ГР.19-2 Задание на 24.042020 Техническое обслуживание турбинного оборудования

Лекция: Антикоррозионное покрытие трубопроводов.

1. Защита от коррозии стальных коммунальных трубопроводов

По протяженности инженерных сетей Россия занимает одно из первых мест в мире. Общая протяженность наружных инженерных сетей составляет около 2 млн км, в том числе в системе ЖКХ эксплуатируется свыше 1 млн. км. трубопроводов. Кроме того, насчитывается около 3 млн км внутридомовых трубопроводов. Состояние инженерных коммуникаций определяется возрастом и материалом трубопроводов, условиями их эксплуатации, качеством строительства, степенью агрессивности грунтов и транспортируемой среды, другими местными условиями.

По данным Росстроя РФ, количество аварий на подземных инженерных сетях страны за 10 лет выросло почти в 5 раз и составило на сетях водоснабжения – до 70 аварий на 100 км, теплоснабжения – до 200 аварий на 100 км. Планово-восстановительный ремонт сетей и оборудования систем водоснабжения и коммунальной энергетики практически полностью вытеснили аварийно-восстановительные работы, единичные затраты на проведение которых в 2,5-3 раза выше.

Коррозия металлических трубопроводов и отложения в трубах

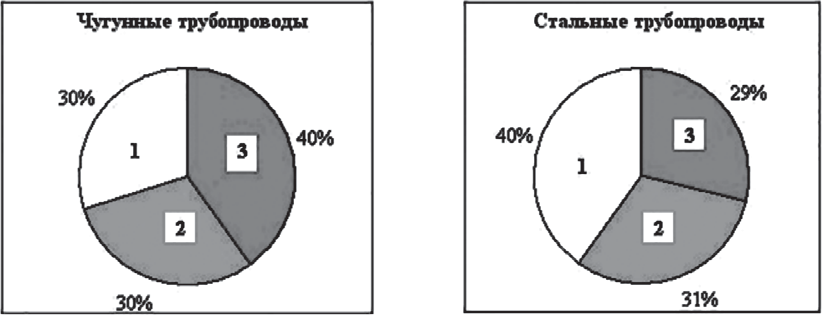


Рис. 6. **Состояние чугунных и стальных трубопроводов системы водоснабжения:***1 – исправное состояние; 2 – требуют ремонта; 3 – требуют замены*

Продукты коррозии металлических трубопроводов, состоящие, в основном, из окислов железа, отлагаются на внутренней поверхности труб водопроводной сети. В большей степени отложения проявляются на удаленных от водопроводных станций и тупиковых участках сети, в частности на вводах. Слой отложений в трубах на отдельных участках достигает 10…15 мм. В результате сечение трубы уменьшается до 50%. Износ трубы из-за коррозии местами достигает 45%. Продукты коррозии представляют собой рыхлый пористый осадок, легко разрушающийся при механическом воздействии. Интенсивная коррозия стальных трубопроводов в результате появления в воде растворенных окислов железа приводит к ухудшению качества воды в системе. На рис. 7– 8 показаны фотографии участков стальных трубопроводов, разрушенных в результате коррозии, с образованием сквозных отверстий и появлений утечек воды.

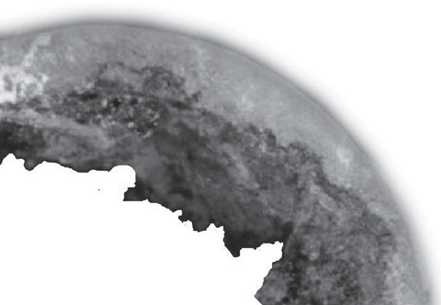


Рис. 7. **Графитовая коррозия металлических труб**



Рис. 8.**Язвенная коррозия стальных водопроводных труб**

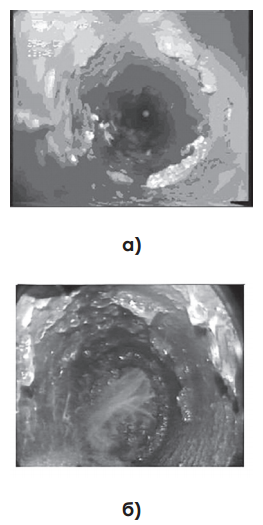
Графитовая коррозия, возникающая в результате разрушения металлической стенки трубопровода, приводит к ухудшению прочности стенок и развитию язвенной и точечной (питинговой) коррозии. На рис. 9 даны фотографии внутренней поверхности участков металлических трубопрово водопроводной сети Санкт-Петербурга разного возраста с различной степенью отложен\\\\

Рис. 9. **Вид внутренней поверхности водопроводных труб:***А – участок стального трубопровода после 10 лет эксплуатации; Б – то же после 20 лет эксплуатации*

Основной недостаток стальных труб ***–***низкая коррозионная стойкость. Срок службы наружных трубопроводов должен составлять не меньше 50 лет. Применение стальных труб для любых видов трубопроводов возможно при нанесении антикоррозийных покрытий на наружную и внутреннюю поверхности труб и электрохимической защите трубопроводов.

