

FALHAS EM LIGAS METÁLICAS

Metalurgista Industrial

junho 2019

www.metalurgistaindustrial.com.br

Entre os temas abordados nesta série de Casos, encontram-se aqueles relacionados com análises e diagnósticos de falhas. Qualquer um dos fatores a seguir, de forma isolada ou combinada, pode contribuir para a falha de um material ou componente:

- (1) Deficiências de projeto
- (2) Seleção inadequada de material
- (3) Especificações de processo inadequadas ou incorretas
- (4) Material defeituoso
- (5) Processamento errado e/ou manufatura defeituosa
- (6) Inspeção de qualidade inadequada ou insuficiente
- (7) Condições de serviço que excedem as limitações de projeto

As falhas podem ser atribuídas por um ou uma combinação dos seguintes mecanismos e podem compreender seleção inadequada de material, projeto, fabricação e/ou operação concomitantemente com exposição a condições ambientais extremadas para as quais não foram objeto de projeto.

Sobrecargas

Cargas trativas/torcionais/cisalhantes
Modo de fratura dúctil versus frágil

Fadiga

Dobramento/torção unidirecional/reverso
Características (baixo/alto ciclo)

Corrosão

Diversos mecanismos de corrosão podem iniciar falhas

Uso

Abrasão ou uso é a perda de material provocada por movimento de um material abrasivo sobre a superfície de um componente

Um típico exemplo de seleção inadequada de material, embora no caso justificada, é a apresentada na resenha Ocorrência de Trincas Superficiais em Barras Laminadas a Quente. As trincas emergiram a partir dos tarugos obtidos por oxicorte de placas de aço. Essas placas, se destinadas à laminação a quente de aços planos, desempenhariam adequadamente.

Os mecanismos de fratura e fadiga são adequadamente tratados no âmbito da Engenharia de Metais. Cabe, então, no momento destacar os aspectos de falhas devidas à corrosão.

Vale observar a diferença entre oxidação e corrosão. Oxidação é o processo no qual um metal ou um não metal reage com o oxigênio para formar um óxido deste metal ou não metal. Oxidação é a perda de elétrons. Corrosão é associada à deterioração de um material. Oxidação é uma forma de corrosão.

Corrosão generalizada

Corrosão é a ação química indesejável que ataca os materiais de um modo a degradar suas propriedades ou torná-los ineficientes. A corrosão generalizada pode resultar em perdas excessivas de material que enfraquece um componente até que este se deforme ou fracture sob carga. A maioria das falhas por corrosão não envolve fratura. A falha resultante pode ser da forma de um vazamento como em uma tubulação. Mesmo os materiais ditos como resistentes à corrosão como alumínio, aço inoxidável e titânio, que obtêm sua resistência por uma fina camada de óxido que se desenvolve em suas superfícies, são suscetíveis a ataques sob certas condições. Quando expostos a produtos químicos que possam quebrar essa camada passiva de óxido, a corrosão inicia-se e progride em tempo relativamente curto.

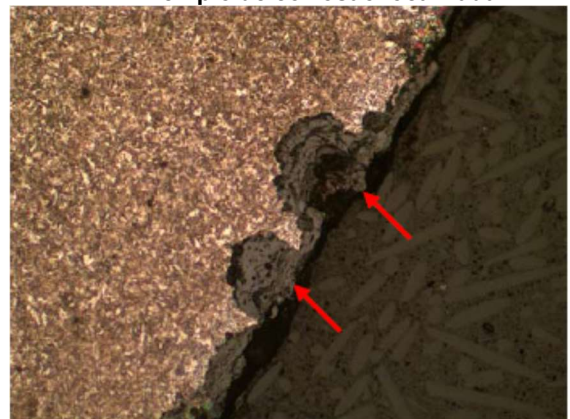


Exemplo de corrosão generalizada

Corrosão localizada (*pitting* ou por fissuras (*crevice corrosion*))

Esse tipo de corrosão pode conduzir a perfurações no material, e é considerada mais perigosa do que a uniforme porque pode ser difícil de ser detectada ou prevenida. Uma pequena cavidade pode resultar em falha de um sistema complexo. O *pitting* é normalmente iniciado pela quebra do filme apassivador ou revestimento por condições ambientais agressivas ou defeitos nos revestimentos. A corrosão por fissuras é usualmente associada àquelas formadas sob arruelas, parafusos, gaxetas, braçadeiras etc., provocada por processos eletroquímicos.

Exemplo de corrosão localizada

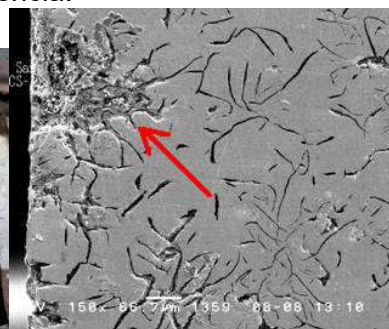


Lixiviação seletiva (*selective leaching*)

Esse tipo de corrosão consiste na remoção preferencial de um elemento de liga por corrosão (*dealloying*). Exemplos comuns são a perda de zinco (dezincificação) no latão com teor de zinco superior a 15%, e corrosão gráfitica no ferro fundido. No caso da dezincificação, este elemento lixivia-se seletivamente deixando uma estrutura porosa rica em cobre que pouca ou nenhuma resistência.



Exemplo de dezincificação



Exemplo de corrosão gráfitica

Corrosão galvânica

Também conhecida como corrosão bimetalica, a corrosão galvânica é um processo eletroquímico que ocorre quando metais com diferenças de potencial de eletrodo entram em contato elétrico na presença de um eletrólito. O metal menos nobre torna-se o anodo e corrói-se preferencialmente.

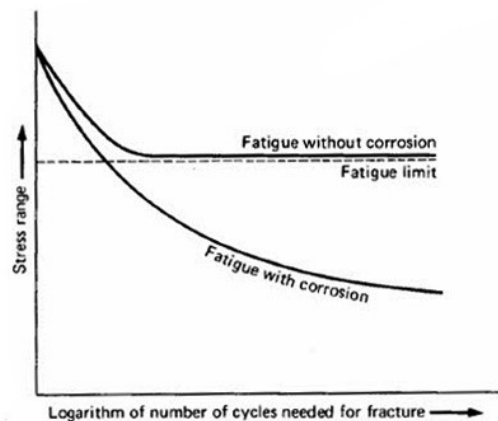


Exemplo de corrosão galvânica

Por exemplo, alumínio acoplado com aço inoxidável na presença de humidade será consumido com o tempo devido à corrosão galvânica. Os pares galvânicos são também utilizados na prevenção de corrosão. Anodos de magnésio, zinco ou alumínio são empregados como proteção catódica, o “metal de sacrifício” mais facilmente corrosíveis.

Corrosão por fadiga

A corrosão por fadiga é um mecanismo que combina os efeitos de tensões cíclicas e corrosão agindo sobre um componente, como as seguir ilustrado.



Trincamento sob corrosão por tensão (*stress corrosion cracking*)

Esse fenômeno consiste na formação de trincas pela ação simultânea de tensão e ambiente corrosivo. As tensões que levam a esse podem ser externas ou internas devidas a processamento. O exemplo a seguir mostra uma trinca transgranular em um aço inoxidável provocada por corrosão sob tensão:

