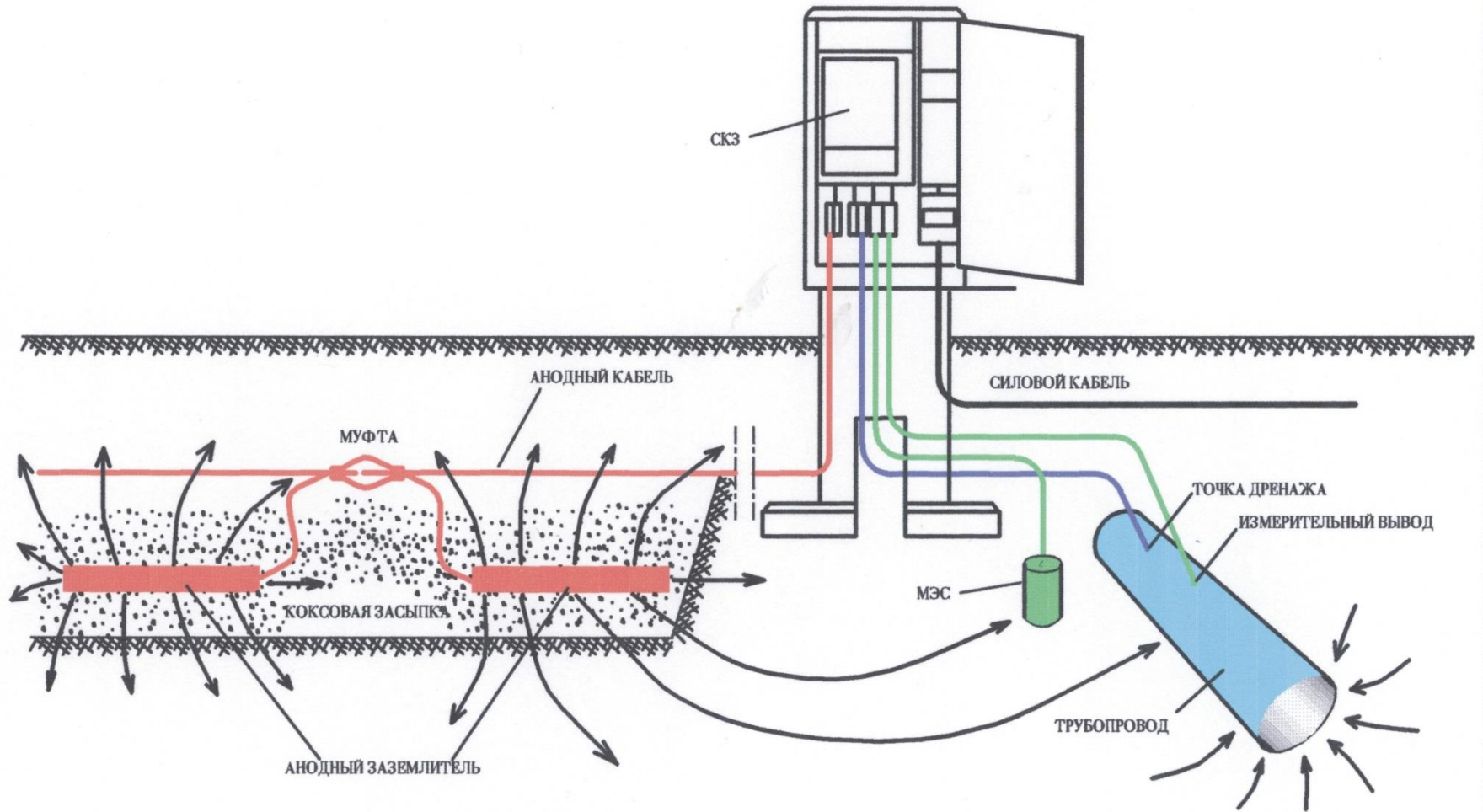
Катодная защита широко применяется для защиты от коррозии наружной поверхности:



- больших металлоемких объектов энергетического комплекса, таких как подземные и наземные магистральные и промышленные трубопроводы нефти, газа нефтепродуктов, тепловые сети, крупные резервуары и т. д.
- металлических свайных фундаментов в грунте.
- морских причалов, оснований нефтегазовых платформ, опор мостов или любых других металлических конструкций в морской воде
- стальной арматуры в железобетоне для свай, фундаментов, дорожных сооружений (в том числе горизонтальных покрытий) и зданий.

