

Локальная коррозия металлов

Локальная коррозия - это вид коррозионного разрушения металла, который характеризуется избирательным разрушением металла в определенных местах, в отличие от равномерной коррозии, которая затрагивает всю поверхность металла.

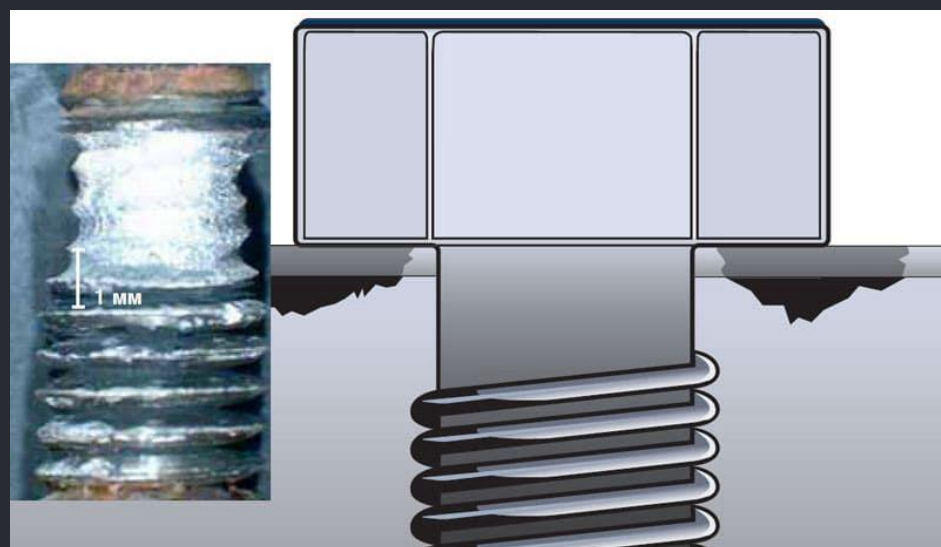
○ Лекция 8



Основные виды локальной коррозии металлов

1 Щелевая коррозия

Происходит в узких щелях, где затруднен доступ кислорода и накапливаются агрессивные ионы.



2 Язвенная коррозия

Образуется на поверхности металла в виде язв, которые могут быть различной формы и размеров.



3 Точечная коррозия

Происходит в виде небольших точек, которые могут быть очень глубокими и привести к пробоинам в металле.



Щелевая коррозия

Питтинговая коррозия

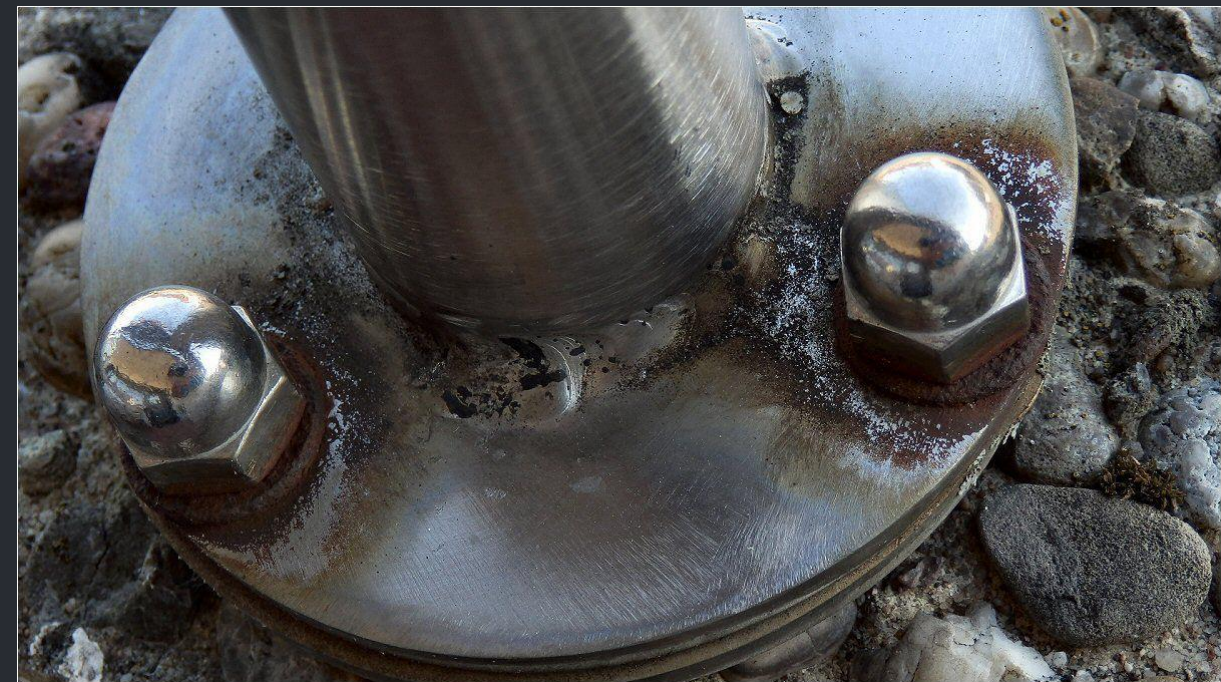
4 Воронкообразная коррозия

Характеризуется образованием воронкообразных углублений на поверхности металла, которые могут быть достаточно глубокими.



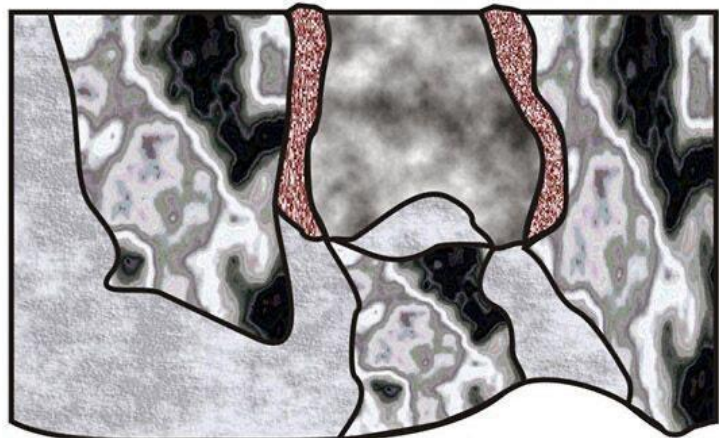
5 Контактная коррозия

Происходит при контакте двух разнородных металлов в присутствии электролита.



