

Защита от коррозии

Волобуев Максим Николаевич
vmn2007@ukr.net

Кафедра общей и неорганической химии,
НТУ «ХПИ»

Харьков 2016

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

- Оценка ущерба от коррозии
 - развитые страны: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % от ВВП (276 млрд долларов)
 - потери металла – до 20 % годового производства стали
- Основные способы защиты от коррозии
 - легирование
 - защитные покрытия
 - электрохимическая защита
 - изменение свойств коррозионной среды

Легирование: основные положения

- Легирование – введение в состав сплава компонентов, способных приводить к пассивации основного металла за счет образования пленок на его поверхности
- Добавки вводятся равномерно по объему, поэтому
 - сохраняется коррозионная устойчивость при разрушении пленки
 - стоимость легированного металла высока
- Области применения
 - защита от газовой коррозии при высоких T
 - защита изделий, подвергающихся интенсивному механическому воздействию

Легирование: основные положения

- Легирование – введение в состав сплава компонентов, способных приводить к пассивации основного металла за счет образования пленок на его поверхности
- Добавки вводятся равномерно по объему, поэтому
 - сохраняется коррозионная устойчивость при разрушении пленки
 - стоимость легированного металла высока
- Области применения
 - защита от газовой коррозии при высоких T
 - защита изделий, подвергающихся интенсивному механическому воздействию

Легирование: основные положения

- Легирование – введение в состав сплава компонентов, способных приводить к пассивации основного металла за счет образования пленок на его поверхности
- Добавки вводятся равномерно по объему, поэтому
 - сохраняется коррозионная устойчивость при разрушении пленки
 - стоимость легированного металла высока
- Области применения
 - защита от газовой коррозии при высоких T
 - защита изделий, подвергающихся интенсивному механическому воздействию

Легирование: основные положения

- Легирование – введение в состав сплава компонентов, способных приводить к пассивации основного металла за счет образования пленок на его поверхности
- Добавки вводятся равномерно по объему, поэтому
 - сохраняется коррозионная устойчивость при разрушении пленки
 - стоимость легированного металла высока
- Области применения
 - защита от газовой коррозии при высоких T
 - защита изделий, подвергающихся интенсивному механическому воздействию

Легирование: основные положения

- Легирование – введение в состав сплава компонентов, способных приводить к пассивации основного металла за счет образования пленок на его поверхности
- Добавки вводятся равномерно по объему, поэтому
 - сохраняется коррозионная устойчивость при разрушении пленки
 - стоимость легированного металла высока
- Области применения
 - защита от газовой коррозии при высоких T
 - защита изделий, подвергающихся интенсивному механическому воздействию

Легирование: основные положения

- Легирование – введение в состав сплава компонентов, способных приводить к пассивации основного металла за счет образования пленок на его поверхности
- Добавки вводятся равномерно по объему, поэтому
 - сохраняется коррозионная устойчивость при разрушении пленки
 - стоимость легированного металла высока
- Области применения
 - защита от газовой коррозии при высоких T
 - защита изделий, подвергающихся интенсивному механическому воздействию

Легирование: основные положения

- Легирование – введение в состав сплава компонентов, способных приводить к пассивации основного металла за счет образования пленок на его поверхности
- Добавки вводятся равномерно по объему, поэтому
 - сохраняется коррозионная устойчивость при разрушении пленки
 - стоимость легированного металла высока
- Области применения
 - защита от газовой коррозии при высоких T
 - защита изделий, подвергающихся интенсивному механическому воздействию



L^AT_EX

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (H), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - Х16 – 16% хрома
 - Н15 – 15% никеля
 - М3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - Х16 – 16% хрома
 - Н15 – 15% никеля
 - М3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03X16H15M3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - X16 – 16% хрома
 - H15 – 15% никеля
 - M3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (H), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03X16H15M3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - X16 – 16% хрома
 - H15 – 15% никеля
 - M3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Ta (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - Х16 – 16% хрома
 - Н15 – 15% никеля
 - М3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Ta (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - Х16 – 16% хрома
 - Н15 – 15% никеля
 - М3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03X16H15M3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - X16 – 16% хрома
 - H15 – 15% никеля
 - M3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Ta (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03X16H15M3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - X16 – 16% хрома
 - H15 – 15% никеля
 - М3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Ta (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - Х16 – 16% хрома
 - Н15 – 15% никеля
 - М3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Используемые материалы

