



COLETÂNEA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS – AÇO INOXIDÁVEL

Resistência à corrosão dos aços inoxidáveis

Formas localizadas de corrosão

Os aços carbono sofrem de corrosão generalizada, onde grandes áreas da superfície são afetadas. Os aços inoxidáveis na condição passiva normalmente estão protegidos contra esta forma de ataque, entretanto pode ocorrer ataque em formas localizadas, resultando em problemas de corrosão.

A avaliação da resistência à corrosão num determinado meio, normalmente envolve uma consideração dos mecanismos da corrosão específica. Esses mecanismos são principalmente:

- Corrosão em frestas
- Corrosão por pite
- Corrosão intergranular (ou intercrystalina)
- Corrosão sob tensão
- Corrosão galvânica (bimetálico)

Pode também ocorrer outro mecanismo relacionado, o que inclui:

- Erosão – corrosão
- Corrosão por fadiga

A corrosão localizada é normalmente associada a ions cloretos em meios aquosos. As condições ácida (baixo pH) e o aumento na temperatura contribuem para estabelecer os mecanismos da corrosão em frestas e por pite. O acréscimo de tensões de tração, o qual é aplicado pelo carregamento ou de tensões residuais, proporciona as condições para corrosão sob tensão. Estes mecanismos estão todos associados com a destruição localizada da camada passiva.

Uma boa fonte de oxigênio para toda superfície do aço é essencial para manter a camada passiva mas os níveis mais elevadas de cromo, níquel, molibdênio e nitrogênio, todos ajudam, em sua forma particular para impedir essas formas de ataque.

Resistência a formas localizadas de corrosão

Como regra geral o aumento da resistência à corrosão pode ser conseguido pela análise através dos aços:

1.4512 a 1.4016	409 a 430	Aumentando o cromo de 11 a 17%
1.4301	304	Adicionando níquel que ajuda a regenerar a camada passiva se for deteriorada
1.4401	316	Adicionando molibdênio reduz a efetividade dos ions cloreto na destruição localizada da camada passiva
1.4539 e 1.4547	904L e aços com 6% de molibdênio	Aumentos adicionais de cromo, níquel e molibdênio resulta em total melhoria da resistência à corrosão localizada

Os aços dúplex como o 2205 (1.4462 / S31803) são especialmente designados para combater a corrosão sob tensão pelo balanceamento da estrutura aumentando a sua resistência mecânica, mas adicionando molibdênio e nitrogênio aumenta a resistência à corrosão por pite, tornando um benefício adicional na melhoria da resistência à corrosão sob tensão.

Mecanismos de corrosão no aço inoxidável

Introdução

Os aços inoxidáveis são geralmente muito resistente à corrosão e desempenhará de forma satisfatória na maioria dos ambientes. O limite da resistência à corrosão de um determinado aço inoxidável depende dos seus elementos constituintes o que significa que cada aço tem resposta ligeiramente diferente quando exposta a um ambiente corrosivo. Assim é necessário um cuidado para selecionar o mais adequado tipo de aço inoxidável para uma determinada aplicação. Uma seleção muito cuidadoso do tipo de aço, bem detalhado e com bom acabamento pode reduzir de forma significativa a possibilidade do manchado e da corrosão.

Corrosão por Pite

O pite é uma forma localizada de corrosão que pode ocorrer como resultado da exposição em ambientes específicos, mais notadamente naqueles com cloretos. Na maioria das aplicações a extensão do pite provavelmente é só superficial e a redução da secção de um componente é considerada desprezível. Entretanto, os produtos da corrosão podem manchar as peças com aspecto arquitetural. No caso em que o pite possa ser um pouco tolerável poderia ser aceito para serviços como dutos, tabulações e estruturas de recipientes. Se há conhecimento de risco de pite, então será necessário a utilização do aço inoxidável com molibdênio para rolamento.

Corrosão em fresta

A corrosão em fresta é uma forma localizada de ataque que iniciou-se pela disponibilidade de oxigênio extremamente baixa numa fresta. É provável que seja um problema de soluções estagnadas onde possa ocorrer o desenvolvimento de cloretos. A gravidade da corrosão em fresta depende muito da geometria da fresta; quanto mais estreita (<25 u) e mais profunda é a fresta, mais intensa é a corrosão. As frestas ocorrem tipicamente entre porcas e arruelas ou em torno da rosca de um parafuso ou o corpo de um parafuso. As frestas podem ocorrer também em soldas que falham ao penetrar e depositar abaixo da superfície do aço.

