

Corrosão × Pintura na Manutenção Industrial

Celso Gnecco
Gerente Treinamento Técnico
Sherwin-Williams do Brasil - Divisão Sumaré

Rev.: 27/01/99

O que é corrosão?

-Segundo o NOVO DICIONÁRIO AURÉLIO da língua portuguesa, o verbete corrosão e algumas de suas locuções tem os seguintes significados:

corrosão. S.f. 1. Ação ou efeito de corroer(-se).

2. Desgaste, ou modificação química ou estrutural de um material, provocados pela ação química ou eletroquímica espontânea de agentes do meio ambiente.

- ◆ **Corrosão alveolar.** Tec. Quím. *A que é muito localizada e provoca o desenvolvimento de pites na superfície metálica.*
- ◆ **Corrosão eletroquímica.** Eng. Ind. *A que resulta da formação de pilhas eletroquímicas constituídas pelo metal e por uma solução.*
- ◆ **Corrosão por aeração diferencial.** Tec. Quím. *A que ataca uma região metálica que está em contato com um meio onde a concentração de oxigênio é menor que a concentração nas regiões vizinhas*
- ◆ **Corrosão sob tensão.** Tec. Quím. *A que ocorre nas regiões metálicas sujeitas a uma tensão mecânica maior que a das regiões vizinhas*

Explicando mais detalhadamente o que diz o dicionário:

No caso do aço carbono, a corrosão pode significar a sua transformação, passando de metal para óxido do metal. Esta modificação ocorre pela reação do oxigênio do ar atmosférico com o aço (liga contendo principalmente ferro e carbono, este último em teores de 0,008 % a 2,000 %, e elementos de liga em pequenas proporções, como silício, manganês, alumínio, cobre, nióbio, cromo, níquel, vanádio, etc...). O principal produto da corrosão do aço é a Ferrugem, um óxido hidratado, poroso, pouco aderente e volumoso.

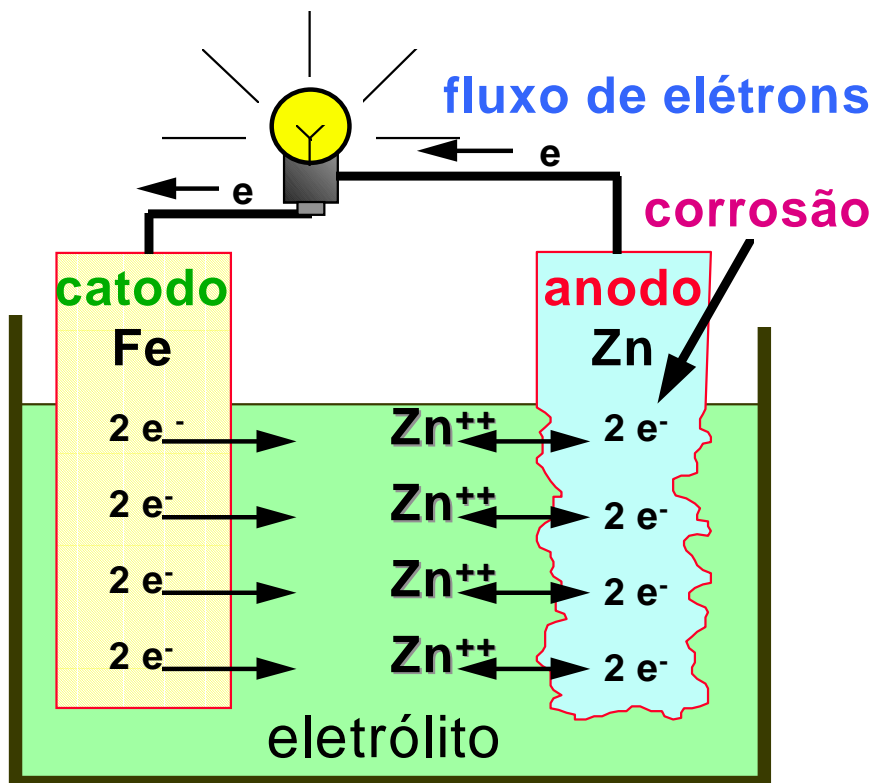
O desgaste ocorre por causa da transformação da estrutura coesa, dura e resistente do aço em Ferrugem, que é um material mole, sem nenhuma coesão de suas partículas e que vai desagregando e sendo lavada pelas águas das chuvas.