- Легирование не только защищает от коррозии, но и улучшает механические свойства сплава
 - жаростойкость: – устойчивость к коррозии при T
 - жаропрочность – механическая прочность при T
- Легирующие элементы и маркировка сталей
Cr (X), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Mo (М), W (В), Ti (Т), Ta (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Пример: высоколегированная сталь 03X16H15M3Б
 - 03 – содержание углерода 0,03 %
 - X16 – 16% хрома
 - H15 – 15% никеля
 - M3 – 3% молибдена
 - Б – до 1% ниобия

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

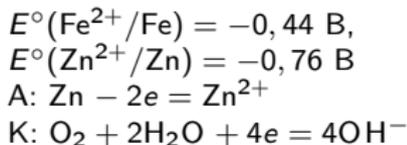
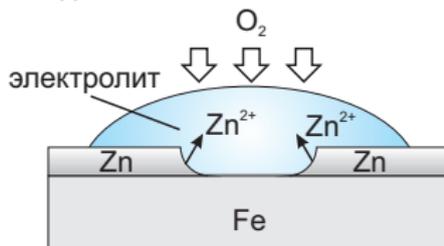
Лакокрасочные покрытия

- Лаки – смесь смолистых веществ с летучим растворителем. При сушке растворитель удаляется, а смола – полимеризуется
- Краски – смесь пигмента со связующим компонентом. Пигментами могут быть
 - оксиды металлов (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - соединения (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: изоляция поверхности металла от агрессивной среды
- Лакокрасочные покрытия
 - сплошные
 - газо- и водонепроницаемые
 - химически стойкие
 - хорошо удерживаются на поверхности

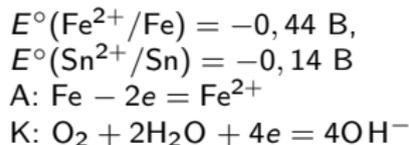
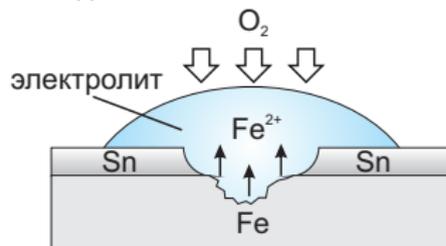
Металлические покрытия

- Катодные покрытия делятся на катодные и анодные

Анодное



Катодное

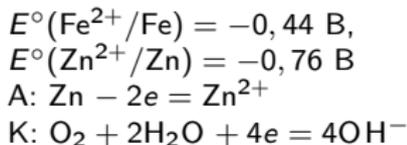
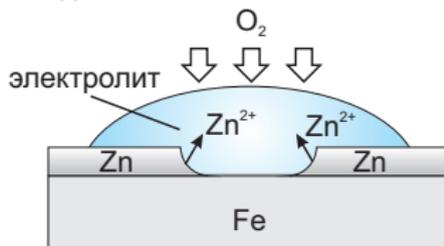


- Катодные покрытия защищают основной металл только в отсутствие повреждений поверхности
- Анодные покрытия работают даже при повреждениях поверхности

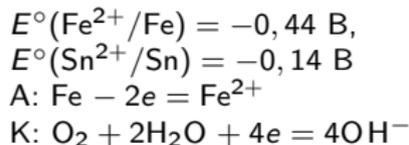
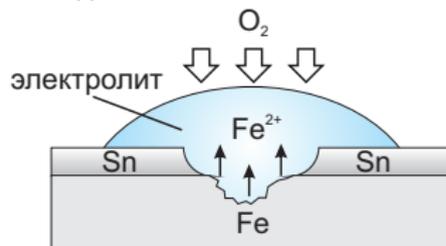
Металлические покрытия