6 Межкристаллическая коррозия

Разрушение металла происходит по границам зерен, что приводит к снижению прочности материала.

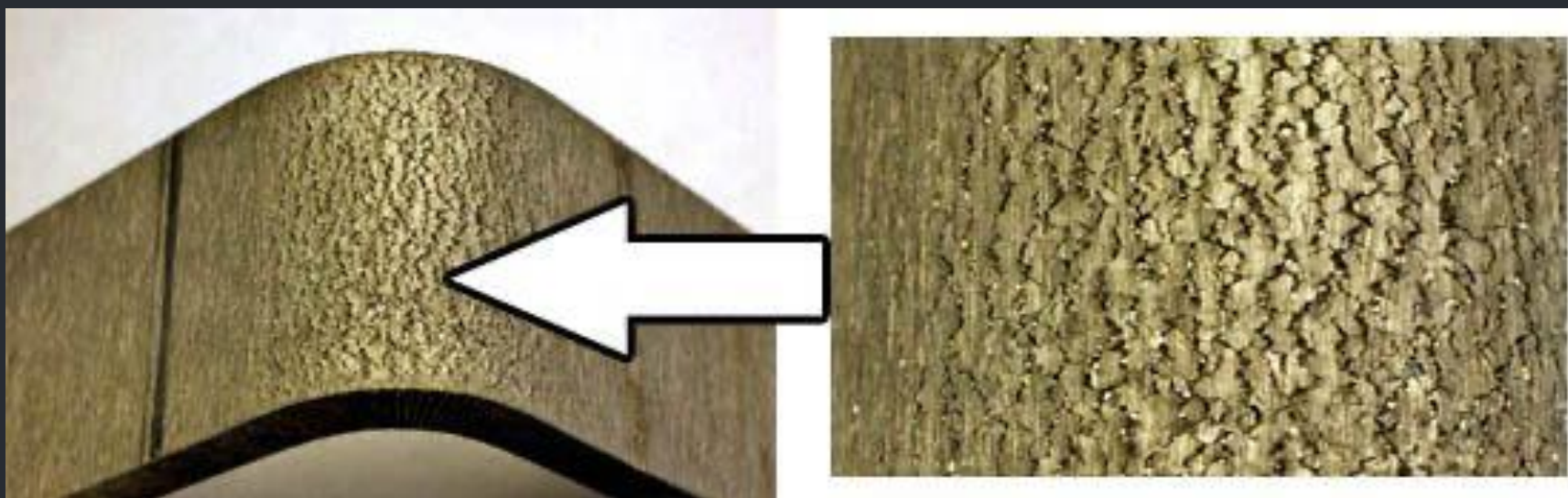
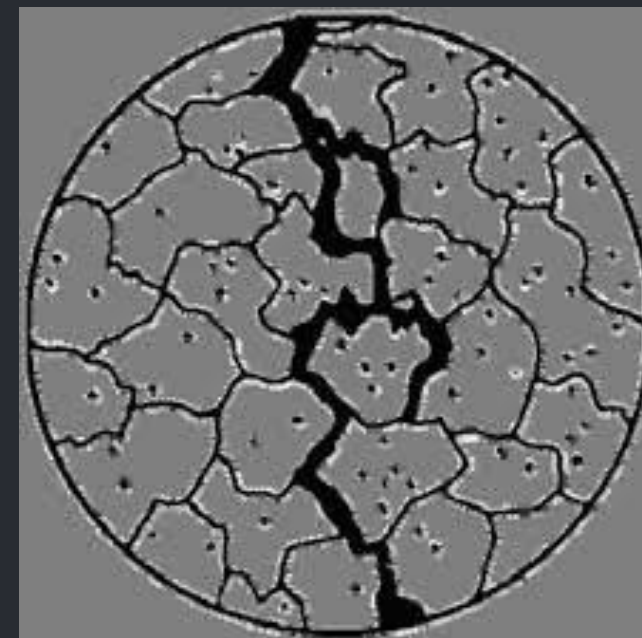


Межкристаллитная коррозия



7 Ножевидная коррозия

Характеризуется образованием трещин, которые распространяются вдоль определенных направлений в материале.



Щелевая коррозия

Причины

Наличие узких щелей между поверхностями, ограниченный доступ кислорода, накопление агрессивных ионов и солей, образование концентрационных элементов.

Механизм

В щели происходит электрохимический процесс, при котором анодное растворение металла происходит в зоне, где доступ кислорода ограничен. Катодное восстановление происходит на поверхности, где кислород

Факторы

Размер и форма щели, состав электролита, температура, скорость потока, наличие механических напряжений, материал металла.



Язвенная коррозия

Причины

Наличие на поверхности металла неоднородностей, таких как царапины, включения, поры и т.д. Неравномерное распределение кислорода на поверхности, наличие агрессивных ионов.

Механизм

В местах с наибольшей концентрацией агрессивных ионов происходит анодное растворение металла, а катодный процесс протекает на соседних участках, где кислород доступен.

Факторы

Химический состав металла, структура поверхности, температура, состав электролита, наличие напряжений, скорость потока.



Точечная коррозия

Причины

- 1 Неравномерное распределение кислорода на поверхности, наличие агрессивных ионов, образование концентрационных элементов.

Механизм

- 2 В местах с наибольшей концентрацией агрессивных ионов происходит анодное растворение металла, а катодный процесс протекает на соседних участках, где кислород доступен.

Факторы

- 3 Состав электролита, температура, скорость потока, материал металла, наличие механических напряжений.

Воронкообразная коррозия



Причина

Неравномерное распределение кислорода на поверхности, наличие агрессивных ионов, образование концентрационных элементов.

Механизм

Анодное растворение металла происходит в местах с наибольшей концентрацией агрессивных ионов, а катодный процесс протекает на соседних участках, где кислород доступен. В результате образуются воронкообразные углубления.

Факторы

Состав электролита, температура, скорость потока, материал металла, наличие механических напряжений.



Контактная коррозия

Причины

Контакт двух разнородных металлов в присутствии электролита.

1

Факторы

Состав электролита, температура, скорость потока, материал металла, наличие механических напряжений.

3

Механизм

Между металлами возникает гальваническая пара, при которой более электроотрицательный металл растворяется, а более электроположительный металл служит катодом.

2

Межкристаллическая коррозия



Причины

Образование в металле химических соединений, которые менее устойчивы к коррозии, чем основной металл, например, карбиды.



