



### Коррозия

- 7.1 Основные принципы .....304
- 7.2 Типы коррозии.....304
- 7.3 Защита от коррозии.....305

## Коррозия

### 7.1 Основные принципы

За исключением благородных металлов, таких как золото, серебро или платина, все металлические материалы, находящиеся под воздействием различных атмосферных условий, взаимодействуют с кислородом. В результате этой реакции могут возникать два явления:

1. Продукты этой реакции окисления быстро образуют на поверхности металла слой окислов, который препятствует дальнейшей коррозии. Таким образом на поверхности образуется пассивированный слой, защищающий материал от дальнейших негативных влияний кислорода. Благодаря этому механизму, металлы с характеристиками далекими от свойств благородных металлов и легко окисляющиеся при контакте с воздухом имеют очень большой срок службы. Типичными примерами таких металлов являются алюминий, хром и титан.

2. Продукты реакции окисления являются пористыми и не образуют защитного слоя против проникновения кислорода, воды или углекислоты. Это приводит к продолжению процесса коррозии и в итоге к полному разрушению материала. Примером такого механизма является ржавчина, которая возникает при коррозии железа на воздухе.

Металлы, относящиеся к первому варианту, не требуют дополнительной защиты от коррозии. Углеродистые стали имеют механизм окисления согласно второго случая и нуждаются в дополнительной защите от атмосферного воздействия, для того чтобы можно было обеспечить их долговечность.

### 7.2 Типы коррозии

#### I. Поверхностная коррозия

Поверхность материала постоянно находится в контакте с коррозионной средой и корродирует с постоянной скоростью. Скорость коррозии

может быть оценена за определенный промежуток времени, в результате с учетом скорости коррозии можно определить общий ожидаемый срок службы материала. Хорошо известным примером такого типа коррозии является взаимодействие цинка и воздуха.

#### II. Коррозия под действием нагрузок – точечная и щелевая коррозия

Точечная коррозия развивается, если пассивированная поверхность (например, поверхность алюминия или нержавеющей стали) повреждена. В месте начального поражения образуются очень агрессивные зоны, в которых происходит дальнейшее разрушение материала. Аналогично приведенному выше примеру, если в металле образуются трещины или отслоения, то локальная электрохимическая коррозия приводит к экстремально быстрому окислению.

#### III. Биметаллическая коррозия

Биметаллическая коррозия может возникать, когда два неоднородных по электрохимическому потенциалу металлов (см. таблицу 7.1) находятся в электрическом контакте через общий электролит (например, дождь, конденсат и т. д.). При этом между двумя металлами протекает ток и менее благородный металл (анод) корродирует с большей скоростью, чем это было бы, если бы металлы не находились в контакте.

Соответственно металлы с большим электрохимическим потенциалом могут быть защищены от коррозии посредством электрического подсоединения их к менее благородному металлу (типичными примерами являются алюминиевые аноды для стальных деталей).

#### IV. Коррозионное растрескивание под нагрузкой

Коррозионное растрескивание может происходить даже если среда, в которой

Таблица 7.1 Электрохимический потенциал (в Вольтах) различных металлов

Алюминий	Титан	Цинк	Хром	Железо	Олово	Медь	Серебро	Золото
-1.66	-0.95	-0.76	-0.74	-0.41	-0.14	+0.34	+0.80	+1.50

## Коррозия

находится металл, недостаточно агрессивна для развития коррозии. Для протекания этого процесса требуется одновременное наличие растягивающих напряжений в металле и специфических условий окружающей среды. Напряжения могут быть обусловлены внешними или внутренними нагрузками. Коррозионное растрескивание под нагрузкой очень опасно, так как его визуальное обнаружение невозможно, вследствие чего может произойти спонтанное разрушение. Распространенным случаем коррозии этого типа является случай, когда аустенитная нержавеющая сталь находится в содержащей хлор среде, как, например, в домашних бассейнах внутри зданий.

### 7.3 Защита от коррозии

Имеются два основных способа защиты материалов, которые могут подвергаться коррозии.

1. Соответствующая обработка поверхности материала, дабы исключить воздействие на нее коррозионной среды. Примерами защиты стали от коррозии является нанесение защитных покрытий, гальваническое или горячее цинкование. Эти методы являются примерами создания эффективных антикоррозионных покрытий. При этом надежная и продолжительная защита может быть обеспечена только до тех пор, пока защитная поверхность не будет повреждена.

2. Выбор материалов, которые предотвращают развитие коррозии, что является более эффективным способом защиты, чем нанесение дополнительных защитных покрытий. Самым распространенным средством является добавление в сталь хрома или молибдена. Эти дополнительные материалы обеспечивают длительное поддержание рабочих характеристик материала даже в тяжелых условиях работы.

В зависимости от типа окружающей среды в месте установки стальные анкеры могут быть защищены от коррозии разными средствами. Компания Fischer использует два стандартных защитных покрытия и дополнительные материалы, препятствующие развитию коррозии, что являются достаточными для различных случаев применения. Если в Вашей стране существуют другие национальные нормы, то они должны также выполняться.