- Катодные покрытия делятся на катодные и анодные

Анодное



Катодное

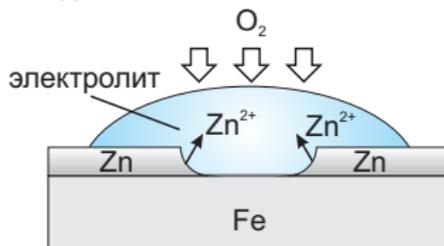


- Катодные покрытия защищают основной металл только в отсутствие повреждений поверхности
- Анодные покрытия работают даже при повреждениях поверхности

Металлические покрытия

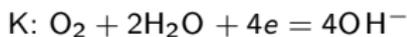
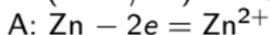
- Катодные покрытия делятся на катодные и анодные

Анодное

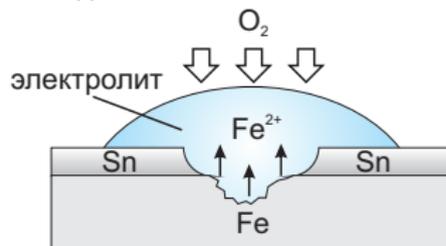


$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В,}$$

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В}$$

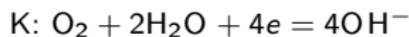
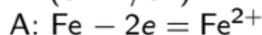


Катодное



$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В,}$$

$$E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ В}$$



- Катодные покрытия защищают основной металл только в отсутствие повреждений поверхности
- Анодные покрытия работают даже при повреждениях поверхности

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**

- хорошо удерживаются на подложке
- наносятся на изделия сложной формы
- теоретически могут быть из любого металла
- недостаток: пористость

- **Термодиффузия:** расплавленный металл покрытия внедряется в основной

- так наносят Zn и Sn на железо
- покрытия достаточно качественные
- недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы

- **Плакирование:** совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов

- наиболее качественное покрытие
- недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**

- хорошо удерживаются на подложке
- наносятся на изделия сложной формы
- теоретически могут быть из любого металла
- недостаток: пористость

- **Термодиффузия:** расплавленный металл покрытия внедряется в основной

- так наносят Zn и Sn на железо
- покрытия достаточно качественные
- недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы

- **Плакирование:** совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов

- наиболее качественное покрытие
- недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**

- хорошо удерживаются на подложке
- наносятся на изделия сложной формы
- теоретически могут быть из любого металла
- недостаток: пористость

- **Термодиффузия:** расплавленный металл покрытия внедряется в основной

- так наносят Zn и Sn на железо
- покрытия достаточно качественные
- недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы

- **Плакирование:** совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов

- наиболее качественное покрытие
- недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**

- хорошо удерживаются на подложке
- наносятся на изделия сложной формы
- теоретически могут быть из любого металла
- недостаток: пористость

- **Термодиффузия:** расплавленный металл покрытия внедряется в основной

- так наносят Zn и Sn на железо
- покрытия достаточно качественные
- недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы

- **Плакирование:** совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов

- наиболее качественное покрытие
- недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**
 - хорошо удерживаются на подложке
 - наносятся на изделия сложной формы
 - теоретически могут быть из любого металла
 - недостаток: пористость
- **Термодиффузия**: расплавленный металл покрытия внедряется в основной
 - так наносят Zn и Sn на железо
 - покрытия достаточно качественные
 - недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы
- **Плакирование**: совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов
 - наиболее качественное покрытие
 - недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**

- хорошо удерживаются на подложке
- наносятся на изделия сложной формы
- теоретически могут быть из любого металла
- недостаток: пористость

- **Термодиффузия:** расплавленный металл покрытия внедряется в основной

- так наносят Zn и Sn на железо
- покрытия достаточно качественные
- недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы

- **Плакирование:** совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов

- наиболее качественное покрытие
- недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**

- хорошо удерживаются на подложке
- наносятся на изделия сложной формы
- теоретически могут быть из любого металла
- недостаток: пористость

- **Термодиффузия**: расплавленный металл покрытия внедряется в основной

- так наносят Zn и Sn на железо
- покрытия достаточно качественные
- недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы

- **Плакирование**: совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов

- наиболее качественное покрытие
- недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**

- хорошо удерживаются на подложке
- наносятся на изделия сложной формы
- теоретически могут быть из любого металла
- недостаток: пористость