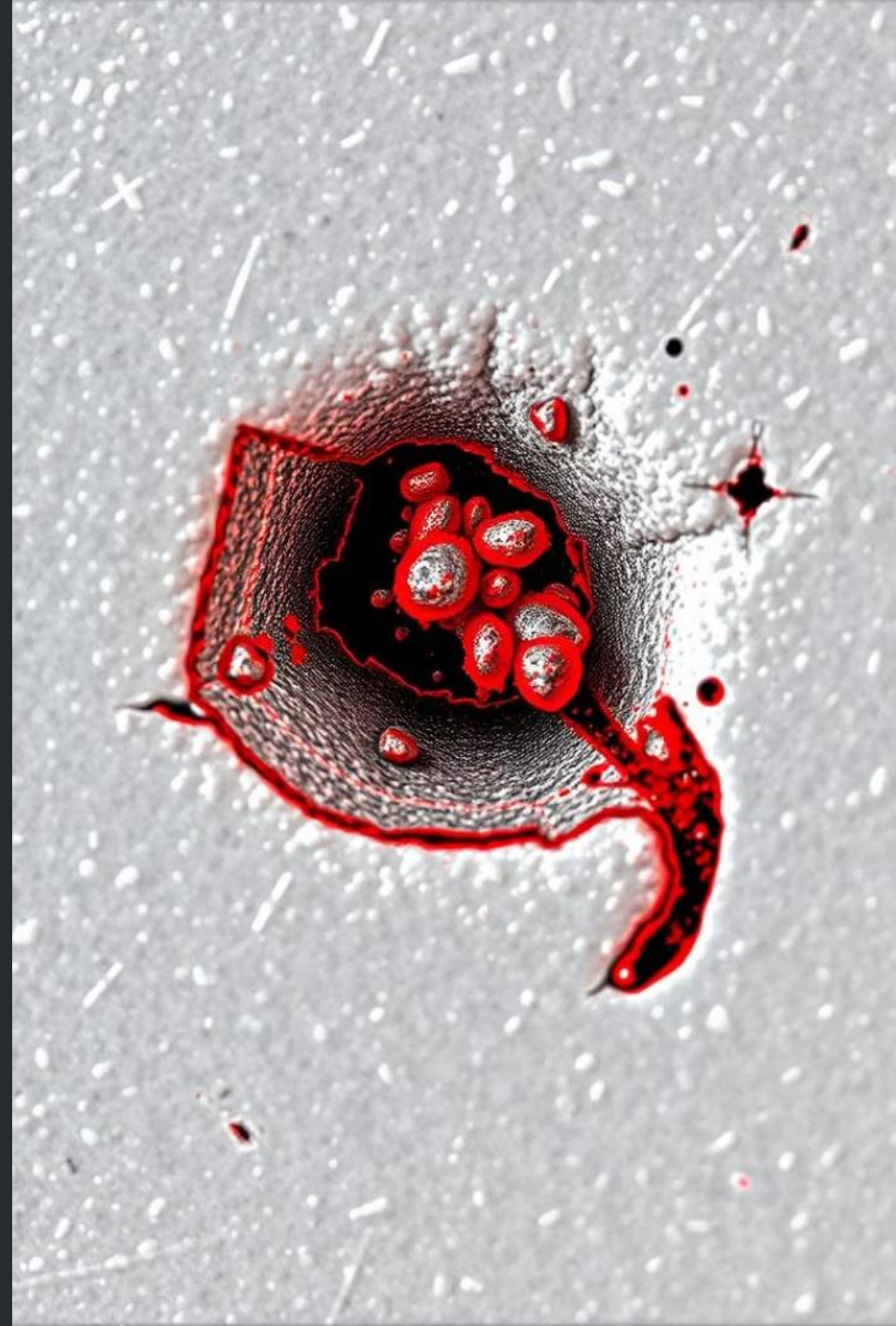
Механизм

Разрушение металла происходит по границам зерен, что приводит к снижению прочности материала.



Факторы

Химический состав металла, температура, наличие механических напряжений, структура поверхности.



Ножевидная коррозия



Причины

Наличие в металле неоднородностей, таких как царапины, трещины, поры и т.д., образование концентрационных элементов.



Механизм

Анодное растворение металла происходит вдоль определенных направлений в материале, что приводит к образованию трещин, распространяющихся по поверхности металла.