Corrosão galvânica (bimetálica)

A corrosão galvânica (bimetálica) pode ocorrer quando metais diferentes estão em contato num eletrólito comum (p. ex.: chuva, condensação, etc.). Se a corrente elétrica flui entre os dois, o metal menos nobre (o anodo) corroe a uma taxa mais rápida do que se os metais não estivessem em contato.

A taxa de corrosão depende também das áreas relativa ao contato dos metais, a temperatura e a composição do eletrólito. Em particular, quanto maior a área do cotodo em relação ao anodo, maior é a taxa de ataque. As proporções desfavoráveis de áreas ocorrem provavelmente com os fixadores e as juntas. Deveria ser evitado os parafusos de aço carbono nos componentes de aço inoxidável devido a proporção da área do aço inoxidável para o aço carbono que é grande e os parafusos estarão sujeitos à ataque agressivo. Inversamente a taxa de ataque de um componente de aço carbono por um parafuso de aço inoxidável é muito menor.

É normalmente útil extrair de uma experiência anterior em situações similares porque metais diferentes podem freqüentemente ser unido de forma segura e sob condições de condensação ocasional ou umidade com resultados não adversos principalmente quando condutividade do eletrólito é baixa.

A previsão desses efeitos é difícil porque a taxa de corrosão é determinada por um número de questões complexas. O uso de tabelas de potencial ignora a presença de filmes de oxido na superfície e os efeitos das proporções da área e deferentes soluções químicas (eletrólito). Entretanto, o uso inadequado destas tabelas pode produzir resultados incorretos. Eles seriam utilizados com cuidado e somente para avaliação inicial.

Os aços inoxidáveis austeníticos normalmente forma o catodo num par bimetálico e então não sofre corrosão. Uma exceção é o par com cobre que deveria ser

normalmente evitado exceto em condições propícias. O contato entre aços inoxidáveis austeníticos e zinco ou alumínio pode resultar em alguma corrosão adicional dos dois últimos metais. Isso é pouco provável que seja significativo estruturalmente, mas o resultado em forma de pó branco/ cinzento pode ser considerado de má aparência. A corrosão galvânica (bimetálica) pode ser evitada pela exclusão da água em detalhe (por ex. pintando ou drenando sobre a junta do conjunto) ou isolando os metais um do outro (por ex. pela pintura das superfícies do conjunto dos metais deferentes). O isolamento em torno das conexões fixadas pode ser conseguido através de gaxetas de plástico não condutor ou borracha e arruelas e buchas de nylon e teflon. Este método é uma particularidade do tempo consumido para efetuar no local e não é possível estipular o nível necessário da inspeção do local para verificar que todas as arruelas e buchas foram montados corretamente.

O comportamento geral dos metais em contato bimetálico em ambientes rural, urbano, industrial e litorâneo é totalmente documentado no PD 6484 "Comentário sobre a corrosão nos contatos bimetálicos e seu alívio" (BSI)

Corrosão sob tensão

O desenvolvimento da corrosão sob tensão exige a presença simultânea de tensões de tração e fatores ambientes específicos. Isso é incomum em atmosferas normais internos a um edifício. As tensões não necessitam serem muito altas em relação ao limite de escoamento do material e pode ser devido à carga e ou efeitos residuais dos processos de fabricação tais como soldagem ou dobramento. Devem ser tomados cuidados quando os componentes de aço inoxidável com tensões residuais elevadas (por ex. devido ao trabalho a frio) são usados em ambientes ricos em cloretos (por ex. piscinas cobertas, marinho, plataforma marítima)

Corrosão geral (uniforme)

A corrosão geral é muito menos severa no aço inoxidável do que em outros aços. Isso ocorre somente quando o aço inoxidável está com o valor do pH < 1,0. As referências são feitas nas tabelas da literatura dos fabricantes, ou devem ser solicitado a recomendação do engenheiro de corrosão, quando o aço inoxidável venha a ter contato com produtos químicos.

Ataque intergranular e deterioração da solda

Quando os aços inoxidáveis austeníticos estão sujeitos a aquecimento prolongado entre 450 – 850°C, o carbono do aço difunde nos contornos dos grãos e precipita o carboneto de cromo. Isso remove o cromo da solução sólida e deixa o teor de cromo mais baixo nas adjacências dos contornos dos grãos. Os aços nesta condição são denominados "sensibilizados". Os contornos dos grãos ficam propensos à ataque preferencial após a exposição num ambiente corrosivo. Este fenômeno é conhecido como deterioração da solda quando isso ocorre na zona afetada pelo calor de uma solda.