- **Термодиффузия**: расплавленный металл покрытия внедряется в основной

- так наносят Zn и Sn на железо
- покрытия достаточно качественные
- недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы

- **Плакирование**: совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов

- наиболее качественное покрытие
- недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**

- хорошо удерживаются на подложке
- наносятся на изделия сложной формы
- теоретически могут быть из любого металла
- недостаток: пористость

- **Термодиффузия**: расплавленный металл покрытия внедряется в основной

- так наносят Zn и Sn на железо
- покрытия достаточно качественные
- недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы

- **Плакирование**: совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов

- наиболее качественное покрытие
- недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**
 - хорошо удерживаются на подложке
 - наносятся на изделия сложной формы
 - теоретически могут быть из любого металла
 - недостаток: пористость
- **Термодиффузия**: расплавленный металл покрытия внедряется в основной
 - так наносят Zn и Sn на железо
 - покрытия достаточно качественные
 - недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы
- **Плакирование**: совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов
 - наиболее качественное покрытие
 - недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**
 - хорошо удерживаются на подложке
 - наносятся на изделия сложной формы
 - теоретически могут быть из любого металла
 - недостаток: пористость
- **Термодиффузия**: расплавленный металл покрытия внедряется в основной
 - так наносят Zn и Sn на железо
 - покрытия достаточно качественные
 - недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы
- **Плакирование**: совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов
 - наиболее качественное покрытие
 - недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Способы нанесения металлических покрытий

- **Напылённые покрытия**
 - хорошо удерживаются на подложке
 - наносятся на изделия сложной формы
 - теоретически могут быть из любого металла
 - недостаток: пористость
- **Термодиффузия**: расплавленный металл покрытия внедряется в основной
 - так наносят Zn и Sn на железо
 - покрытия достаточно качественные
 - недостаток: $t_{пл}$ покрытия ниже, чем у основы
- **Плакирование**: совместная горячая прокатка или волочение основного и защитного металлов
 - наиболее качественное покрытие
 - недостаток: применяется только к плоским поверхностям

Покрyтия, полученные разными способами

Напыление



Термодиффузия



Плакирование



Нарощенные защитные покрытия

- **Оксидирование** – наращивание оксидной пленки
 - воронение – оксидирование черных металлов
 - анодирование – оксидирование алюминия
- **Фосфатирование** – наращивание фосфатной пленки
 - используют для защиты сплавов железа
 - является хорошей подложкой для покрытия краской

Нарощенные защитные покрытия

- **Оксидирование** – наращивание оксидной пленки
 - **воронение** – оксидирование черных металлов
 - **анодирование** – оксидирование алюминия
- **Фосфатирование** – наращивание фосфатной пленки
 - используют для защиты сплавов железа
 - является хорошей подложкой для покрытия краской

Нарощенные защитные покрытия

- **Оксидирование** – наращивание оксидной пленки
 - **воронение** – оксидирование черных металлов
 - **анодирование** – оксидирование алюминия
- **Фосфатирование** – наращивание фосфатной пленки
 - используют для защиты сплавов железа
 - является хорошей подложкой для покрытия краской

Нарощенные защитные покрытия

- **Оксидирование** – наращивание оксидной пленки
 - **воронение** – оксидирование черных металлов
 - **анодирование** – оксидирование алюминия
- **Фосфатирование** – наращивание фосфатной пленки
 - используют для защиты сплавов железа
 - является хорошей подложкой для покрытия краской

Нарощенные защитные покрытия

- **Оксидирование** – наращивание оксидной пленки
 - **воронение** – оксидирование черных металлов
 - **анодирование** – оксидирование алюминия
- **Фосфатирование** – наращивание фосфатной пленки
 - используют для защиты сплавов железа
 - является хорошей подложкой для покрытия краской

Нарощенные защитные покрытия

- **Оксидирование** – наращивание оксидной пленки
 - **воронение** – оксидирование черных металлов
 - **анодирование** – оксидирование алюминия
- **Фосфатирование** – наращивание фосфатной пленки
 - используют для защиты сплавов железа
 - является хорошей подложкой для покрытия краской