A modificação química referida é a transformação do metal em óxido do metal. Basta deixar o aço exposto ao intemperismo, ou seja, sujeito a ação do sol e da chuva, que ele enferrujará espontaneamente.

O porque disto é a alta energia consumida na obtenção do aço a partir do minério de ferro (hematita). O processo de corrosão é inverso ao da siderurgia, pois o aço quando se corroi utiliza a energia adquirida, para passar do estado metálico para o de óxido, ou seja retornar a origem.

óxido de ferro (minério: hematita) →→siderurgia→→aço
aço →→corrosão→→óxido de ferro (ferrugem)

A ação eletroquímica é explicada pela transferência de elétrons que ocorre na corrosão. Quando dois metais diferentes são colocados em contato em um meio úmido condutor, os elétrons migram do metal que possui maior quantidade de elétrons (mais eletronegativo e menos nobre, chamado de anodo) para o que possui menor quantidade de elétrons (mais eletropositivo e mais nobre, chamado de catodo), tendendo a estabelecer um equilíbrio. Quando o anodo é colocado em contato com o catodo, em presença do eletrólito (solução aquosa de sais, ácidos ou gases, capaz de conduzir cargas elétricas), estabelece-se uma pilha eletroquímica, também chamada de pilha de corrosão. Se houver ligação ou contato entre os dois eletrodos, os elétrons passam do anodo para o catodo e o anodo libera íons para a solução.



Célula de corrosão eletroquímica

Na corrosão eletroquímica o anodo vai gradativamente perdendo massa pois os íons metálicos vão se transformando em sais. Estes íons formam sais, dependendo do eletrólito (Ex.: com ácido clorídrico o sal será o cloreto férrico; com ácido sulfúrico o sal será o sulfato ferroso). Alguns exemplos de eletrólitos são: água do mar, orvalho da madrugada em áreas industriais poluídas, água de bateria, águas de rios poluídos e águas de solos de áreas industriais.

Uma chapa de aço sofre corrosão mesmo estando isolada de um outro metal, por que em sua superfície existem minúsculas áreas anódicas e catódicas, devido aos elementos de liga, a diferenças de potencial por causa de tensões criadas durante o resfriamento após a laminação ou por dobras ou por impacto. No caso de chapas de aço, o contato elétrico se dá através de próprio metal e desde que haja um eletrólito sobre a superfície fechando o circuito, a pilha eletroquímica começará funcionar havendo corrosão da área anódica.

Durante estes processos, os elétrons vão passando para a área catódica e esta, após receber excesso de elétrons, inverte sua polaridade, passando a ser um anodo, dando prosseguimento a corrosão eletroquímica que vai acabar destruindo o metal.

Corrosão alveolar - Este tipo de corrosão ocorre quando existem elementos despassivadores no eletrólito, como Cloro ou Sulfato por exemplo, que provocam o surgimento de pequenas áreas anódicas em relação a grandes áreas catódicas vizinhas. Por isso a densidade de corrente é muito alta e concentrada num ponto, surgindo perfurações cuja profundidade é maior do que o diâmetro da base. Estas perfurações são chamadas de pites ou corrosão alveolar.

Um exemplo de corrosão alveolar ou por pites é a que ocorre quando uma porção de água salgada com cloreto de sódio fica estagnada em contato com o aço inoxidável ou alumínio. O íon cloro rompe a camada apassivada e produz uma pequena área anódica que após algum tempo se tranforma em um pite. Este tipo de corrosão chega a perfurar chapas grossas.

