

**УДК 628.147.22**

## **Свойства и функции защитного покрытия трубопровода**

Бейфус А.А., Эксаров И.С. и Боровская Л.В.

*Кубанский государственный технологический университет*

*Краснодар, Россия*

### **Введение**

Трубопроводные магистрали на сегодня являются наиболее распространенным способом для осуществления доставки различных веществ, смесей, в том числе и носителей энергии. К сожалению, у них есть существенный недостаток – они подвержены коррозии, то есть образованию ржавчины:  $Me+Ox = \text{продукт реакции}$ .

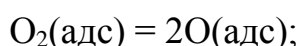
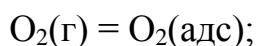
В наши дни существует много способов защиты водопроводов от этого явления. Суть их проста: металл, из которого изготовлены трубы, вступает в реакцию с определенными элементами, растворами и веществами.

Рассмотрим некоторые причины коррозии в трубопроводе:

#### **1. Химическая**

Данный вид коррозии возникает при взаимодействии металла трубопровода с различными агрессивными химическими соединениями (щелочами, кислотами и др.). Вещества вступают в реакцию, в результате которой образуются продукты реакции, в числе которых может быть и ржавчина, которая начинает быстро распространяться и последовательно разъедать материал трубопровода.

Механизм химической коррозии:



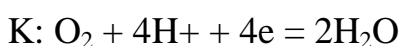
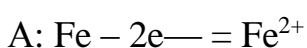
#### **2. Электрохимическая**

Такая коррозия возникает при нахождении изделия в электролите и является одной из самых агрессивных, так как она имеет быструю скорость распространения и способна разъедать даже очень толстые поверхности

металла. Один из частных случаев такой коррозии можно описать реакцией:  
 $2\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{OH}^-$ .

### 3. Атмосферная

Образуется при взаимодействии металла с воздухом и содержащимися в нём веществами, водой и различными парами. Вещества вступают в реакцию, вследствие которой выделяется оксид железа (ржавчина), который начинает разрушать металлоконструкцию, например, при взаимодействии железа с компонентами окружающей среды, некоторые его участки служат анодом, где происходит окисление железа, а другие – катодом, где происходит восстановление кислорода:



### 4. Коррозия от перепада температур

При замораживании вещество расширяется, а при нагревании объем его уменьшается, таким образом, если вещество при нормальной температуре свободно проходит через стенки трубопроводов, то при его чрезмерном охлаждении, оно начинает давить на поверхность конструкции, что приводит к нарушению ее целостности, попаданию загрязняющих веществ и появлению разрушающей коррозии.

### 5. Коррозия из-за неправильной укладки

Коррозия внешней поверхности главным образом зависит от способа укладки изделия и соблюдения технологических требований данного процесса и производства. Наиболее часто коррозия начинается в грунте в местах стыка конструкции. Также важным фактором образования коррозионного износа на внешней поверхности металлоконструкции является микробиологическая коррозия, обусловленная появлением и значительным увеличением численности колоний железобактерий и других микроорганизмов.

#### **Виды коррозии и способы защиты от неё:**

- Поверхностная. Распространяется сплошным слоем по поверхности изделия. Представляет наименьшую опасность для трубопровода.
- Местная. Проявляется в виде язв, щелей. Наиболее опасный вид коррозии.

- Усталостное коррозионное разрушение. Процесс постепенного накопления различных повреждений.

## 1. Электрохимическая защита

При электрохимической защите к изделию из металла подключают постоянный электрический ток.

Электрохимическая защита может быть анодной или катодной: это будет зависеть от того, в какую сторону сдвинется потенциал металла.