воронение



оксидирование



фосфатирование

Электрохимическая защита: принцип

- Используется в проводящих средах (почва, воды)
- Металлическая конструкция **поляризуется**, т.е. её электродный потенциал меняется за счет
 - внешнего источника тока
 - металла с отличающимся потенциалом

1 – конструкция, 2 – анод, 3 – трансформатор

Слева – катодная защита, справа – протекторная

Электрохимическая защита: принцип

- Используется в проводящих средах (почва, воды)
- Металлическая конструкция **поляризуется**, т.е. её электродный потенциал меняется за счет
 - внешнего источника тока
 - металла с отличающимся потенциалом

1 – конструкция, 2 – анод, 3 – трансформатор
Слева – катодная защита, справа – протекторная

Электрохимическая защита: принцип

- Используется в проводящих средах (почва, воды)
- Металлическая конструкция **поляризуется**, т.е. её электродный потенциал меняется за счет
 - внешнего источника тока
 - металла с отличающимся потенциалом

1 – конструкция, 2 – анод, 3 – трансформатор
Слева – катодная защита, справа – протекторная

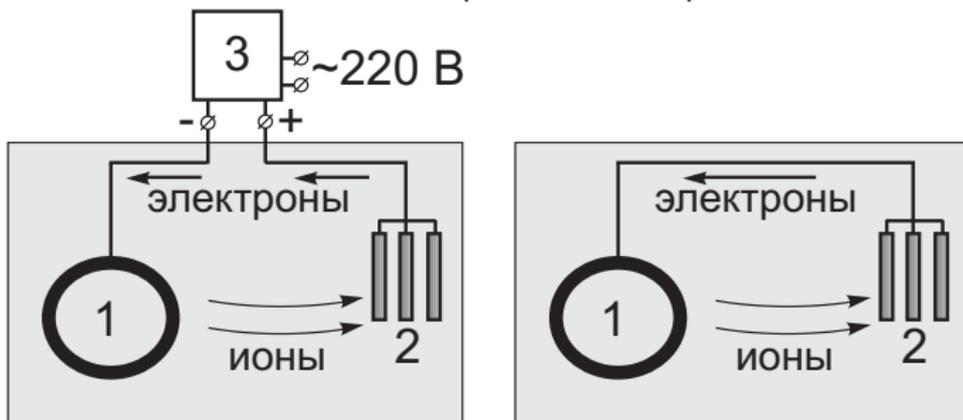
Электрохимическая защита: принцип

- Используется в проводящих средах (почва, воды)
- Металлическая конструкция **поляризуется**, т.е. её электродный потенциал меняется за счет
 - внешнего источника тока
 - металла с отличающимся потенциалом

1 – конструкция, 2 – анод, 3 – трансформатор
Слева – катодная защита, справа – протекторная

Электрохимическая защита: принцип

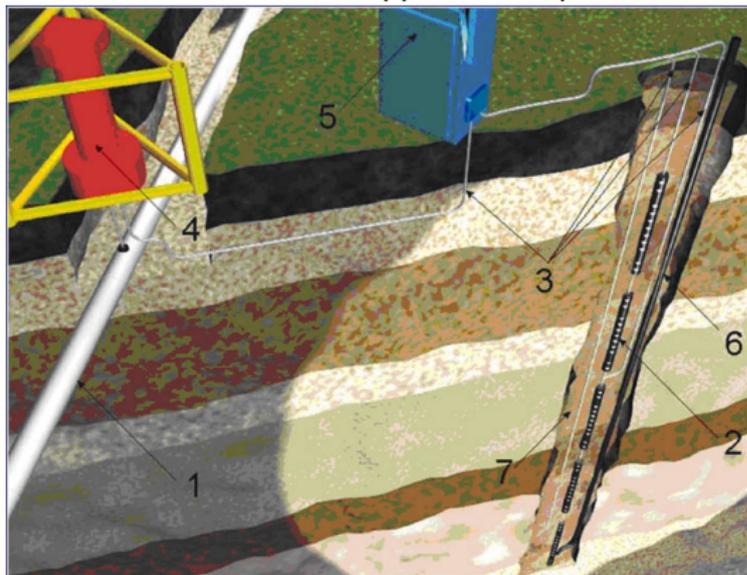
- Используется в проводящих средах (почва, воды)
- Металлическая конструкция **поляризуется**, т.е. её электродный потенциал меняется за счет
 - внешнего источника тока
 - металла с отличающимся потенциалом



