

**МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ
НЕОДНОРОДНОСТЬ, МИКРО И МАКРО
КОРРОЗИЯ
ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ ПРИЧИНЫ ЭЛЕМЕНТОВ.**

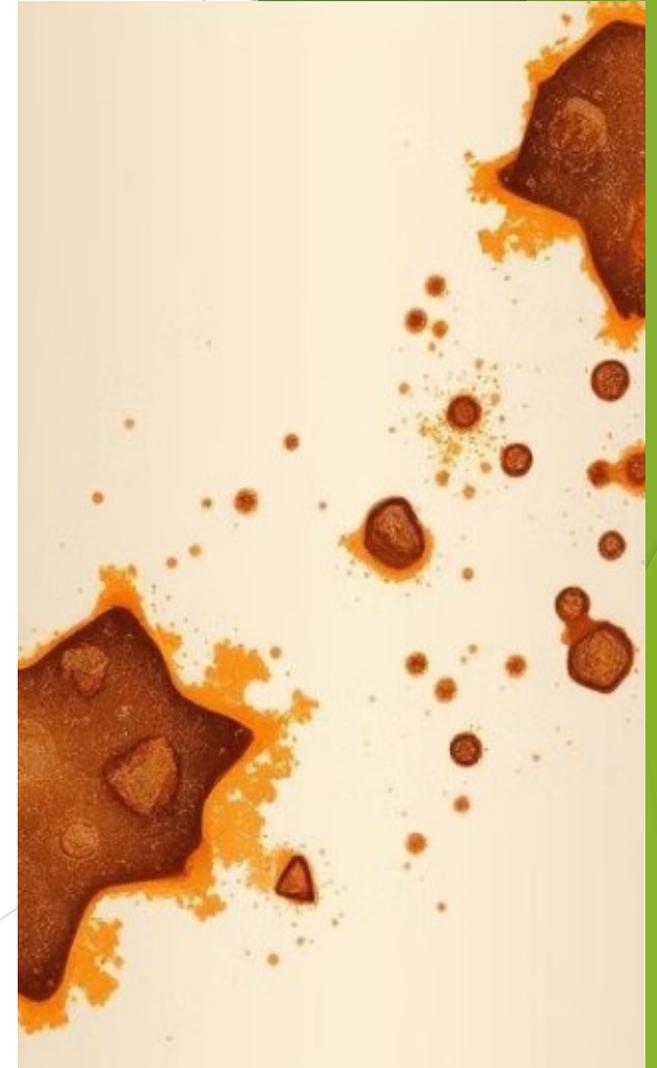
Лекция 5



Металлические поверхности часто подвержены разным видам коррозии, которая может возникать как на микроскопическом, так и на макроскопическом уровне. Это связано с электрохимической неоднородностью материала, вызванной различиями в составе, структуре и условиях эксплуатации. Понимание причин и механизмов микро- и макрокоррозии имеет решающее значение для разработки эффективных методов защиты металлических изделий.

Микро- и макрокоррозия: определение понятий

- ▶ **Микрокоррозия**
- ▶ Микрокоррозия - это процесс образования мелких повреждений на поверхности материала, часто металла, в результате коррозионных воздействий. Эти повреждения могут быть настолько малы, что их трудно обнаружить без увеличительных приборов. Микрокоррозия обычно возникает из-за воздействия агрессивной среды (например, влаги, солей, кислот) и может со временем приводить к ухудшению механических свойств материала и его структурной целостности.
- ▶ Наиболее подвержены микрокоррозии тонкие металлы, сплавы и покрытые лаком или краской поверхности. Для предотвращения микрокоррозии используются различные методы, включая антикоррозионные покрытия, ингибиторы коррозии, а также контроль над уровнем влажности и загрязненности в среде, где находится материал.



▶ **Макрокоррозия**

▶ Макрокоррозия - это вид коррозии, при котором повреждения на поверхности металлов или других материалов видны невооружённым глазом. В отличие от микрокоррозии, макрокоррозия характеризуется крупными разрушениями поверхности, такими как растрескивание, шелушение, образование ржавчины и других видимых повреждений. Макрокоррозия часто проявляется на конструкциях, которые находятся под воздействием агрессивных условий, например, под открытым небом, в морской воде, в промышленной атмосфере.