Антикоррозионное покрытие стальных труб обычно выполняется в заводских (базовых) условиях, что, как правило, гарантирует его высокое качество. В зависимости от условий объекта строительства предусматривается централизованная поставка труб с определенным видом антикоррозийного покрытия.

При ремонте и реконструкции действующих трубопроводов нанесение защитных покрытий на сварные стыки труб, фасонные части (повороты, колена и др.), а также на места повреждений производится в трассовых условиях. При этом следует по возможности использовать те же материалы, которыми защищены ремонтируемые трубопроводы. Возможно применение и других защитных материалов, если они по своим защитным свойствам не уступают основному покрытию трубопровода и совместимы с ним.

В последние годы для ремонта (санации) стальных коммунальных сетей получили распространение бестраншейные способы нанесения защитных покрытий на внутреннюю поверхность труб.

Наружные покрытия

Основными материалами для формирования наружных защитных покрытий труб являются: битумные и битумно-полимерные мастики, рулонные мастично-ленточные материалы, наплавляемые битумно-полимерные материалы, полиэтилен, полиэтиленовые липкие ленты, термоусаживающиеся полиэтиленовые ленты, композиции на основе полиэтилена, полиэфирных смол, полиуретанов и др. Для наружной облицовки стальных труб применяют также цементно-песчаные покрытия, которые служат балластировкой труб, используемых при строительстве подводных трубопроводов, дюкеров, выпусков и др. (рис. 10).

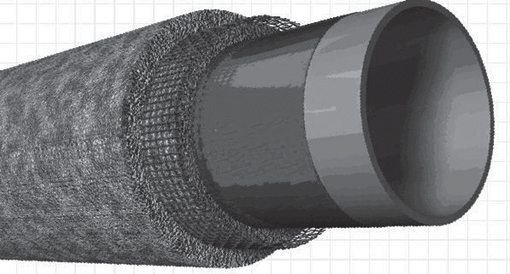


Рис. 10. **Армированное бетонное покрытие в оболочке для балластировки подводных трубопроводов .**

Покрытия на основе битумных мастик состоят из нескольких слоев мастики, нанесенной на трубу по битумному праймеру. Для повышения механической прочности покрытий из мастик в их конструкцию включают слои из армирующих материалов: стеклохолста, стеклосетки, нетканого полимерного полотна. Структура покрытий весьма усиленного типа на основе битумных мастик включает следующие слои: битумный праймер***–***битумная мастика***–***армирующий слой***–***битумная мастика***–***армирующий слой***–***битумная мастика***–***наружная обертка.

К комбинированному виду покрытий относится покрытие на основе термоусаживающейся ленты и мастики, включающее грунтовку, армированный слой мастики толщиной не меньше 4,0 мм и термоусаживающуюся ленту.

Для изготовления ленточных покрытий применяют полиэтиленовые липкие ленты типа «Полилен» и битумно-полимерные грунтовки.Структура покрытия весьма усиленного типа включает следующие слои: битумно-полимерную грунтовку, полиэтиленовую липкую ленту толщиной 0,63 мм (либо три слоя ленты толщиной 0,45 мм) и наружную обертку из оберточной полиэтиленовой ленты с липким слоем. Общая толщина защитного покрытия, включая обертку, должна быть не меньше 1,8 мм.

Покрытия из экструдированного полиэтилена, применямые для наружного покрытия трубопроводов, состоят из: подклеивающего слоя (адгезива) толщиной 0,25…0,4 мм и наружного слоя толщиной 1,55…2,75 мм (для усиленного типа) и 1,8…3,25 мм (для весьма усиленного типа).

В качестве адгезива применяют сополимеры этилена с эфирами акриловой кислоты, адгезионно-активные композиции. При экструзионном нанесении покрытия используют гранулированный полиэтилен высокого и низкого давления и его сополимеры. Покрытия из экструдированного полипропилена обладают повышенной механической прочностью. Трубы с указанным покрытием рекомендованы для строительства трубопроводов при закрытых методах прокладки (метод «прокола» и протаскивания через скважины).