1 – конструкция, 2 – анод, 3 – трансформатор
Слева – катодная защита, справа – протекторная

Схема катодной защиты

Фото-схема катодной защиты

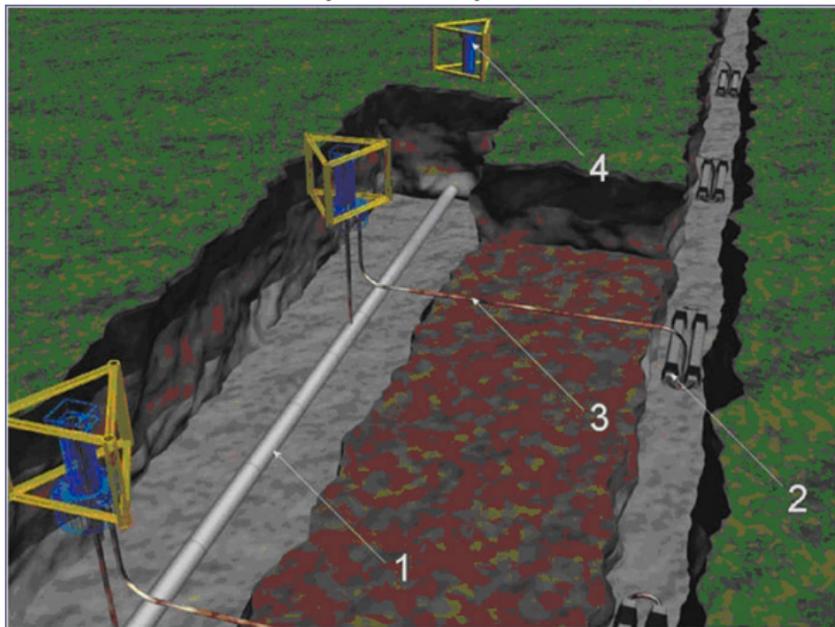


1 – трубопровод, 2 – анодный заземлитель, 3 – соединительный кабель, 4 – контрольно-измерительный пункт, 5 – станция катодной защиты, 6 – газоотводная трубка, 7 – глинистый раствор

L^AT_EX

Схема протекторной защиты

Фото-схема протекторной защиты



1 – трубопровод, 2 – протектор, 3 – соединительный кабель, 4 –
контрольно-измерительный пункт

Изменения в коррозионной среде

- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Изменения в коррозионной среде

- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Изменения в коррозионной среде

- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Изменения в коррозионной среде

- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Изменения в коррозионной среде

- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Изменения в коррозионной среде

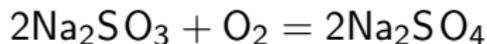
- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Изменения в коррозионной среде

- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Изменения в коррозионной среде

- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)



- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Изменения в коррозионной среде

- Изменение свойств достигается 2 путями
 - удаление агрессивных компонентов
 - введение веществ, тормозящих коррозию
- Первый путь используют для защиты от коррозии теплового оборудования
- Способы удаления растворенного кислорода из воды
 - нагревание
 - продувка инертным газом (N_2)
 - химическая обработка (железные опилки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за pH важен для процессов с водородной деполяризацией ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)

Ингибиторы коррозии

- **Ингибитор** – вещество, способное уменьшить скорость определенной реакции
- Ингибиторы эффективны для замкнутых систем (системы обогрева и охлаждения)
- По механизму ингибиторы делятся на **анодные**, **катодные**, смешанные
- По сфере влияния: в кислой, щелочной и нейтральной среде
- Защитные слои, создаваемые ингибиторами коррозии, всегда тоньше наносимых покрытий

Ингибиторы коррозии

- **Ингибитор** – вещество, способное уменьшить скорость определенной реакции
- Ингибиторы эффективны для замкнутых систем (системы обогрева и охлаждения)
- По механизму ингибиторы делятся на **анодные**, **катодные**, смешанные
- По сфере влияния: в кислой, щелочной и нейтральной среде
- Защитные слои, создаваемые ингибиторами коррозии, всегда тоньше наносимых покрытий