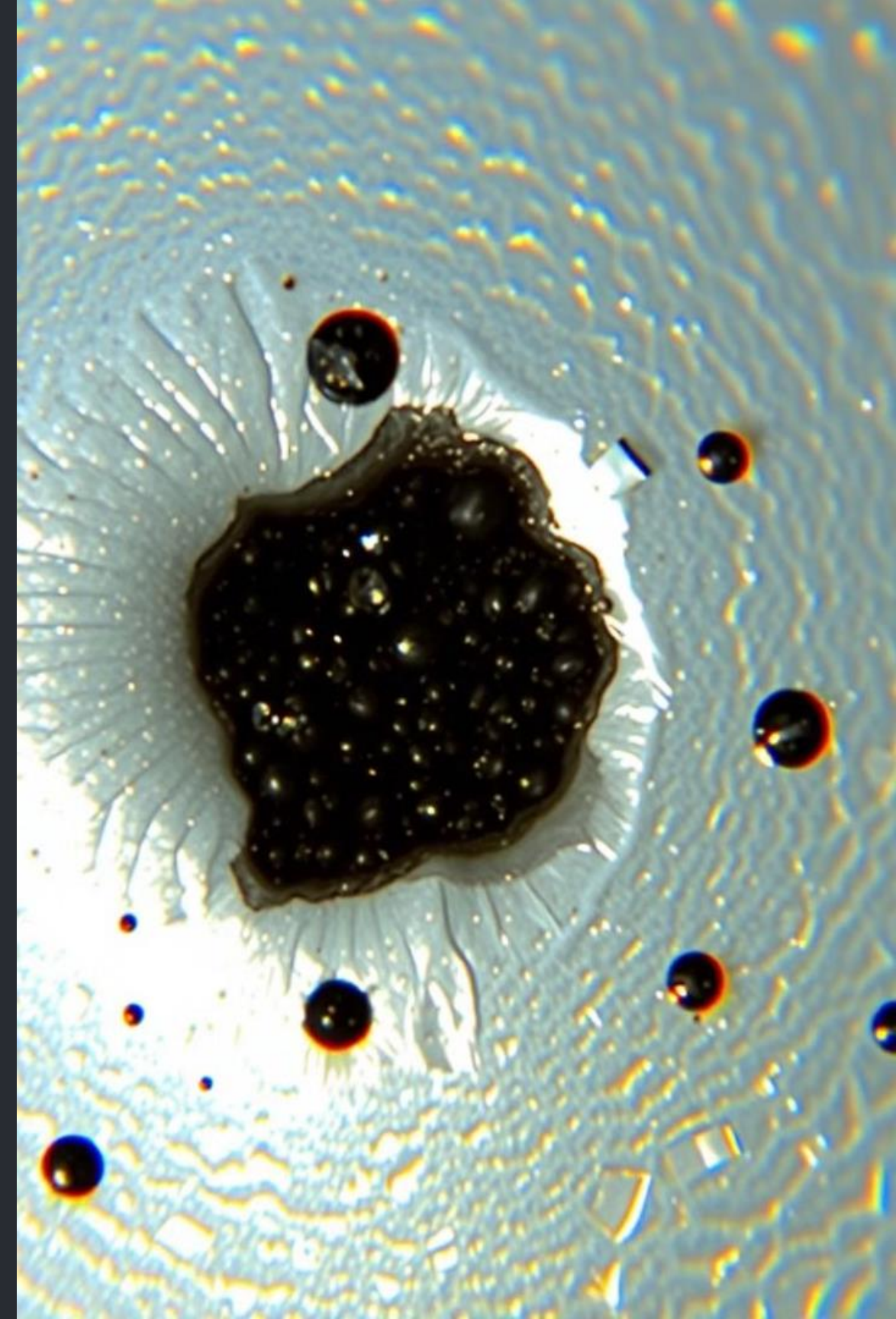


Факторы

Состав электролита, температура, скорость потока, материал металла, наличие механических напряжений.

Влияние неметаллических включений на локальную коррозию

Неметаллические включения (НМИ) в углеродистых низколегированных сталях являются микроскопическими посторонними фазами, которые формируются в процессе выплавки стали. Они могут включать в себя такие соединения, как оксиды, сульфиды, фосфиды и нитриды. Влияние этих включений на коррозионную стойкость сталей значительно, особенно в условиях агрессивной среды, что часто встречается в нефтехимической промышленности..



Виды неметаллических включений:

1. Оксиды (в основном оксиды железа, кремния и алюминия):

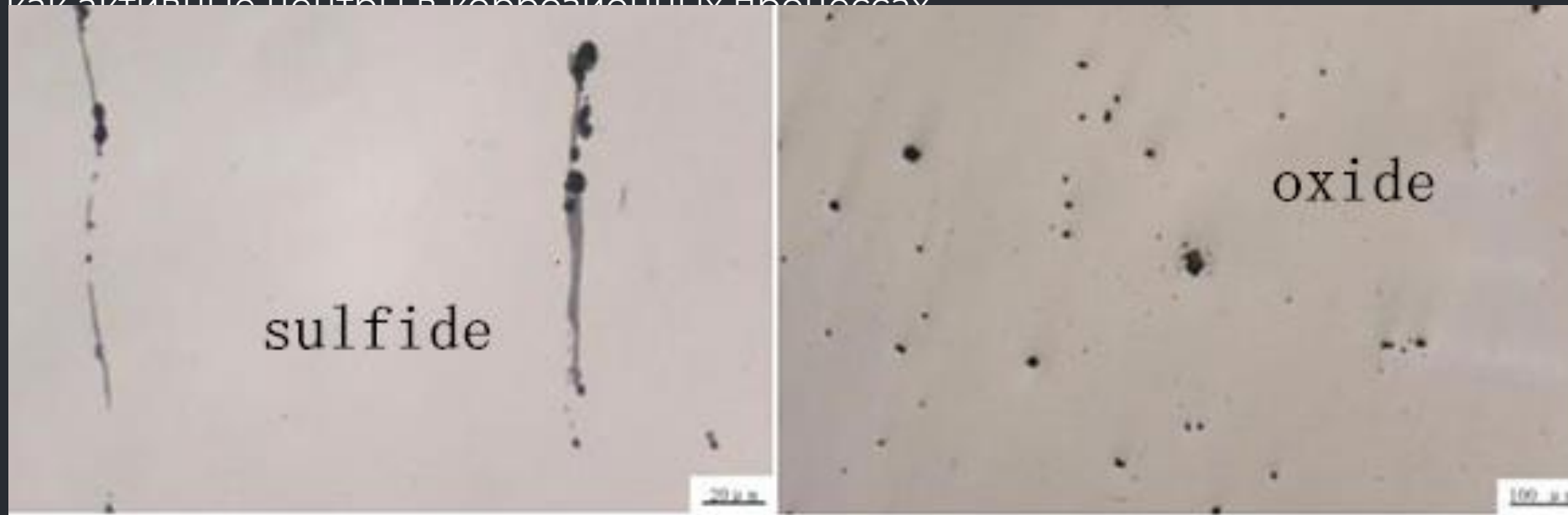
- Оксиды образуются в процессе окисления металла на стадии плавки или при воздействии кислородосодержащей среды.
- Они являются электрохимически активными центрами, способными инициировать локальные коррозионные процессы.