Конструкция покрытия включает клеевой подслой на основе термоплавкой полимерной композиции толщиной 0,2…0,4 мм и наружный слой на основе экструдированного термосвето-стабилизированного полипропилена толщиной 1,1…2,3 мм (для усиленного типа), 1,6…2,3 мм (для весьма усиленного типа) и 1,6-2,8 мм (для проколов).

При экструзионном нанесении покрытия используют гранулированный полипропилен высокого и низкого давления и его сополимеры.Оборудование и технология нанесения полипропиленового покрытия аналогичны технологии нанесения покрытий из экструдированного полиэтилена, различаются лишь температурные режимы .

Внутренние покрытия.

При транспортировке по металлическим трубопроводам агрессивной среды внутренняя поверхность труб должна быть защищена антикоррозионными покрытиями.

Цементно-песчаное покрытие

**Цементно-песчаная изоляция**(ЦПИ) являет собой экологически чистое покрытие для труб. Защитные свойства, которые проявляет цементно-песчаный раствор относительно металла, известны чуть более века. Трубы с подобным внутренним защитным слоем используются для транспортировки питьевой воды, для хозяйственных нужд, воды промышленного назначения.

Цементный раствор, подготовленный соответствующим образом в смесительном устройстве, наносят на внутреннюю очищенную поверхность трубы с помощью вращающейся распылительной головки.

При нанесении цементно-песчаного покрытия центробежным способом обеспечивается равномерное распределение и однородность раствора, а также удаление излишков воды. Поверхность раствора разглаживается и выравнивается с помощью вращающихся заглаживающих устройств. Цементно-песчаная смесь образует внутри стальной трубы каменный слой высокой твердости и прочности. Толщина этого слоя в основном находится в пределах от 8 до 15 мм.

Между стыками труб устанавливаются специальные подкладные кольца, образующие во время сварочных работ двойную толщину стальной части трубы. Применение особой технологии обеспечивает закрытие зон стыка цементом при запуске трубопровода.

Цементно-песчаная оболочка по конструкции представляет собой цельный свод, ее плотный контакт со стальной трубой осуществляется за счёт приклеивания ее к стальной поверхности. Расширяющие свойства цемента обеспечивают напряжения в зоне соприкосновения двух материалов, благодаря чему ударопрочность камня повышается, а вероятность появления трещин снижается.

Главные преимущества использования труб с внутренним цементно-песчаным покрытием:

* защита внутренней поверхности от коррозии;
* натуральность материала;
* предотвращение зарастания внутренней поверхности трубопровода. Пропускная способность трубопровода сохраняется на долгие годы.

Основная техническая характеристика цементно-песчаного покрытия приведена в табл. 5.

**Таблица 5.  Основная техническая характеристика цементно-песчаного покрытия**

|  |  |
| --- | --- |
| **Показатель** | **Значение** |
| Диаметр | от 426 мм — 2420 мм |
| Толщина защитного слоя зависит от диаметра трубы | 4 мм -16 мм |
| Толщина защитного слоя над сварными швами | не меньше 3 мм |
| Прочность покрытия на сжатие, МПА | не меньше 45 |

Допустимо наличие трещин, образовавшихся при усадке с шириной не больше 0,5 мм.

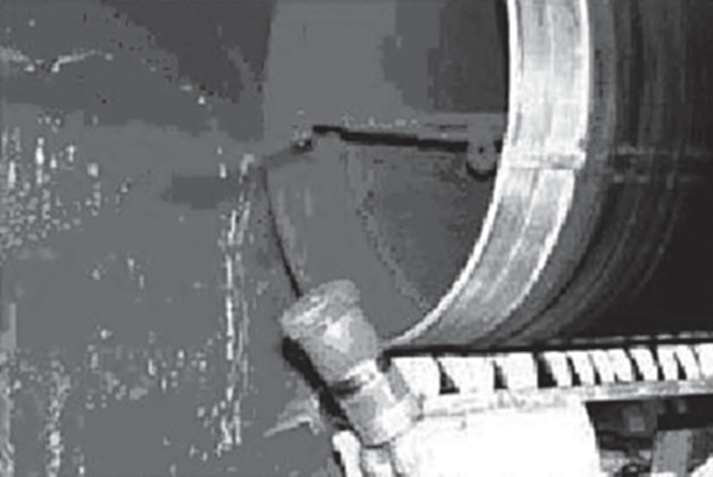
Напыление нейлонового порошка

Нейлоновый порошок – термопластичный материал, наносимый на внутреннюю поверхность стальных труб для их защиты от коррозии. Используется на трубопроводах, предназначенных для транспортировки питьевой воды и других сред. В начале внутреннюю поверхность труб подвергают дробеструйной обработке, затем грунтуют эпоксидной смолой с последующим нагревом и полимеризацией слоя грунтовки. После этого на горячую трубу при помощи электростатических пистолетов напыляют нейлоновый порошок, который, расплавляясь, образует однородный глянцевый слой. Толщина покрытия обычно составляет 200 мкм.