Ингибиторы коррозии

- **Ингибитор** – вещество, способное уменьшить скорость определенной реакции
- Ингибиторы эффективны для замкнутых систем (системы обогрева и охлаждения)
- По механизму ингибиторы делятся на **анодные**, **катодные**, смешанные
- По сфере влияния: в кислой, щелочной и нейтральной среде
- Защитные слои, создаваемые ингибиторами коррозии, всегда тоньше наносимых покрытий

Ингибиторы коррозии

- **Ингибитор** – вещество, способное уменьшить скорость определенной реакции
- Ингибиторы эффективны для замкнутых систем (системы обогрева и охлаждения)
- По механизму ингибиторы делятся на **анодные**, **катодные**, смешанные
- По сфере влияния: в кислой, щелочной и нейтральной среде
- Защитные слои, создаваемые ингибиторами коррозии, всегда тоньше наносимых покрытий

Ингибиторы коррозии

- **Ингибитор** – вещество, способное уменьшить скорость определенной реакции
- Ингибиторы эффективны для замкнутых систем (системы обогрева и охлаждения)
- По механизму ингибиторы делятся на **анодные**, **катодные**, смешанные
- По сфере влияния: в кислой, щелочной и нейтральной среде
- Защитные слои, создаваемые ингибиторами коррозии, всегда тоньше наносимых покрытий

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - безопасные ингибиторы (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - опасные ингибиторы (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - безопасные ингибиторы (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - опасные ингибиторы (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - безопасные ингибиторы (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - опасные ингибиторы (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - **безопасные ингибиторы** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - **опасные ингибиторы** (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - **безопасные ингибиторы** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - **опасные ингибиторы** (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - **безопасные ингибиторы** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - **опасные ингибиторы** (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - **безопасные ингибиторы** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - **опасные ингибиторы** (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - **безопасные ингибиторы** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - **опасные ингибиторы** (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - **безопасные ингибиторы** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - **опасные ингибиторы** (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Анодные ингибиторы

- Анодные ингибиторы уменьшают площадь анода, но не меняют механизм коррозии:
 - пассиваторы наращивают оксидную пленку
 - пленкообразующие ингибиторы образуют фазовые или адсорбционные пленки
- К пассиваторам относятся:
 - **безопасные ингибиторы** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), действуют только на аноде
 - **опасные ингибиторы** (H_2O_2) могут быть более эффективными, но ускоряют катодный процесс
- Пленкообразующие ингибиторы:
 - фосфаты и полифосфаты
 - NaOH и Na_2CO_3
 - органические ПАВ

Катодные ингибиторы

- Катодные ингибиторы:

- модифицируют механизм коррозии



- уменьшают площадь катода ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)

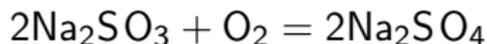


- органические ингибиторы адсорбируются на катоде и уменьшают его площадь

Катодные ингибиторы

- Катодные ингибиторы:

- модифицируют механизм коррозии



- уменьшают площадь катода ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)

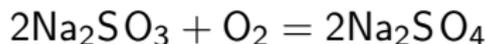


- органические ингибиторы адсорбируются на катоде и уменьшают его площадь

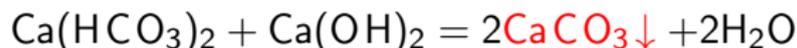
Катодные ингибиторы

- Катодные ингибиторы:

- модифицируют механизм коррозии



- уменьшают площадь катода ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)

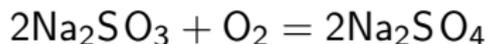


- органические ингибиторы адсорбируются на катоде и уменьшают его площадь

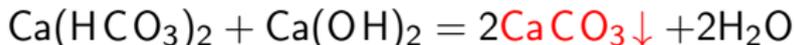
Катодные ингибиторы

- Катодные ингибиторы:

- модифицируют механизм коррозии



- уменьшают площадь катода ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)



- органические ингибиторы адсорбируются на катоде и уменьшают его площадь