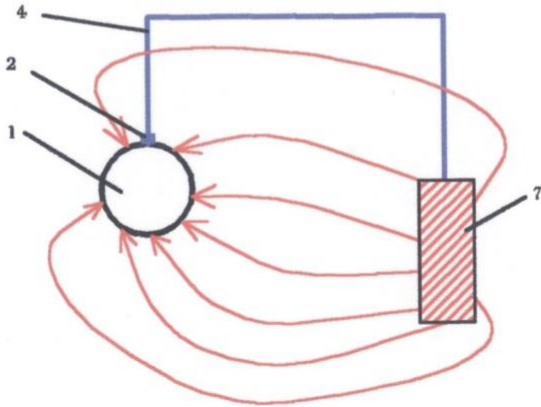


КАТОДНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ

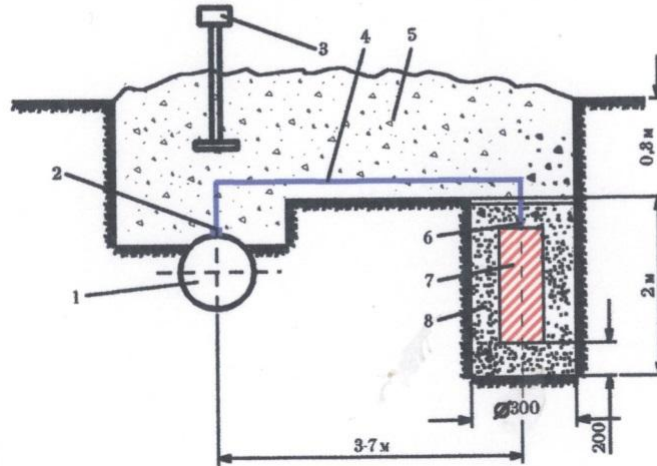


Протекторная защита трубопроводов

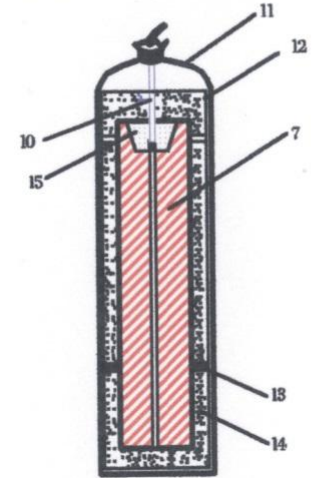
ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА ПРОТЕКТОРНОЙ ЗАЩИТЫ