▶ Этот тип коррозии может быстро ухудшить механические свойства материалов, а также нарушить их структуру, что может привести к потере прочности, деформации или даже разрушению конструкции. Для предотвращения макрокоррозии используют покрытия (например, антикоррозионные краски), катодную защиту, легирование металлов, применение антикоррозионных сплавов и регулярное техническое обслуживание.



Факторы, влияющие на микро- и макрокоррозию

1. Химические факторы

Состав среды: Наличие в окружающей среде агрессивных веществ, таких как кислоты, соли, щелочи и газы (например, кислород, диоксид серы), ускоряет коррозию.

pH среды: Чем ниже или выше pH, тем агрессивнее среда, что способствует активному протеканию коррозионных процессов.

Влажность: Высокая влажность в сочетании с доступом кислорода ускоряет коррозию, особенно для макрокоррозии.

2. Физические факторы

Температура: Повышенная температура ускоряет химические реакции и, следовательно, процессы коррозии.

Скорость потока среды: Поток воды или воздуха с растворёнными веществами может смывать защитные плёнки с поверхности металла, что ускоряет коррозию.

Механическое напряжение: Наличие напряжений в металле (например, в результате сварки или деформации) может способствовать коррозии, особенно если они создают микротрещины.

3. Микробиологические факторы

Наличие микроорганизмов: Некоторые бактерии (например, сульфатовосстанавливающие) выделяют продукты жизнедеятельности, способствующие коррозии, особенно в местах контакта с водой и почвой.

4. Структурные факторы материала

Состав и структура материала: Чистота, однородность и микроструктура сплава сильно влияют на его устойчивость к коррозии. Однородные материалы без микротрещин менее подвержены микрокоррозии.

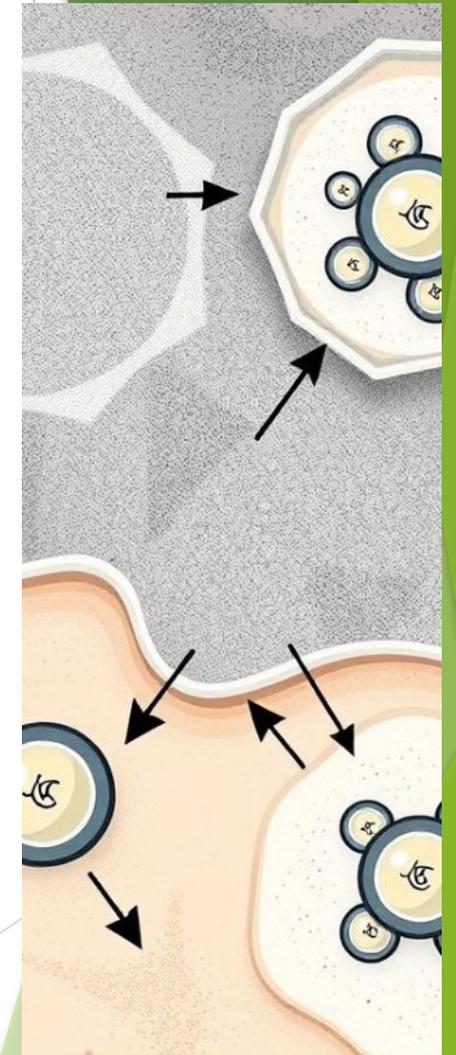
Защитные покрытия: Присутствие антикоррозионных покрытий (краска, лаки, пассивные плёнки) может существенно замедлить коррозию.

Электрохимические свойства: Материалы с разным электрохимическим потенциалом могут подвергаться гальванической коррозии при контакте.

5. Эксплуатационные условия

Тип среды: Морская, промышленная и даже атмосферная среды имеют разные уровни агрессивности.

Время воздействия: Чем дольше материал находится под воздействием агрессивных факторов, тем сильнее может быть коррозионное разрушение. Эти факторы могут действовать одновременно, усиливая или ослабляя воздействие друг друга, и в результате определяют скорость и степень коррозионного разрушения материала.