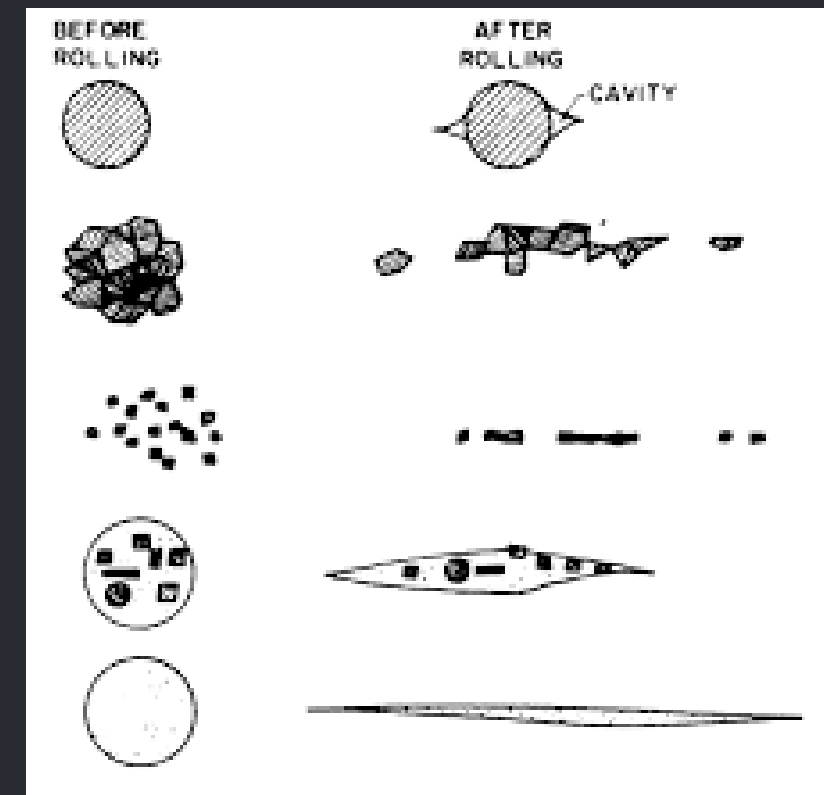
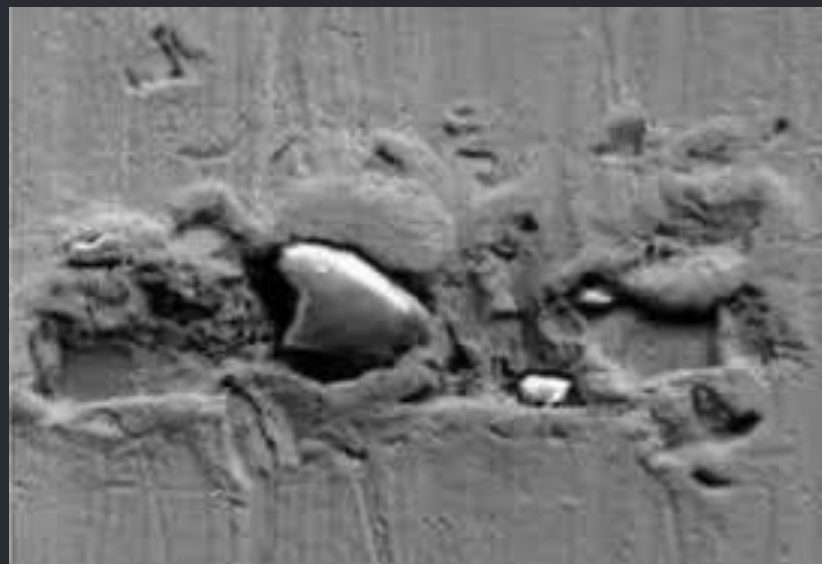
2. Сульфиды (например, FeS, MnS):

- Сульфиды формируются из-за содержания серы в исходных материалах. Они часто встречаются в углеродистых и низколегированных сталях.
- Сульфиды обладают низкой электропроводностью и становятся катализаторами электрохимических реакций, приводящих к ускоренной локальной коррозии.

3. Фосфиды и нитриды:

- Эти включения редко встречаются в больших количествах, но они также могут быть точками инициации коррозии, действуя как активные центры в коррозионных процессах.



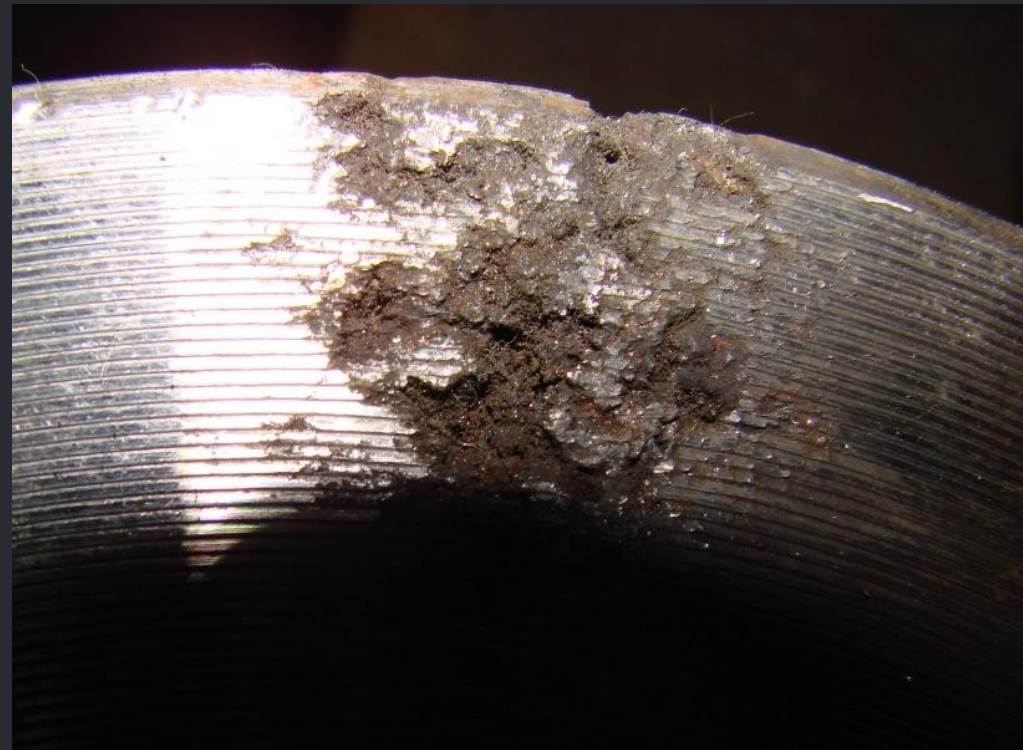


Неметаллические включения обладают другим электрическим потенциалом по сравнению с металлической матрицей стали. Это создает гальваническую пару, где металл вокруг включения действует как анод, подвергаясь ускоренной коррозии, а само включение выступает в роли катода. Такой процесс особенно ярко выражен при наличии сульфидных включений, которые легко вступают в реакцию с агрессивной средой, вызывая точечную или щелевую коррозию.

Кроме того, неметаллические включения могут быть физическими дефектами в структуре стали, создавая микрополости и трещины. Эти дефекты задерживают коррозионные агенты, такие как кислоты, влагу и хлориды, способствуя локальному разрушению материала.