**Нанесение антикоррозионной краски**

Жидкое покрытие, наносимое на внутреннюю поверхность стальных труб для защиты от коррозии может применяться для различных сред и условий эксплуатации путем выбора соответствующей жидкой краски и метода ее нанесения. Такое покрытие используется, в частности, для снижения потерь напора и увеличения пропускной способности трубопровода.

В начале проводят дробеструйную очистку внутренней поверхности труб, затем наносят жидкую краску методом безвоздушного напыления, чтобы образовывался однородный гладкий слой (рис. 11). После этого проводят полимеризацию покрытия в печи или (если позволяют погодные условия) на открытом воздухе. Толщина покрытия обычно составляет 200 мкм для транспортировки воды и прочих жидкостей.



**Рис. 11. Нанесение антикоррозионной краски на внутреннюю поверхность стальной трубы**

Качество защитного покрытия трубопровода, сваренного из труб с заводской изоляцией контролируют перед укладкой в траншею, измеряя толщину и сплошность покрытия, проверяя его адгезию к металлу. Толщину защитных покрытий контролируют методом неразрушающего контроля с применением толщиномеров и других измерительных приборов, а его сплошность по диэлектрической характеристике.

Выявленные дефекты и повреждения защитного покрытия должны быть устранены до засыпки трубопровода. При ремонте защитного покрытия обеспечивают его однотипность, монолитность и сплошность. Отремонтированные места подлежат вторичной проверке. Защитное покрытие наносят на сварные стыки труб, а также места повреждений.

Домашнее задание:

1. Из чего в основном состоит состав продуктов коррозии металлических трубопроводов .
2. Какие покрытия применяют для защиты трубопроводов.
3. Виды коррозии трубопроводов.
4. Вкаких случая применяется цементно-песчаная изоляция(ЦПИ)
5. Какие главные преимущества использования труб с внутренним цементно-песчаным покрытием.
6. Какие покрытия наносятся на внутреннюю поверхность трубопровода для защиты от коррозии
7. Источники:
8. <https://extxe.com/4974/antikorrozionnye-pokrytija-truboprovodov/>
9. <https://corprotect.ru/>

**ГР.19-2 Задание на 24.042020 Техническое обслуживание турбинного оборудования**

**Лекция:Виды антикоррозионных покрытий трубопроводов и арматуры.**

**ВИДЫ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ТРУБОПРОВОДОВ**

Одной из главных задач при проектировании нового стального трубопровода является выбор типа защитных антикоррозионных покрытий, в зависимости от его назначения и условий эксплуатации.

Защитные покрытия стальных труб могут быть антикоррозионными (ВУС, УС, ЦПП, ЭП изоляция), теплоизоляционными (ППУ, ППМ изоляция), специальными и комбинированными. Расскажем подробнее об антикоррозионных покрытиях стальных труб.

Защитные антикоррозийные покрытия труб могут быть как **наружными** – для защиты металла трубы от атмосферной и почвенной коррозии, так и **внутренними** – для защиты трубы от контактной коррозии и биокоррозии на внутренней поверхности трубопровода. В совокупности применение внутренних и наружных защитных покрытий позволяет эффективно бороться с электрохимической коррозией металла магистральных трубопроводов, тем самым значительно продлевая срок их службы.

Согласно классификации по ГОСТ 31445-2012 «Трубы стальные и чугунные с защитными покрытиями. Технические требования», покрытия труб делятся на три типа по виду используемых материалов:

1) **Полимерные**покрытия на основе синтетических полимеров: полиолефинов, полиамидов, фторопластов, термореактивных соединений и других.

Применяются преимущественно для подземной и подводной прокладки трубопроводов различного назначения.