Os tipos de aço inoxidável que tem um baixo teor de carbono (~ 0,03%) não ficarão sensibilizados, mesmo para chapas de espessura até 20 mm quando soldado pelo processo a arco (dando um aquecimento e esfriamento rápidos). Além disso, nos processos modernos de aciaria consegue se normalmente um teor de carbono de 0,05% ou menos nos aços 304 e 316, assim esses aços não estariam propensos a deterioração da solda quando for soldado com processo a arco.

Riscos de corrosão galvânica (bimetálica) no contato com aço galvanizado ou alumínio

Introdução

A corrosão galvânica pode ocorrer somente quando dois metais diferentes estão em contato elétrico e ligado com ponte por um líquido eletricamente condutor.

A pilha galvânica produzida pode resultar em corrosão num dos metais pareados. Isso pode ser um problema quando os aços inoxidáveis estão em contato com outros metais, dependendo das circunstâncias.

O que é necessário para montar a corrosão galvânica

Para montar uma pilha galvânica entre dois materiais condutores (metais ou grafite) os dois metais deverão ter diferentes potenciais ou ser mais ou menos “nobre” que o outro.

O metal mais nobre (catodo) é protegido contra metal menos nobre (anodo) que corroe com sacrifício.

A tabela abaixo é um exemplo desse relacionamento “metal a metal” incluindo o grafite como condutor não metálico.

ANÓDICO (Menos Nobre)
Magnésio
Zinco
Alumínio
Aço carbono ou ferro fundido
Cobre e suas ligas (latão, bronze)
Chumbo
AÇO INOXIDÁVEL
Níquel e suas ligas (Incoloy 825, Hastelloy B)
Titânio
Grafite
CATÓDICO (Mais Nobre)

Quanto mais separado estão os metais, em termos dos potenciais relativo, o maior tem a força motriz numa pilha. Assim, por exemplo, o aço inoxidável em contato com o cobre é menos provável correr o risco do que estar em contato com o alumínio ou aço galvanizado (revestido com zinco).

Para completar a pilha, um líquido condutor deve ligar os metais em contato.

Quanto mais o líquido é eletricamente condutor, maior é o perigo de corrosão.

A água do mar ou sal carregado de ar úmido é mais arriscado que o contato com água da chuva ou água potável.

SE OS METAIS ESTÃO SECOS A CORROSÃO GALVÂNICA NÃO PODE OCORRER.

Riscos de corrosão com aço galvanizado em contato com aço inoxidável

O aço galvanizado em contato com aços inoxidáveis não é considerado normalmente com sério risco de corrosão, exceto possivelmente em ambientes severos (tipo marinho).

Nessas situações as precauções tais como as barreiras isolantes são normalmente considerados adequados para evitar a corrosão galvânica na maioria das situações práticas.

Riscos de corrosão do alumínio em contato com aço inoxidável

De acordo com a tabela de nobreza dos materiais o alumínio e o aço inoxidável juntos mostram o risco de corrosão galvânica.

Com essa combinação a influência da área superficial relativa na corrosão é importante.

Uma grande área do catodo com relação ao anodo acelera a corrosão anódica.

Embora o alumínio sendo anódico com relação ao aço inoxidável, grandes áreas superficiais relativa do alumínio comparado ao aço inoxidável pode ser aceitável dependendo das condições do local.

Os fixadores de aço inoxidável em chapas grossas ou finas de alumínio são considerados normalmente seguros, enquanto que os rebites ou parafusos de alumínio prendendo as peças de aço inoxidável é uma combinação inadequada, assim há o risco prático de corrosão.

Um exemplo de uso seguro do aço inoxidável junto com o alumínio é onde os fixadores e parafusos de aço inoxidável são usados para prender a pista ou parapeitos de ponte de alumínio.

Mesmo sem nenhum isolamento entre os metais, haverá pouco risco de corrosão.

Em contraste, num ambiente marinho, uma severa corrosão por pite localizado nos pisos de alumínio tem sido observado onde parafusos de aço inoxidável foram usados para fixar os pisos no local.

Na escada de mão entretanto, os parafusos com arruelas isoladas adequadamente não mostra nenhum pite circundante ao alumínio.

Isso ilustra o efeito benéfico do rompimento da corrosão galvânica pelo isolamento dos dois metais diferentes em casos especiais.

Descoloramento do aço inoxidável pelos produtos da corrosão

Os efeitos de manchamento nos aços inoxidáveis pelos produtos da corrosão do metal acoplado podem também ter uma saída.

O chumbo e o cobre estão inteiramente junto na tabela de nobreza comparado ao aço inoxidável e assim o risco de corrosão galvânica é pequena.

Se algum produto da corrosão é removido do aço inoxidável, pode entretanto resultar em problemas não associados com efeito bimetalico e assim não são previstos nas tabelas.

O cuidado adicional no projeto evitaria esses problemas de manchamento.