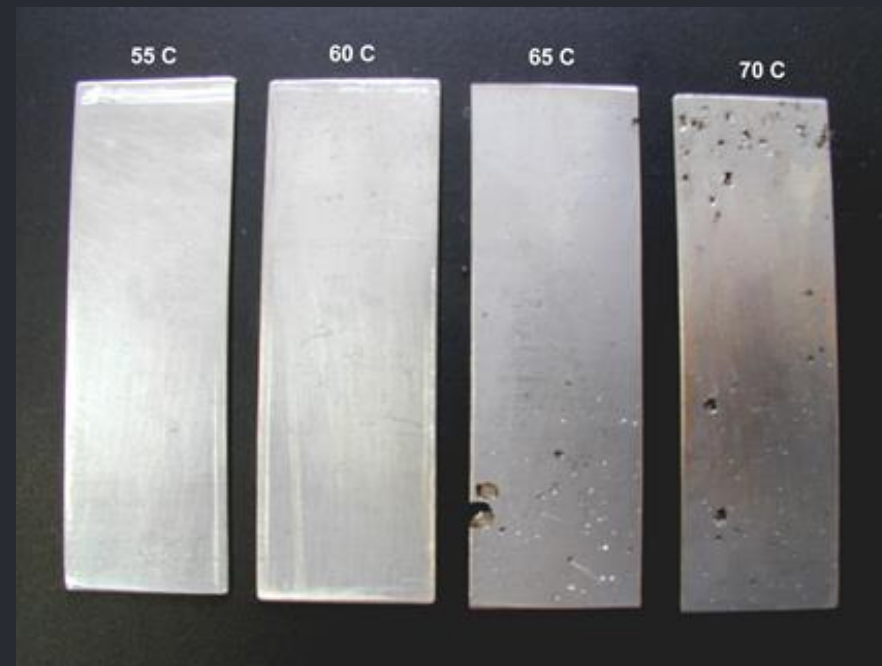
Процесс коррозии вокруг неметаллических включений:

1. Инициирование коррозии: Неметаллические включения нарушают однородность металлической матрицы, что приводит к возникновению локальных участков с различной электрохимической активностью.
2. Образование анодных и катодных участков: В местах концентрации включений металл начинает корродировать быстрее, чем на остальной поверхности, поскольку в этих местах металл становится анодом.
3. Ускорение разрушения: В агрессивных средах (например, содержащих хлориды, кислоты или сероводород) эти процессы ускоряются, вызывая развитие язвенной и точечной коррозии.



Практическое значение:

- В нефтехимической промышленности оборудование из углеродистых сталей эксплуатируется в средах с высоким содержанием сероводорода, хлоридов и других агрессивных веществ, что делает роль НМИ в коррозионных процессах критически важной.
- Понимание влияния неметаллических включений помогает выбирать оптимальные способы обработки сталей и разработки методов защиты, таких как очистка металлов от серы, легирование специальными элементами или использование более устойчивых материалов для конкретных условий эксплуатации.



Stainless Steel's Corrosion Resistance



Методы предотвращения локальной коррозии, вызванной неметаллическими включениями:

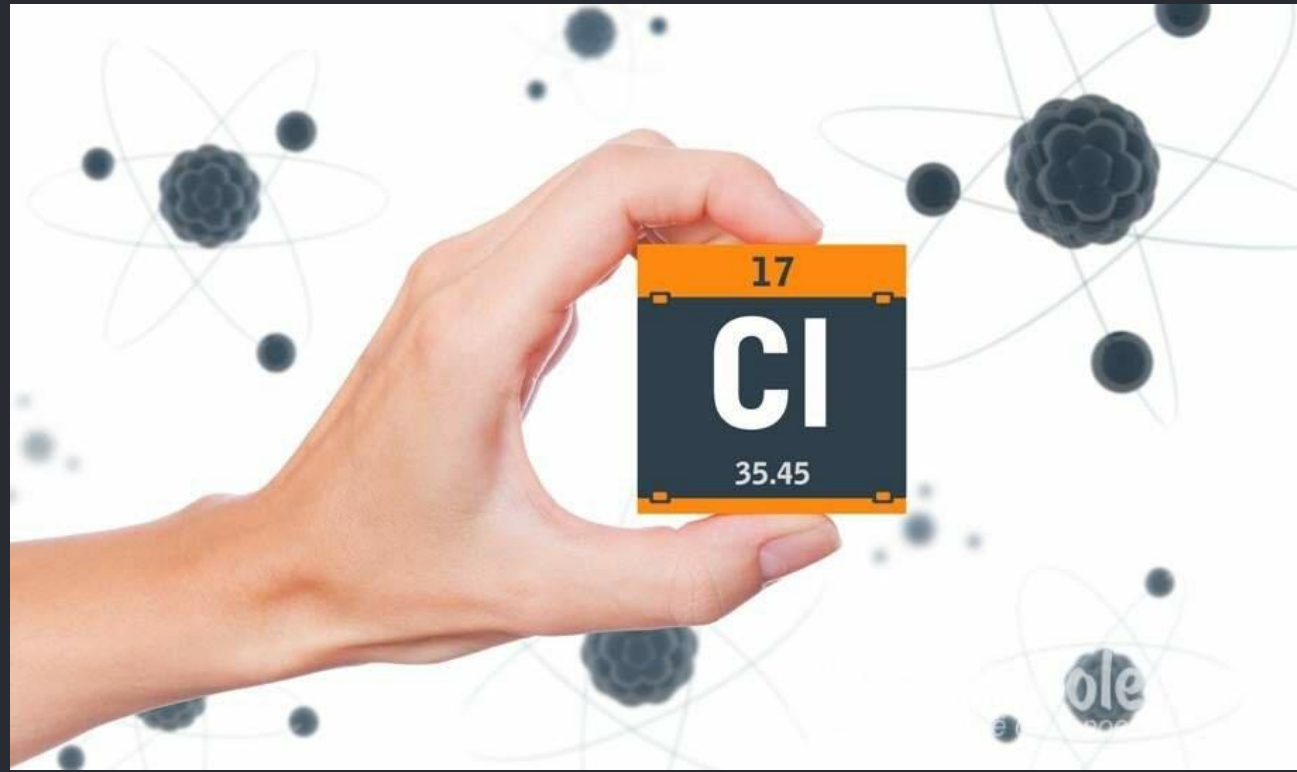
- Использование защитных покрытий (краски, полимеры)