### 1.1. Катодная защита

Метод, достаточно часто используемый для защиты металлоконструкций от коррозии. В этом методе легко окисляемый и недорогой металл, часто цинк или магний (расходуемый анод), электрически соединяется с металлом, который необходимо защищать. Более активный металл - это расходуемый анод, который является анодом в гальванической ячейке. «Защищенный» металл - это катод, он остается неокисленным. Суть метода проста: к изделию подается внешний постоянный электрический ток от отрицательного полюса, который обеспечивает поляризацию катодных участков коррозионных составляющих и поднимает значение потенциала до анодных. После прикрепления положительного полюса источника тока к аноду коррозия защищаемого изделия становится практически равной нулю. Одним из преимуществ катодной защиты является то, что степень разрушения анода можно контролировать и при необходимости заменять его. Основным показателем результативности метода является защитный потенциал - это тот потенциал, при котором быстрота коррозионного процесса металлического изделия становится минимальной.

### 1.2. Анодная защита

В основном используется для объектов из низколегированных нержавеющей, углеродистых сталей, высоколегированных сплавов. Метод применяют в хорошо электропроводной коррозионной среде.

При анодной защите происходит сдвиг потенциала защищаемого металла в положительную сторону, в отличие от катодной защиты. К преимуществам анодной защиты можно отнести не только существенное уменьшение скорости коррозии, но и то, что продукты коррозии не оказываются в производимом продукте и среде.

## 2. Протекторная защита

Вид катодной защиты, в процессе которого к защищаемому объекту подсоединяют металл с более высоким электроотрицательным потенциалом. При этом разрушается не металлоконструкция, а протектор, следовательно, через определенный промежуток времени протектор потребуется заменить. У каждого протектора есть свой радиус защитного действия – предельно возможное расстояние, на которое можно удалить протектор без существенной утраты его защитного эффекта. Протекторную защиту применяют, когда ток к объекту подвести трудно, дорого или невозможно. С помощью протекторов защищают объекты, находящиеся в нейтральных средах (море, реке, воздухе, почве). Чтобы протекторы обладали необходимыми эксплуатационными свойствами, их изготавливают из специальных сплавов со следующими легирующими добавками:

- $Zn + 0,03-0,16 \% Cd + 0,15-0,45 \% Al$  — добавки, необходимые для защиты оборудования, находящегося в морской воде.
- $Al + 8 \% Zn + 5,5 \% Mg + Cd, In, Gl, Hg, Tl, Mn, Si$  (доли процента) — добавки, используемые при эксплуатации сооружений в проточной морской воде.
- $Mg + 5-8 \% Al + 2-4 \% Zn$  — добавки, требующиеся для защиты небольших конструкций в грунте или в воде с низкой концентрацией солей.

### **Заключение**

Мы рассмотрели несколько способов защиты от коррозии. Все они имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Использование одной из защит трубопровода от коррозии является обязательным требованием их эксплуатации. В настоящее время в России изоляция трубопроводов является одним из основных способов защиты от коррозии, однако прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше эффективных и экономически выгодных способов защиты трубопроводов от влияния внешних и внутренних сред, которые начинают всё более активно применяться в промышленности как отечественной, так и за рубежом.

### **Литература:**

1. Дербишевич В.С., Саркисян А.К., Боровская Л.В. Способы защиты нефтепроводов от коррозии // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»

URL: <a

href="https://scienceforum.ru/2020/article/2018018574">https://scienceforum.ru/2020/article/2018018574</a> (дата обращения: 21.12.2020.

2. <https://yandex.ru/turbo/trubaspec.com/s/montazh-i-remont/varianty-katodnoy-zashchity-truboprovodov-preimushchestva-i-nedostatki-sposobov.html>
3. <https://yandex.ru/turbo/molotok34.ru/s/spravochnik/katodnaya-zashchita-ot-korrozii.html>
4. <https://yandex.ru/turbo/380-electro.ru/s/drugoe/korroziya-truby.html>
5. <https://yandex.ru/turbo/instanko.ru/s/drugoe/protektornaya-zashchita.html>
6. <https://corprotect.ru/antikorrozionnaya-zashchita-truboprovodov/>