#### 1. Оцинковка

В атмосферных условиях цинк образует на поверхности материала плотный слой, который обеспечивает дополнительную защиту. В таблице, в которой приведены значения электрохимических потенциалов (см. таблицу 7.1), видно, что цинк имеет значительно более отрицательный потенциал, чем железо, т.е. цинк является менее благородным металлом из этих двух материалов. Эти свойства делают цинк идеальным партнером для защиты железа (технической стали) от коррозии. Это плотное покрытие предотвращает прямой контакт агрессивной среды со сталью. Менее благородный характер цинка образует так называемую катодную защиту с эффектом «самовосстановления». Достаточная защита от коррозии обеспечивается даже при образовании небольших зон с поврежденным покрытием.

#### а) Гальваническое цинкование

Гальванизация выполняется с помощью электрохимического процесса, при котором тонкий слой цинка наносится на поверхность стальных изделий. Посредством управления определенными параметрами реакции (например, величиной pH, температурой, концентрацией...) можно обеспечить определенные характеристики, в частности, толщину покрытия. Тип пассивации определяет долговечность всего покрытия. Чем темнее цвет покрытия, тем лучше качество защитного покрытия.

Продукты компании Fischer имеют минимальное цинковое покрытие толщиной 5 мкм и пассивированы с желтым или голубым оттенком. Это обеспечивает достаточную защиту при транспортировке даже при неблагоприятных условиях, а также гарантирует длительную антикоррозионную защиту в случае применения внутри строительных помещений.

#### б) Горячее цинкование

Электрохимическая гальванизация обеспечивает толщину покрытия максимум до 15 - 20 мкм. Для получения большей толщины покрытия, когда требуется более высокая степень защиты от коррозии, необходимо использовать другие способы.

Обычно, для того чтобы обеспечить большее значение толщины покрытия (вплоть до 80 мкм, а в некоторых случаях и больше) стальное

## Коррозия

изделие погружается в расплав цинка (точка плавления цинка 420 °С). Дальнейшая обработка не требуется, и покрытое изделие может быть использовано в нужных целях. В определенных случаях из-за капиллярного эффекта цинк накапливается в таких зонах, как резьбы диаметром <10 мм, что может сказаться на функционировании анкера. В подобных ситуациях используется метод механической оцинковки (например, шерардизация – термодиффузионное цинкование, Mc-Dermid-метод). При использовании этого процесса обеспечивается примерно такая же толщина покрытия, а значит и уровень защиты, как и в случае глубокого горячего цинкования. Но при протекании этого процесса не происходит негативное накопление цинка. Обработанные горячим цинкованием изделия могут быть использованы для наружной установке при уменьшенных требованиях по антикоррозионной защите. При этом мы получаем экономичную альтернативу изделиям из нержавеющей стали.

Все продукты компании fischer, обработанные методом горячего цинкования, имеют минимальную толщину покрытия в 40 мкм.

### II. Коррозионностойкие стали

#### а) Аустенитная нержавеющая сталь

В качестве материала, который длительное время не поддается коррозии, в строительной промышленности используется нержавеющие стали класса 316 (А4), например, стали с номерами 1.4401 или 1.4571 и 1.4404 (см. таблицу 7.2), которые обеспечивают оптимальную защиту от коррозии при обычных условиях окружающей среды, а также в атмосфере промышленных выбросов.

Стандартные продукты fischer изготавливаются из нержавеющей стали 1.4401 (класс 316, классификация А4, стандарт DIN EN 10 088). Другие сорта нержавеющей стали используются по заказу, например, сорта стали 1.4571 и 1.4404.

Материалы, указанные выше, не подходят для применения в хлорсодержащих средах или на объектах, расположенных на морском берегу.

#### б) Специальные сплавы

Если стандартные сорта аустенитной нержавеющей стали не обеспечивают достаточную защиту от коррозии, то могут быть использованы специальные материалы. Например, указанная выше нержавеющая сталь А4 не годится для применения в атмосферных условиях, загрязненных хлором, в автомобильных туннелях, на гидроэлектростанциях и водных системах. Для подобного применения Отдел технического обслуживания fischer может предоставить специальную информацию. Примерами может служить решение проблемы креплений для домашних плавательных бассейнов, расположенных внутри зданий (атмосфера, загрязненная хлором), когда применяются сорта стали 1.4529 или 1.4565, а также применение титановых анкеров на электростанциях.

# 7

Таблица 7.2:

Компоненты сплава в случае некоторых сортов аустенитной нержавеющей стали (все величины указаны в процентах)

	Cr	Ni	Mo	Ti	N
1.4401 X5 Cr Ni Mo 17 12 2	16.5 – 18.5	10.5 – 13.5	2 – 2.5	–	—
1.4404 X2 Cr Ni Mo 17 13 2	16.5 – 18.5	11 – 14	2 – 2.5	–	—
1.4571 X6 Cr Ni Mo Ti 17 12 2	16.5 – 18.5	10.5 – 13.5	2 – 2.5	<0.8	—
1.4529 X1 Cr Ni Mo Cu N 25 206	19 – 20	24 – 26	6 – 7	–	0.1 – 0.25
1.4565 X2 Cr Ni Mo N 23 17 64	21 – 25	15 – 18	3 – 4.5	–	0.3 – 0.5