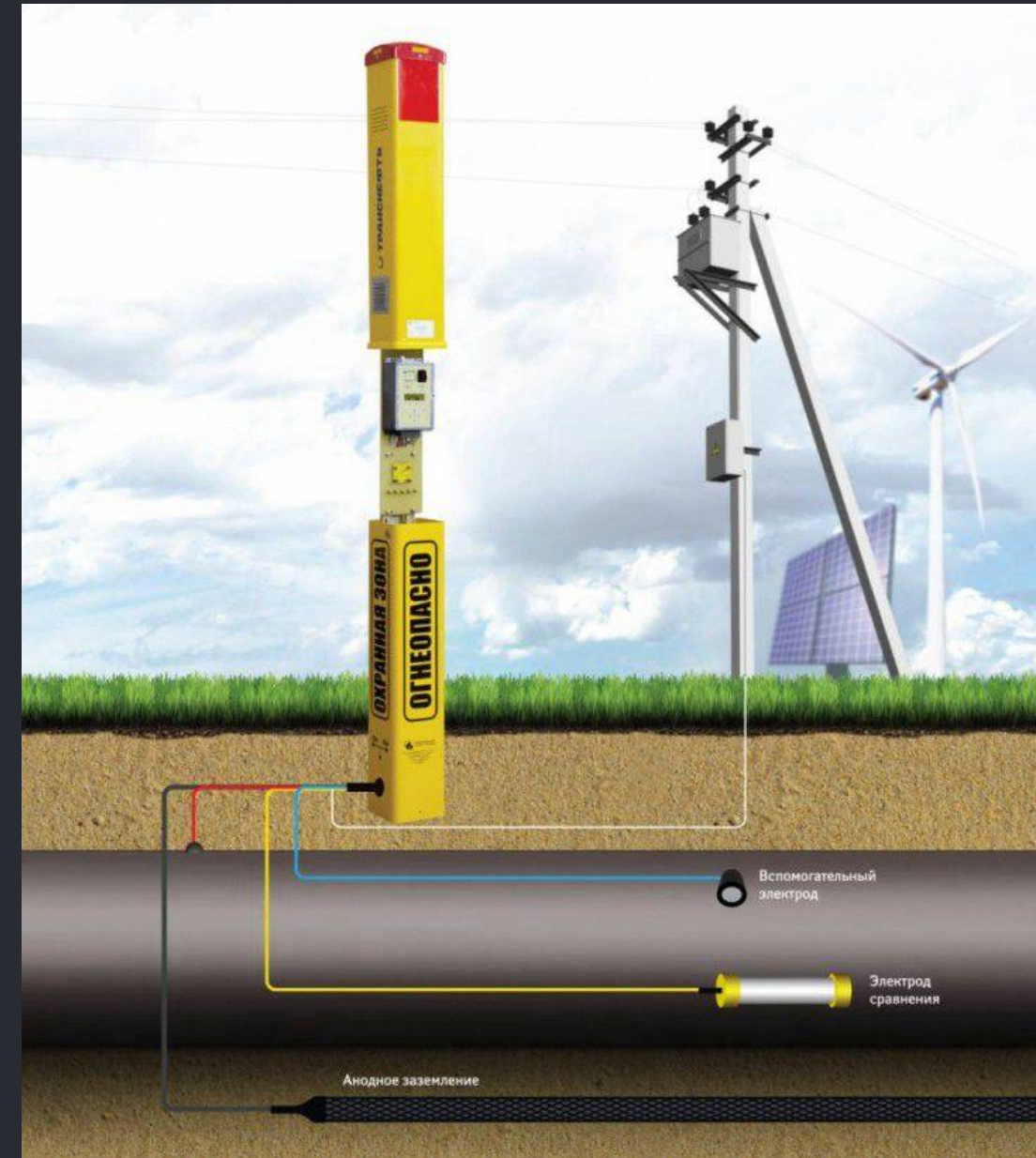
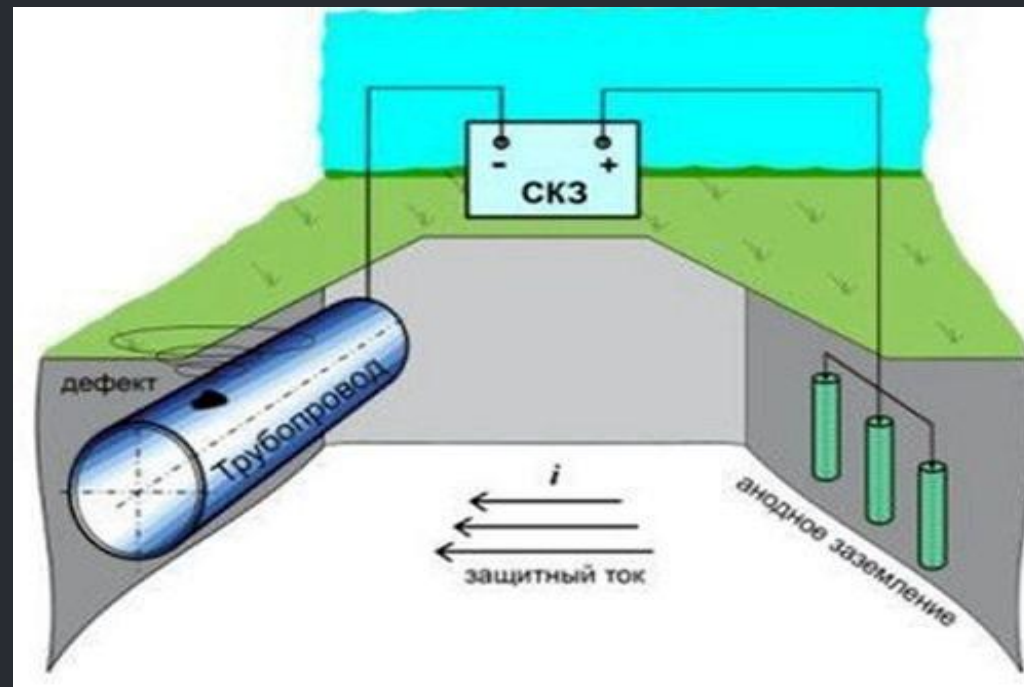
- Применение ингибиторов коррозии.



Контроль за составом среды (уменьшение содержания кислорода, хлоридов).



Катодная защита, которая снижает разницу потенциалов между участками металла.



Использование анодных защитных покрытий.

Анодное покрытие – это покрытие более активным металлом, например, железом - цинком (оцинкованное железо). При нарушении целостности покрытия в образовавшемся ГЭ металл покрытия (цинк) становится анодом и разрушается вместо основного металла (железо).