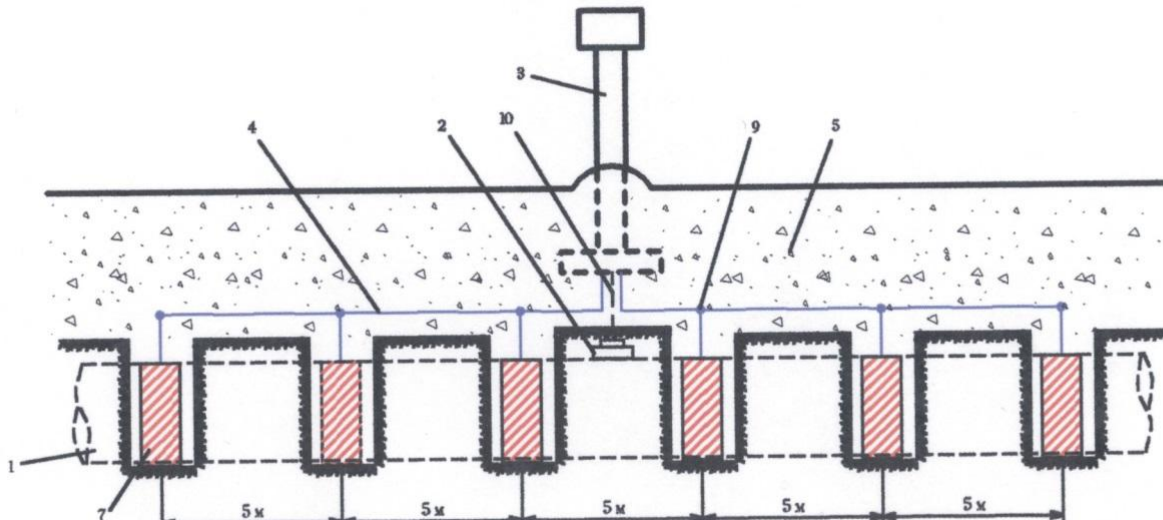
ОДИНОЧНАЯ ПРОТЕКТОРНАЯ УСТАНОВКА



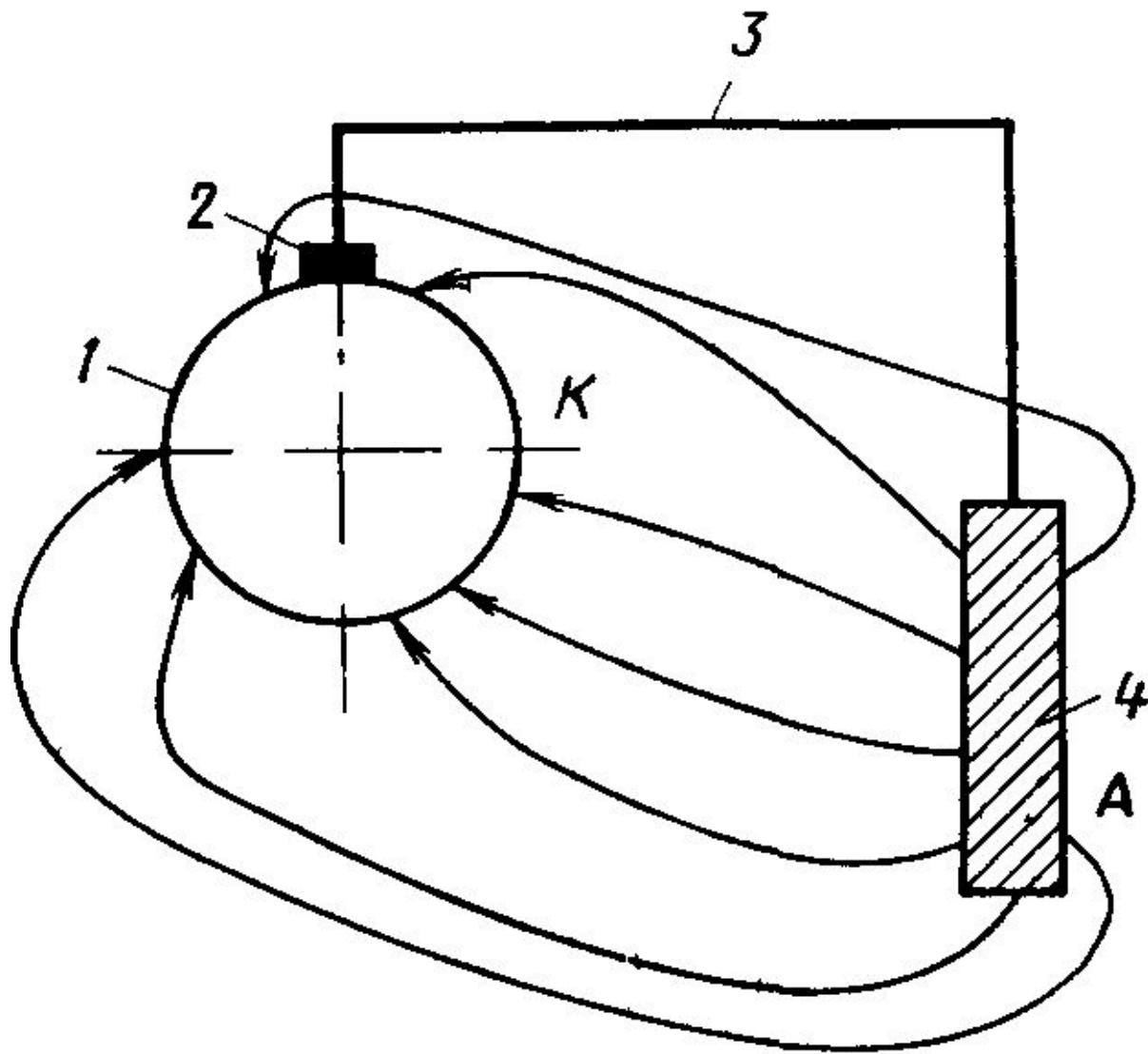
КОНСТРУКЦИЯ ПОТЕКТОРА



УСТРОЙСТВО ГРУППОВОЙ ПРОТЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ



- 1 - ТРУБОПРОВОД
- 2 - КОНТАКТ С ТРУБОПРОВОДОМ
- 3 - ОПознавательный знак или КИК
- 4 - СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ
- 5 - НАСЫПНОЙ ГРУНТ
- 6 - КОНТАКТ ПРОТЕКТОРА
- 7 - ПРОТЕКТОР
- 8 - ЗАПОЛНИТЕЛЬ
- 9 - ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРОТЕКТОРА
- 10 - КАБЕЛЬ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА
- 11 - МЕШОК БУМАЖНЫЙ
- 12 - МЕШОК ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫЙ
- 13 - ШАЙБА КАРТОННАЯ (ФАНЕРНАЯ)
- 14 - АКТИВАТОР
- 15 - МАССА БИТУМНО-РЕЗИНОВАЯ



1- трубопровод; 2 – точка дренажа;
 3 - изолированный соединительный провод; 4 – протектор; А – анод; К – катод

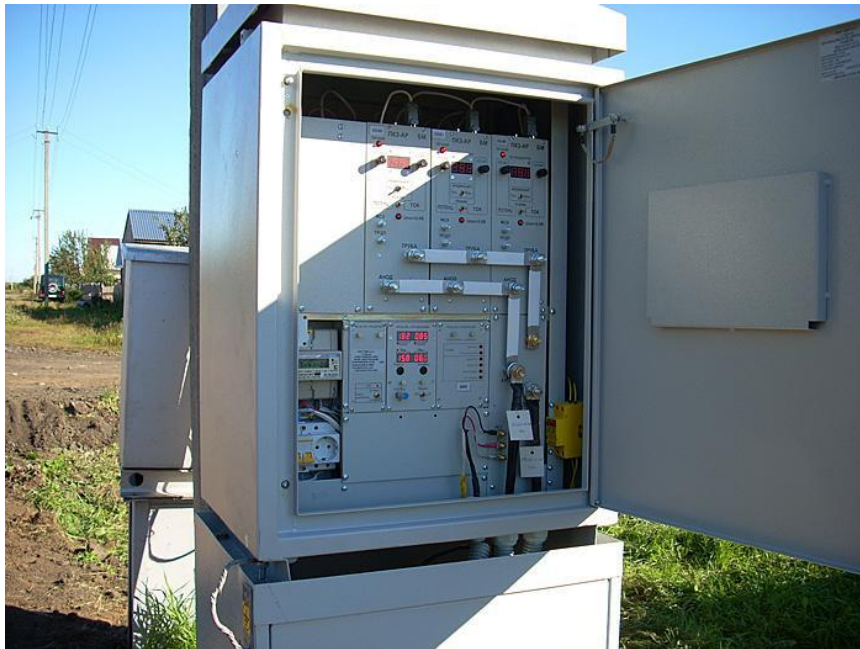
Средства ЭХЗ

К средствам ЭХЗ магистрального трубопровода относятся:

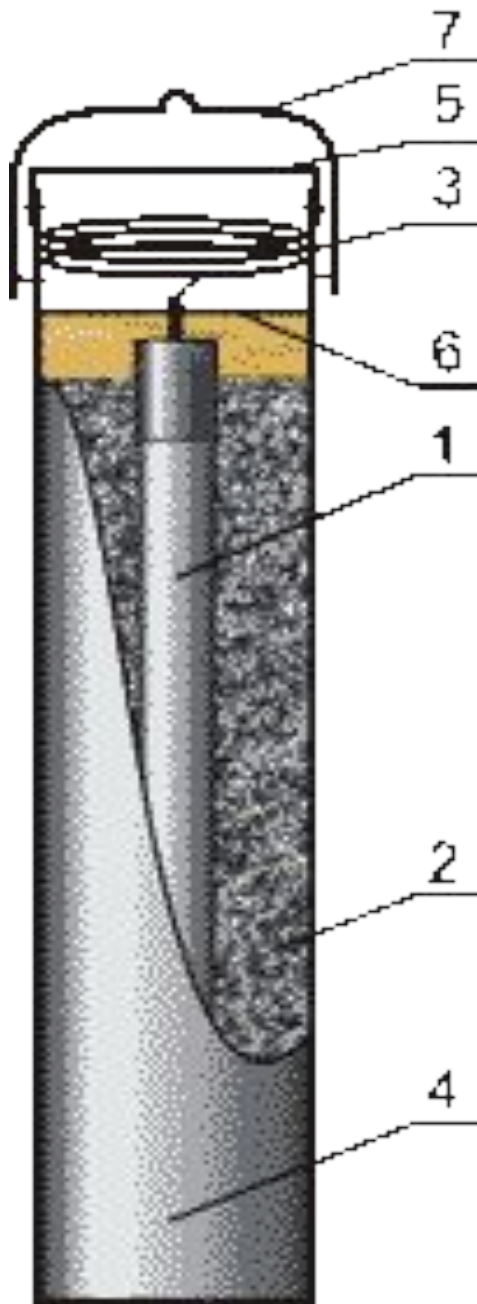
- установки катодной защиты;
- установки протекторной защиты;
- блоки совместной защиты;
- блок регулируемого сопротивления;
- узел подключения кабеля к трубопроводу;
- соединительные кабельные линии и перемычки совместной защиты;
- контрольно-измерительные пункты;
- медно-сульфатные электроды сравнения;
- изолирующие фланцы и вставки;
- искровые разрядники;
- поляризованные ячейки;
- средства телеконтроля защитного потенциала трубопровода и режимов работы УКЗ.

Станции катодной защиты (СКЗ)

СКЗ являются необходимым элементом системы электрохимической защиты подземных трубопроводов от коррозии. При выборе СКЗ исходят чаще всего из наименьшей стоимости, удобства обслуживания и квалификации своего обслуживающего персонала.



Примеры станций катодной



Анодное заземление - устройство, состоящее из заземлителей и проводников, соединяющих заземлители друг с другом и с электрическими установками.

1 - рабочий электрод;

2 - коксо-минеральный активатор;

3 - кабель;

4 - корпус заземлителя;

5 - транспортная крышка;

6 - фиксирующая крышка;

7 - монтажная скоба.

Пункты контрольно-измерительные (КИП) – это пункты, которые предназначены для обеспечения доступа к проводникам в условиях проведения измерений величин защитных потенциалов, для контроля этих защитных потенциалов металлических конструкций и сооружений, проложенных ниже уровня грунта, и обозначения трасс трубопроводов.



КИП и его расположение на

Медно-сульфатный электрод сравнения является стационарным и предназначен для измерения разности потенциалов между подземным металлическим сооружением, защищаемым методом катодной поляризации, и электродом сравнения СМЭС-1

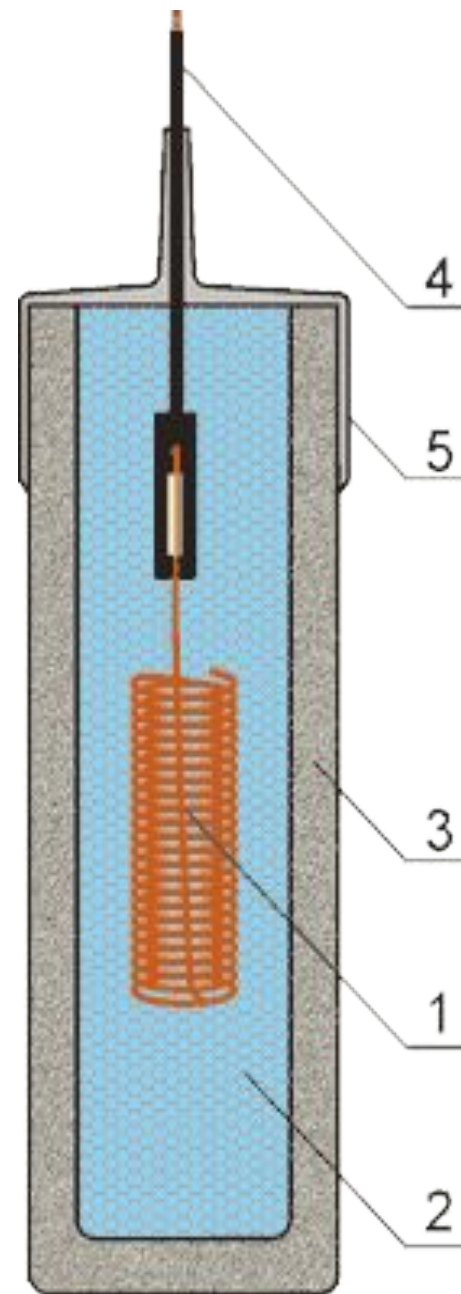
1-медный электрод;

2-медный купорос;

3-керамический корпус;

4-измерительный кабель;

5-термоусаживаемая муфта



Заключение

- Коррозия является одной из основных причин разрушения оборудования.
- Комплексная защита магистральных трубопроводов достигается совместным применением средств пассивной и активной защиты (защита от коррозии регламентируется национальным стандартом ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии»).
- Пассивные способы защиты предусматривают изоляцию наружной поверхности трубы от контакта с грунтовыми водами и от блуждающих электрических токов, которая осуществляется с помощью противокоррозионных диэлектрических покрытий, обладающих водонепроницаемостью, прочным сцеплением с металлом, механической прочностью.
- Пассивная защита трубопроводов осуществляется:
 - покрытиями на основе полимерных материалов;
 - покрытиями на основе полиуретановых материалов;
 - покрытиями на основе термоусаживающихся материалов, липких полимерных лент;
- Сущность катодной защиты сводится к созданию отрицательного потенциала на поверхности трубопровода, благодаря чему предотвращаются утечки электрического тока из трубы, сопровождающиеся коррозионным разъеданием. В результате возникает односторонняя проводимость, исключая обратное течение тока. Исключение таким образом утечек токов из трубы прекращает ее коррозию.



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Уфимский государственный
нефтяной технический университет**

Спасибо за внимание!