Corrosão eletroquímica - Como já foi visto, se dois metais diferentes estiverem em contato ou se existirem áreas anódicas e catódicas em uma chapa, basta o eletrólito ficar em contato com estas áreas que e a pilha eletroquímica começará a funcionar com conseqüente corrosão da área anódica. Isto é corrosão eletroquímica. Um exemplo deste tipo de corrosão é quando aço carbono e cobre são colocados em contato com conseqüente corrosão do aço que se comporta como anodo frente ao cobre.

Corrosão por aeração diferenciada - Este tipo de corrosão é muito comum quando existem frestas na superfície metálica. A diferença de aeração de uma área para outra em uma mesma superfície gera potenciais diferentes, o que provoca o surgimento de micro áreas anódicas e catódicas. A área mais oxigenada passa a ser um grande catodo, e menos oxigenada, por consequencia passa a ser um anodo. A área catódica recebe os elétrons vindos do anodo, decompõe a água e ao contato com oxigênio produz grupos OH que torna a área alcalina.

Acontece que o aço em meio alcalino é apassivado e não sofre corrosão. Com a transferencia dos elétrons para a área catódica, o anodo fornece ions para a solução eletrólita e se decompõe. O pior é que isto ocorre geralmente dentro das frestas onde não pode ser visto. O único indício é a ferrugem que começa a escorrer das frestas.

Corrosão sob tensão - Quando dobramos uma chapa metálica a frio, criamos tensões na área dobrada. O potencial desta área de tensões passa a ser eletronegativo formando um anodo em relação a área vizinha não tensionada. Portanto a área dobrada sofrerá corrosão preferencialmente em relação ao restante da chapa não dobrada. O mesmo acontece quando aquecemos partes de superfícies metálicas a temperaturas elevadas. As partes aquecidas se tornam

áreas anódicas (mais eletronegativas) em relação a áreas vizinhas não aquecidas, ocorrendo corrosão preferencialmente nestas áreas.

Como a pintura atua contra a corrosão?

A ação da pintura pode ser resumida em quatro itens principais: ação anticorrosiva, aderência , flexibilidade e impermeabilidade.

Ação anticorrosiva: "Primers" ou tintas de fundo apropriadas para metais, são formulados com pigmentos anticorrosivos. Os mais famosos são: Zarcão, Cromato de Zinco, Fosfato de Zinco e Zinco metálico. Estes tem capacidade de inibir a corrosão por modificar o meio agressivo que permeia a película de tinta, ou por atuar como fornecedor de elétrons que atenuam a dissociação do anodo (Zarcão), por formarem camadas insolúveis ou impermeáveis sobre a superfície sob a película de tinta, minimizando a dissociação anódica (Cromato de Zinco e Fosfato de Zinco), ou por serem anódicos em relação ao metal base (Zinco metálico em pó). O zinco metálico confere a tinta a proteção catódica. Ele se sacrifica, sofrendo corrosão no lugar do aço que assume um caráter catódico, sendo desta forma protegido pelas tintas "ricas em zinco" que como o próprio nome indica, possuem altos teores deste metal na película seca. Em indústrias alimentícias, não se deve utilizar tintas com pigmentos a base de metais pesados como o Zarcão que contém Chumbo e o Cromato de Zinco que contém Cromo. O fosfato de zinco não é venenoso.

Aderência: É fundamental que as tintas anticorrosivas tenham excelente aderência sobre a base metálica, porque isto evita a propagação da ferrugem sob a película. Quando por um acidente ou por uma falha o metal ficar exposto, a corrosão terá dificuldade de avançar sob a película por causa da boa aderência da tinta na base.

Flexibilidade: Mesmo que uma peça metálica não sofra dobramentos ou torções, a tinta que a recobre deve ser flexível o suficiente, para suportar as variações de dimensão das superfícies por causa de contrações e dilatações durante dias e noites, inverno e verão, por anos e anos, sem sofrerem fissuramento ou trincas. Não basta serem flexíveis apenas quando novas, mas permanecerem flexíveis por longos períodos.