Наиболее распространенным видом *внутренних* полимерных защитных покрытий является [эпоксидное](https://msu-ecoteh.ru/%d0%b2%d0%bd%d1%83%d1%82%d1%80%d0%b5%d0%bd%d0%bd%d0%b5%d0%b5-%d0%bf%d0%be%d0%bb%d0%b8%d0%bc%d0%b5%d1%80%d0%bd%d0%be%d0%b5-%d0%bf%d0%be%d0%ba%d1%80%d1%8b%d1%82%d0%b8%d0%b5-%d1%82%d1%80%d1%83%d0%b1/) покрытие — применяется в основном для трубопроводов промышленного назначения, транспортирующих агрессивные среды, а также промысловых нефтепроводов и газопроводов.

Наиболее распространенным видом базовых *наружных* полимерных покрытий является полиэтиленовое покрытие – используется практически для всех типов трубопроводов, с температурой эксплуатации до +85°С. В трассовых условиях наиболее популярным методом является применение [полимерных изоляционных лент](https://msu-ecoteh.ru/%d0%bd%d0%b0%d1%80%d1%83%d0%b6%d0%bd%d0%b0%d1%8f-%d0%b8%d0%b7%d0%be%d0%bb%d1%8f%d1%86%d0%b8%d1%8f-%d1%82%d1%80%d1%83%d0%b1/).



2) **Неорганические** стекловидные и органосиликатные покрытия на основе стеклоэмалей и органосиликатных композиций

Применяются преимущественно для подземной и подводной прокладки трубопроводов различного назначения.

Наиболее распространенным видом *внутренних* неорганических защитных покрытий [песчаноцементное](https://msu-ecoteh.ru/%d1%86%d0%b5%d0%bc%d0%b5%d0%bd%d1%82%d0%bd%d0%be-%d0%bf%d0%b5%d1%81%d1%87%d0%b0%d0%bd%d0%be%d0%b5-%d0%bf%d0%be%d0%ba%d1%80%d1%8b%d1%82%d0%b8%d0%b5/) (ЦПП, цементно-песчаное) покрытие — применяется в основном для трубопроводов *водоснабжения* и напорной канализации. Также данный тип покрытия находит применение и в промышленных трубопроводах, так как имеет высокое сопротивление абразивному износу.



Наиболее распространенным видом *наружных* неорганических покрытий является стеклоэмалевое покрытие – применяется для высокотемпературной эксплуатации до +150°С в химически агрессивной среде.

3) **Металлические** и неметаллические неорганические покрытия на основе металлов и их сплавов.

Применяются преимущественно для наружной прокладки трубопроводов различного назначения.

Наиболее распространенным видом металлических защитных покрытий является цинкование, которое применяется для газопроводов и водопроводов общего назначения.



Основным документом, регламентирующим применение антикоррозионных защитных покрытий, на текущий момент является ГОСТ 9.602-2016 «Единая система защиты от коррозии и старения. СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫЕ. Общие требования к защите от коррозии». В нем классифицированы виды наружных защитных покрытий труб (Приложение Ж. Конструкция защитных покрытий строящихся и реконструируемых сооружений). Применение внутренних защитных покрытий регламентируют пункты 8.1.17 и 8.1.19 данного документа.

Еще одним документом, указывающим на необходимость применения внутренних защитных покрытий, наряду с наружными, является СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Так, пункт 11.33 данного документа гласит: «В целях исключения коррозии и зарастания водоводов и водопроводной сети, изготовленных из стальных труб и труб из ВЧШГ, должна быть предусмотрена защита внутренней поверхности таких трубопроводов покрытиями: цементно-песчаным, лакокрасочным, цинковым, полимерным и других».

Подводя итог, можно сказать, что на сегодняшний день применение защитных антикоррозийных покрытий является необходимым не только с точки зрения продления срока службы вводимых в эксплуатацию новых трубопроводов и улучшения их эксплуатационных характеристик, но и обязательным с точки зрения нормативно-правовой документации.

При выборе типа покрытия необходимо отталкиваться в первую очередь от назначения проектируемого трубопровода и условий его эксплуатации, но также немаловажным фактором является и экономическая составляющая, то есть стоимость применения определенного вида покрытий.

Опыт эксплуатации трубопроводов с внутренними и наружными защитными покрытиями показывает, что их применение позволяет впоследствии не только окупить затраты, но и сэкономить средства за счет снижения затрат на последующую эксплуатацию трубопровода.

.

Домашнее задание:

1. Что является основной задачей при проектировании нового стального трубопровода
2. Как классифицируются согласно ГОСТ 31445-2012 покрытия труб.
3. Какие виды являются наиболее распространенным металлическими защитными покрытиями

Источники:

1 <https://msu-ecoteh.ru/виды-изоляционных-покрытий/>