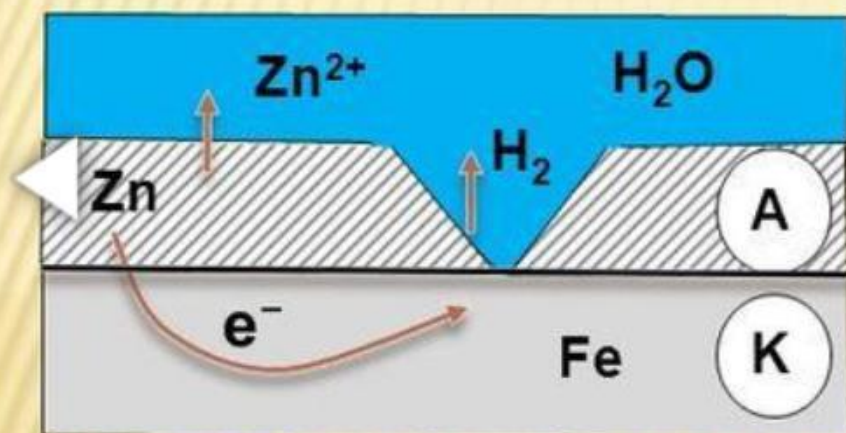
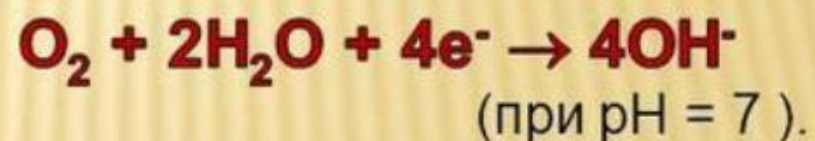
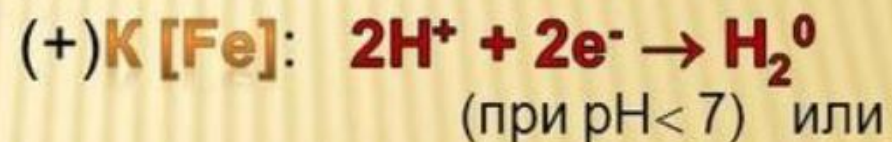
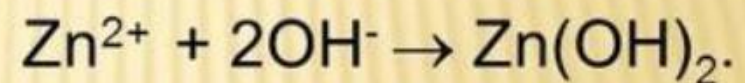
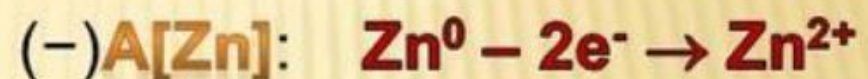
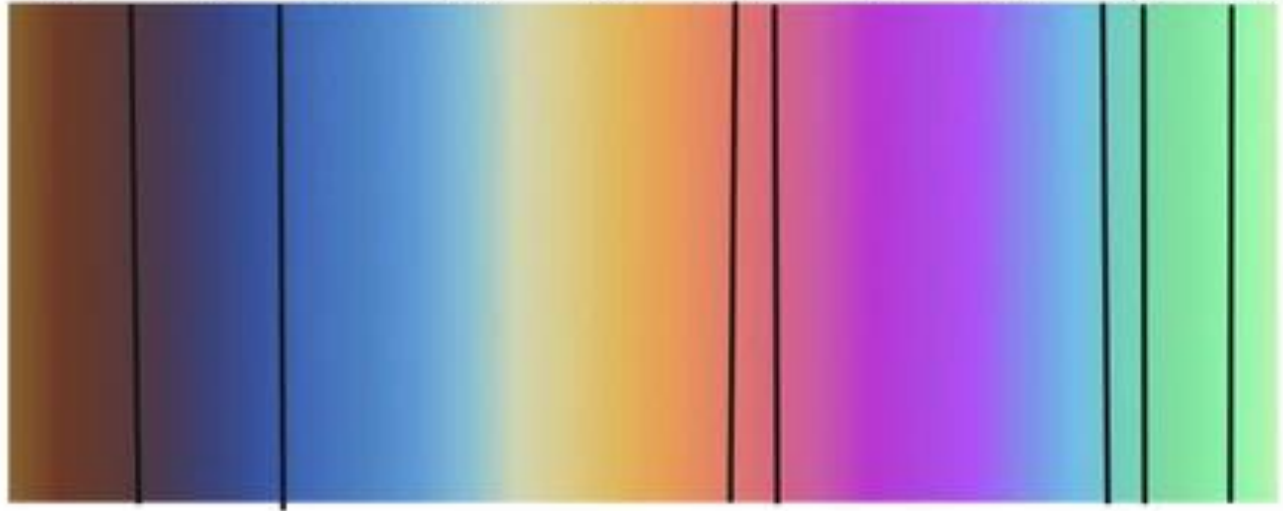
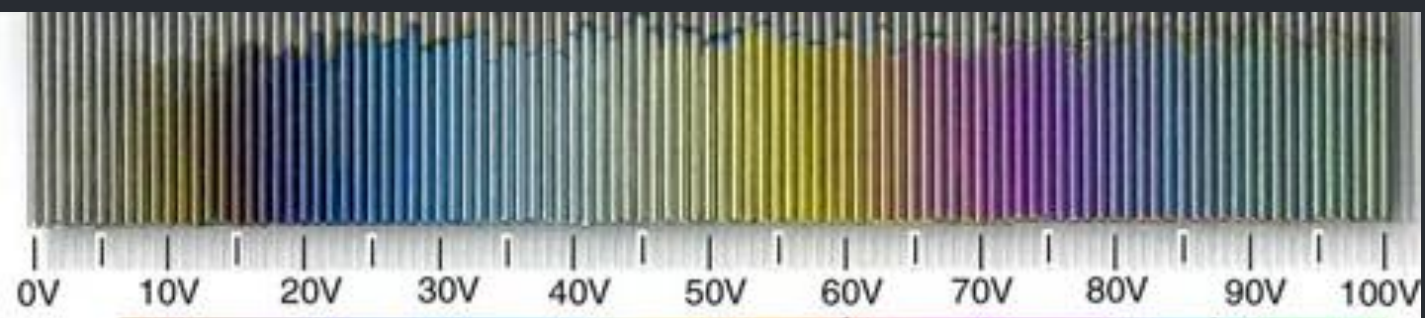


Схема коррозии.



Таким образом, анодное покрытие будет защищать основной металл и при нарушении его целостности.





Titanium Color Chart

1. Brown
2. Dark Blue
3. Ice Blue
4. Yellow
5. Peach
6. Pink
7. Fuchsia
8. Magenta
9. Purple
10. Electric Blue
11. Blue/Green
12. Teal
13. Green
14. Oil Slick
15. High Polish
16. Rainbow (not pictured)

Balls used just to display colors