Impermeabilidade: O vapor de água, o oxigênio, os gases corrosivos como o SO₂, HCl, H₂S, NO₂ e NO₃, permeiam as películas de tintas e acabam chegando ao metal base. A partir do momento que estes agentes agressivos atingem o metal, começam os problemas de corrosão. Portanto, quanto mais impermeável é a tinta, maior é a durabilidade das peças metálicas pintadas. Para uma tinta ser impermeável, é preciso que a sua resina seja impermeável, que a sua formulação seja balanceada para impedir ocorrência de poros , que os pigmentos usados sejam de formato lamelar (minúsculas plaquetas que proporcionam uma barreira mais eficiente) e que a tinta seja de alta espessura (para retardar o caminho do meio agressivo até o metal base).

Baseado nestes quesitos, podemos afirmar que as tintas epoxídicas são as que mais atendem as exigências das tintas anticorrosivas. Basta para isto que elas sejam formuladas com pigmentos anticorrosivos , com aditivos tensoativos eficazes, com pigmentos lamelares, e capazes de serem aplicadas em alta espessura para

conferirem aos equipamentos pintados grande durabilidade, mesmo em ambientes de extrema agressividade.

As resinas epoxídicas possuem ótima flexibilidade, são muito impermeáveis e por causa da sua natureza química aderem firmemente aos substratos metálicos.

As tintas epoxídicas, dependendo do catalisador utilizado na formulação, são excelentes para usos específicos, como em interiores de tanques de água, inclusive potável, ou em lugares muito úmidos (catalisador: epoxi-poliamida), resistentes a produtos químicos, dependendo da concentração e da temperatura de trabalho e também a imersão em solventes, combustíveis e óleos lubrificantes (catalisador: epoxi-poliamina). Para aderência sobre galvanizado, alumínio e outros metais não ferrosos (catalisador: epoxi-isocianato).

Para peças que trabalham imersas em águas de processo (não potável) ou efluentes industriais ou simplesmente peças enterradas, as tintas epoxi-betuminosas são as mais apropriadas, por oferecerem excelente proteção por barreira, já que são de alta espessura e de alta impermeabilidade.

Apesar de todas estas características excelentes, as tintas epoxídicas apresentam mudança de cor e de brilho quando expostas ao intemperismo. Em cerca de um ano desbotam e ficam foscas (se eram brilhantes). Para evitar estes inconvenientes de ordem estética pois não há problema de ordem técnica quanto a proteção contra a corrosão, podem ser usadas as tintas de acabamento poliuretânicas, que resistem por longos períodos ao intemperismo.

As tintas alquídicas como os "primers" e os esmaltes sintéticos, são muito permeáveis, de baixa espessura e por possuírem óleos na sua composição não resistem aos ambientes corrosivos, úmidos ou superfícies alcalinas ou imersão ou exposição a produtos de caráter alcalino.

Não se pode dizer então que estas tintas não servem para nada, pois elas são adequadas para lugares secos, abrigados e para aplicação em locais rurais e sem poluição. Muitos tanques de destilarias de alcoois são pintados externamente com estas tintas. No entanto, a durabilidade destes tanques poderia ser muito maior se eles fossem pintados com tintas de fundo epoxídicas e de acabamento poliuretânicas.

Já para o interior destes tanques de álcool etílico, a tinta recomendada é o Etil Silicato de Zinco.

Utilizando as tintas apropriadas, executando preparo de superfície rigoroso e aplicando as tintas de maneira correta, resta tomar cuidado com áreas críticas, como cordões de solda, parafusos, porcas, arestas vivas, quinas e frestas, por que são nestas áreas que se concentram todos os tipos de corrosão que o dicionário mencionou.

Pode-se começar vedando as frestas com massas epoxídicas ou de poliuretano e fazendo um reforço de tinta aplicado a pincel em cada demão, pois como se sabe, mesmo usando tintas de excelente qualidade, se não observarmos estas áreas críticas, é por aí mesmo que a corrosão irá se iniciar.