Микрогальванические пары и их влияние

Микрогальванические пары – это микроскопические участки на поверхности металла, где два или более различных по электрохимическим свойствам материала или участка материала соприкасаются и образуют локальные гальванические пары. Такие пары могут возникать, например, из-за неоднородности структуры сплава или наличия мелких включений других элементов.

Влияние микрогальванических пар на коррозию

При воздействии влаги или других электролитов, микрогальванические пары могут вызвать коррозию. Процесс протекает следующим образом:

Анодный и катодный участки: В гальванической паре один участок становится анодом, а другой катодом. Анодный участок начинает корродировать быстрее, так как именно на нём происходит окисление.

Ускорение коррозии: За счёт микрогальванической активности коррозия на анодных участках протекает быстрее, чем на равномерной поверхности.

Локализация разрушений: Микрогальванические пары способствуют локализации коррозии, создавая микроскопические очаги, что может привести к углублению и расширению дефектов, ухудшая долговечность материала.

Исследование микро- и макрокоррозии

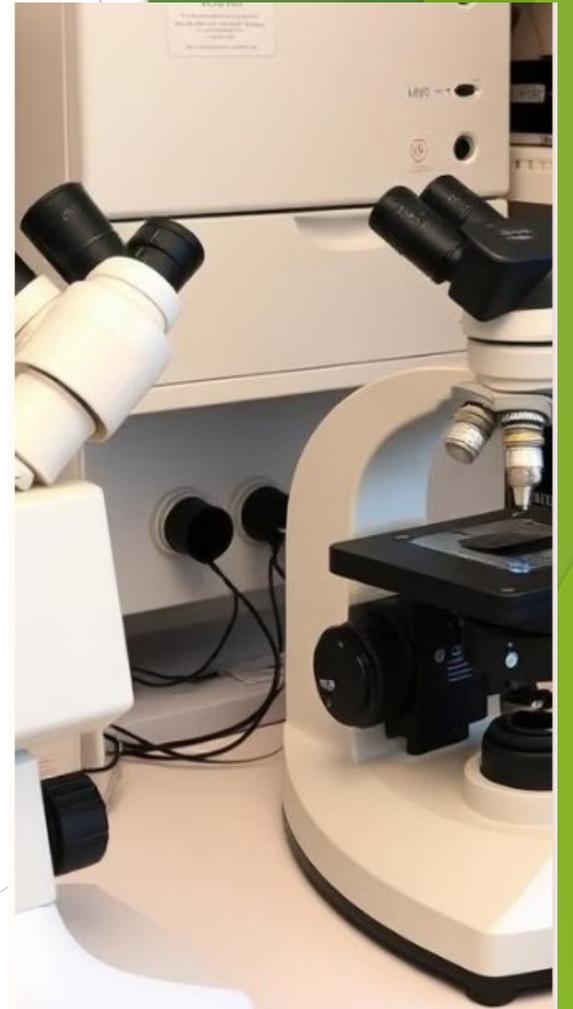
Исследования микро- и макрокоррозии включают в себя:

1. Методы наблюдения: Использование микроскопов, например, сканирующих электронных микроскопов (СЭМ), для исследования коррозионных образований на микроуровне. Для макрокоррозии могут применяться методы визуального осмотра или ультразвуковой диагностики.

2. Электрохимические методы: Для исследования процессов коррозии используют потенциометрические, амперометрические, и поляризационные методы. Это позволяет изучать скорость коррозии, её интенсивность и механизмы.

3. Механические испытания: Изучение изменения прочности и пластичности материала под воздействием коррозионных процессов.

4. Материаловедческие исследования: Изучение состава материала и его структуры до и после коррозионных процессов для выявления изменений, происходящих на макро- и микроуровне.



Методы защиты от микро- и макрокоррозии



Защитные покрытия

Нанесение органических, металлических или керамических покрытий, создающих барьер между металлом и агрессивной средой.



Катодная защита

Подключение металла к более активному протектору, который становится анодом, защищая основной металл от коррозии.



Ингибиторы коррозии

Добавление в среду химических веществ, избирательно адсорбирующихся на поверхности металла и замедляющих коррозионные процессы.



Легирование и модификация сплавов

Изменение химического состава и структуры металлов для повышения их коррозионной стойкости.

