

Tema:

HÁ RELAÇÃO ENTRE CORROSÃO MICROBIOLÓGICA E CORROSÃO ELEQUÍMICA?

Pergunta:

Sou engenheiro de manutenção de uma grande indústria aqui no Amazonas. Nossa condição de umidade e temperatura, sem dúvida, interfere nos processos de corrosão que acompanho e tento tratar em nossas instalações. Estes processos, em sua maioria, são formações de depósitos sobre superfícies de equipamentos em diversas situações. Gostaria de ter mais informações a respeito da corrosão microbiológica e sua (possível) associação com o tradicional processo de corrosão eletroquímica do aço.?

Eng^o José Maurício S. Manes – Manaus - AM

Resposta:

A natureza eletroquímica da corrosão metálica do aço continua presente na corrosão microbiológica. Microorganismos participam de forma ativa neste processo sem modificar, no entanto, as características da reação eletroquímica. Assim, temos um processo anódico de dissolução metálica do aço e um processo catódico complementar, o qual, dependendo das características do meio (pH, aeração, composição química etc.), ocorrerá por meio de algumas reações catódicas do tipo redução de oxigênio, por exemplo, em meio aerado e pH tendendo para neutro ou do tipo em que há evolução do hidrogênio.

Microorganismos modificam a interfase aço/solução induzindo, acelerando e/ou inibindo o processo anódico ou catódico que controla a reação da corrosão. A influência microbiana pode ser sinérgica com as reações, favorecendo umas em detrimento de outras ou, ainda, inibindo-as completamente.

Para esclarecer esses conceitos, vamos comparar dois processos de corrosão, o inorgânico e o biológico. O primeiro é exemplificado por uma gota de água depositada sobre o aço. A reação da corrosão ocorre sobre o aço na região anódica, localizada sob a gota de água (figura 1), onde a aeração é menor. Na parte externa, onde a oferta de oxigênio é maior, a reação catódica ocorre pela redução de oxigênio. O mecanismo desse processo baseia-se na diferença de concentração de oxigênio nas duas regiões (anódica menos aerada e catódica mais aerada), que facilita a formação da conhecida pilha de aeração diferencial.

O processo biológico é ilustrado por uma colônia microbiana crescendo sobre uma superfície metálica (figura 2). Observa-se, com a figura, a notável semelhança com o processo anterior. Nesse caso, também se origina uma

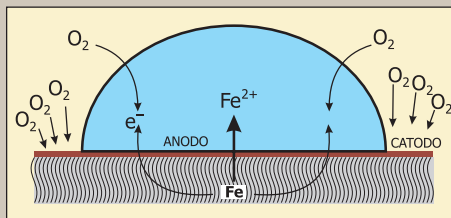


Figura 1 - Esquema da corrosão inorgânica (gota d'água sobre o aço). Observa-se regiões anódicas e catódicas e o gradiente de concentração de oxigênio entre ambas, que origina uma pilha de corrosão por aeração diferencial.

região anaeróbia sob a colônia, devido ao consumo de oxigênio pela respiração microbiana e uma outra região, mais oxigenada, na parte externa da colônia, em contato com o meio líquido aerado.

A reação catódica é a mesma do caso inorgânico. A diferença fundamental é que os microorganismos induzem e mantêm o gradiente de concentração de oxigênio por um processo biológico (respiração). Esse gradiente de concentração de oxigênio acelera ativamente a reação da corrosão por via catódica, enquanto a respiração estiver ativa. Se ocorrer a morte dos microorganismos, o mecanismo da aeração diferencial será preservado, pois continuarão existindo gradientes de concentração de oxigênio (porém menores) entre a parte inferior do depósito e sua parte externa.

Além do poder indutor e acelerador dos microorganismos sobre o processo de corrosão, outras reações catódicas poderão ocorrer, como por exemplo, a redução do hidrogênio sulfatado, produzido metabolicamente pelas bactérias redutoras de sulfatos, muito frequentes nos casos da corrosão microbiológica.

Com estes exemplos é possível compreender casos de biocorrosão por formação de tubérculos (em que participam as bactérias oxidantes de ferro) ou a formação de gradientes de concentração de oxigênio nos biofilmes microbianos. Assim, é de extrema importância conhecermos quão ativa é a influência dos microorganismos na reação da corrosão e suas quatro características principais, relatadas a seguir.

Velocidade de reprodução

As bactérias se reproduzem por divisão binária e sua multiplicação corresponde a uma progressão geométrica: $2^0 \rightarrow 2^1 \rightarrow 2^2 \dots 2^n$. Dessa forma, o número de células aumenta, a cada intervalo de tempo, segundo um fator constante que caracteriza o crescimento do tipo exponencial. Por exemplo, uma bactéria com um tempo de geração médio de 30 minutos aumentará, exponencialmente, seu número em seis ordens de magnitude e cada bactéria gerará, em apenas 10 horas, 1 milhão de bactérias. Isso repercutirá na característica a seguir.

Relação superfície/volume

Como estes organismos são muito pequenos, com diâmetro médio da ordem de um milésimo

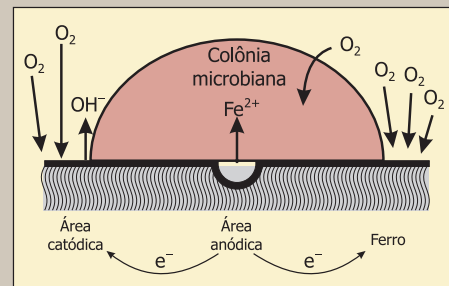


Figura 2 - Esquema da corrosão orgânica microbiológica (colônia microbiana sobre o aço). Observa-se que a dissolução metálica ocorre por um mecanismo semelhante ao mostrado na fig. 1 (pilha de aeração diferencial).

de milímetro (1 μ m), a relação entre área superficial e volume é muito grande. Se dividirmos um cubo de 1cm³ em cubos de 1mm³ (volume médio das bactérias), o cubo original produzirá 1012 cubos e sua superfície será 10 mil vezes maior. O efeito é semelhante a um dos mais importantes parâmetros presentes na corrosão galvânica do concreto armado: a relação entre áreas anódica e catódica. Uma grande relação catodo/anodo resulta em corrosão acelerada. O tratamento convencional da corrosão no concreto armado com pinturas e argamassas é um exemplo típico, já que diminui-se a área anódica e aumenta-se a catódica. Por outro lado, uma grande relação anodo/catodo diminui ou interrompe a corrosão.

Atividade metabólica

A elevada relação superfície/volume conduz a uma interação ativa com o meio ambiente por causa da alta velocidade metabólica de muitos microorganismos e sua atividade enzimática.

Distribuição uniforme no ambiente

A ampla distribuição dos microorganismos na natureza é também consequência de seu tamanho reduzido, já que os encontramos em todos os meios aquosos e até mesmo nas altas camadas da atmosfera. Devido ao seu reduzido peso, os microorganismos são transportados por correntes de ar.

REFERÊNCIAS

- Videla, H. A., "Introdução", em: Corrosão Microbiológica, p. 1, Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo.
- Atkins, P. W., "Dynamic electrochemistry", em: Physical Chemistry, p. 982, Oxford University Press, Oxford.
- Duquette, D. J., Ricker, R. E., "Electrochemical Aspects of Microbiologically Induced Corrosion", em: Biologically Induced Corrosion, S. C. Dexter (ed.), p. 121, NACE International, Houston, TX.
- Videla, H. A., "Fundamentals of Electrochemistry", em: Manual of Biocorrosion, chapt, 4, p. 73, CRC Lewis Publishers, Boca Raton, FL.