Влияние состава поверхности на коррозию

1. Химический состав материала

- **Присутствие легирующих элементов:** Легирующие элементы (например, хром, никель, молибден, ванадий) могут существенно повысить устойчивость материала к коррозии. Например, хром в стали образует на поверхности защитную пассивирующую пленку (оксид хрома), которая предотвращает дальнейшую коррозию.

- **Наличие примесей:** Примеси, такие как сера, фосфор или углерод, могут ослабить коррозионную стойкость материала. Эти примеси могут создавать слабые участки на поверхности, где легко начинается коррозионный процесс. Например, сера может приводить к образованию сернистых соединений, которые ускоряют коррозию.

- **Цветные металлы:** Например, алюминий и медь обладают высокой устойчивостью к коррозии благодаря образованию на поверхности тонкой защитной оксидной пленки. В то время как чистое железо или углеродистая сталь менее устойчивы к агрессивным средам.

2. Микроструктура материала

- **Фазовый состав:** Разные фазы в металле могут по-разному реагировать на коррозию. Например, если в сплаве есть ферритные или перлитные структуры, они могут быть менее устойчивыми к коррозии, чем аустенит. Это может привести к неоднородности коррозионного повреждения.

- **Граница зерна:** Границы зерен часто являются более уязвимыми зонами для коррозии, так как здесь могут накапливаться дефекты или остаточные напряжения. Это особенно важно для материалов с крупнозернистой структурой, где коррозия может начать развиваться именно в этих областях.

3. Топография поверхности

- **Шероховатость поверхности:** Поверхности с высокой шероховатостью часто подвержены более интенсивной коррозии, так как микроцарапины и углубления могут накапливать влагу и агрессивные химические вещества. Эти зоны могут быть очагами локализованной коррозии, таких как питы.

- **Пассивные и активные участки:** Если на поверхности материала есть участки с различной химической или структурной природой (например, в результате сварки или механической обработки), это может привести к различной коррозионной активности этих участков, что приведёт к образованию микрогальванических элементов, ускоряя коррозию в одних областях при замедлении в других.

4. Образование защитных пленок

Пассивирующие пленки: На поверхности некоторых материалов могут образовываться защитные оксидные или другие химические пленки, которые значительно снижают коррозионную активность. Например, на алюминии или нержавеющей стали такие пленки предотвращают дальнейшее окисление.

Очистка поверхности: На поверхности металлов часто образуются загрязнения, такие как масла, оксиды или солевые отложения, которые могут изменять коррозионные свойства материала. Эти загрязнения могут либо ускорить, либо замедлить коррозию в зависимости от их состава и взаимодействия с окружающей средой.

5. Влияние загрязнителей и агрессивных веществ

Кислоты, соли, кислород: Химические вещества, такие как кислоты (например, серная, соляная или азотная), соли (хлориды, сульфаты) или кислород, могут ускорять коррозию материала, особенно если на поверхности образуются кислородные или солевые пленки. Например, хлориды могут разрушать защитную пленку на нержавеющей стали, что способствует коррозии.

Температурные и влажностные условия: Влажность и температура влияют на скорость химических реакций. При высокой влажности и температуре коррозионные процессы, как правило, идут быстрее, особенно в присутствии агрессивных химических веществ.

Современные технологии защиты от коррозии

Интеллектуальные покрытия

- ▶ Самозалечивающиеся и адаптивные покрытия, способные реагировать на изменение условий и предотвращать развитие коррозии.

Электрохимические датчики

- ▶ Встроенные в конструкцию диагностические сенсоры, позволяющие отслеживать коррозионные процессы и прогнозировать остаточный ресурс.

Нанотехнологии

- ▶ Использование наночастиц и нанопокровий для улучшения коррозионной стойкости и самозащиты металлических поверхностей.

Ключевые выводы и рекомендации

- ▶ Понимание природы и механизмов микро- и макрокоррозии критически важно для разработки эффективных методов защиты металлических изделий. Ключевыми рекомендациями являются: - Тщательный контроль состава и структуры металлических поверхностей - Применение современных защитных покрытий и технологий - Использование комплексного подхода, сочетающего различные методы предотвращения коррозии - Регулярный мониторинг состояния металлических конструкций и своевременное проведение профилактических мероприятий



Спасибо за внимание!