

CADERNOS DA
ASSISTÊNCIA TÉCNICA



ACESITA

ACESITA S.A. ASSOCIADA À ARCELOR

Caderno 05

Outubro/2004

OS AÇOS INOXIDÁVEIS E A RESISTÊNCIA À CORROSÃO

Autor: Héctor Mario Carbó

Assistência Técnica Acesita

Os aços inoxidáveis, como muitos outros materiais, formam com relativa facilidade filmes finos e aderentes que os protegem de futuras formas de corrosão e que são conhecidos como filmes passivos.

A passividade não é uma particularidade dos aços inoxidáveis. Isso pode ser comprovado pelo fato de ter sido concebido o conceito de passividade há uns 170 anos, quando os aços inoxidáveis nem sequer existiam. As primeiras experiências que permitiram criar este conceito foram feitas com aço comum (aço carbono) e mostraram que este material, que não resiste à ação do ácido nítrico diluído, passava a ser resistente nesse meio se fosse previamente tratado com uma solução de ácido nítrico concentrado.

Alumínio, titânio e muitos outros materiais metálicos formam filmes passivos e, de um modo geral, podemos dizer que quanto maior é a tendência de um material a oxidar, maior é a facilidade com que são formados filmes passivos, o que, aparentemente, pode ser considerado como o “paradoxo” da passividade. A presença de cromo, um metal com grande capacidade de reação com o meio ambiente (maior tendência a reagir que o ferro), é fundamental nas ligas ferro-cromo para garantir a formação de filmes passivos, como ocorre nos aços inoxidáveis. Aços inoxidáveis são definidos, por isso, como ligas ferro-cromo que tem pelo menos 10,50% de cromo (um teor de 12% de cromo é necessário para que estas ligas resistam à corrosão

atmosférica em ambientes rurais, mas as normas internacionais classificam como aços inoxidáveis ligas que podem ter 10,50% de cromo).

O filme passivo nos aços inoxidáveis é um filme muito fino e aderente. Sua espessura é de aproximadamente 30 a 50 ângstrons, uma película altamente resistente em diversos meios. O conceito sobre a forma e a estrutura do filme passou (e passa) por várias revisões, sendo que hoje alguns pesquisadores consideram o filme como um oxi-hidróxido de ferro e cromo que se forma principalmente pela reação entre a água e a liga ferro-cromo, sendo que a água está presente no meio ambiente (chuvas, umidade do ar).

Existem diversas alternativas para criar os filmes passivos nos aços inoxidáveis e os filmes formados são, em cada caso, diferentes, mas conservando sempre o conceito de se tratar de oxi-hidróxidos de ferro e cromo. A parte do filme próxima ao metal base é uma região onde predominam os óxidos. Na parte mais externa, onde acontece adsorção de moléculas de água, predominam os hidróxidos. Com o tempo, o filme fica mais rico em óxidos e também em cromo.

Por se tratar de filmes onde predominam os óxidos, é natural concluir que os aços inoxidáveis têm melhor comportamento em meios oxidantes do que em meios redutores. Os meios oxidantes ajudam a formar e a conservar filmes passivos e os meios redutores os destroem ou não permitem a sua formação. Assim, em um ácido oxidante como o ácido nítrico, os aços inoxidáveis são altamente recomendados, mas em um ácido redutor, como o ácido sulfúrico, aumentos no conteúdo de cromo nas ligas ferro-cromo levam a um comportamento pior que aquele mostrado pelos aços comuns.

Na especificação dos materiais, compreender corretamente estes fatos é certamente fundamental na escolha do material adequado. Os aços inoxidáveis foram descobertos em 1912, mas antes disso, na primeira metade do século XIX foram preparadas ligas ferro-cromo que foram rapidamente descartadas porque foram testadas no mais popular de todos os ácidos: o ácido sulfúrico. Outro fato “ajudou” para criar na época um conceito errado sobre estas ligas: as aciarias não tinham condições de trabalhar com baixos teores de carbono e as ligas ferro-cromo preparadas tinham grande quantidade de carboneto de cromo precipitado. Era desconhecido na época o efeito prejudicial dessa precipitação na resistência à corrosão.

O comentário sobre ácido sulfúrico coloca em evidência um fato muito importante. Não existe um material altamente resistente ou um meio altamente agressivo. Em corrosão, quando falamos de resistência e agressividade necessitamos sempre considerar claramente o par material/meio ambiente. Assim, o aço carbono, em certas concentrações de ácido sulfúrico, é mais resistente que os aços inoxidáveis. Ou seja, um material “muito resistente” não é o preferido para atuar em um meio “muito agressivo”. Já em água, supostamente “pouco agressiva”, o aço carbono corroe e o material mais adequado é o aço inoxidável. Aliás, sobre a água, poderíamos mudar o conceito de baixa agressividade, já que ela é uma molécula dipolar com grande capacidade de reação, que pode, dependendo da situação, atuar como oxidante ou como redutor, como ácido ou como base.

Comentamos antes sobre o “paradoxo” da passividade. Mas, há aqui vários assuntos que podem ser considerados como paradoxais. Os aços inoxidáveis são materiais com muito boa resistência à corrosão em grande quantidade de

meios, mas tem a capacidade de reagir com facilidade com o meio ambiente para formar filmes passivos. Poderíamos dizer que passam a ser resistentes à corrosão precisamente porque não são resistentes à corrosão.

Quando teríamos que esperar altas taxas de corrosão (considerando os elementos de liga presentes), o material não corroe porque forma filmes passivos. Da mesma forma, quando esperamos um excelente comportamento porque existe um filme passivo, às vezes, o material corroe: todas as formas de corrosão localizadas (a corrosão por pites, a corrosão por frestas, a corrosão intergranular e a corrosão sob tensão) acontecem no domínio da passividade.

De um modo geral, dois tipos de meios são capazes de destruir o filme passivo (embora existam outros aqui não mencionados, os que indicamos a seguir são os principais): os meios ácidos redutores e os meios que contém cloreto (dependendo muito neste caso do teor de cloreto e da temperatura). Os meios ácidos redutores desestabilizam o filme passivo provocando lacunas de oxigênio e os meios com cloreto podem desestabilizar o filme capturando cátions metálicos do mesmo e criando lacunas metálicas.

O sucesso do aço inoxidável como material cada vez mais utilizado na indústria de alimentos e na de produtos químicos, na indústria de celulose e na do petróleo, nos produtos da chamada linha branca e nos utensílios domésticos, no sistema de escapamento da indústria automobilística, em variadas aplicações estruturais, na construção civil e na arquitetura e em muitas outras aplicações, está claramente relacionado com a facilidade com que os aços inoxidáveis formam e conservam filmes passivos em uma grande variedades de meios. É isso, principalmente, aliado a um conjunto de

propriedades mecânicas adequadas e a uma boa soldabilidade, o que explica a versatilidade do aço inox em suas aplicações.

Como os aços inoxidáveis sofrem diversas agressões na superfície em várias práticas industriais, agressões nas quais a formação de um novo filme passivo encontrará certas dificuldades, recomendamos prestar muita atenção ao acabamento final das peças fabricadas. O poder oxidante necessário para que um certo meio crie o filme passivo na superfície do material é sempre maior que o poder oxidante necessário para conservá-lo. Por isso, há conveniência de agredir pouco a superfície dos aços inoxidáveis.

O esmerilamento e o lixamento para se conseguir uma superfície com acabamento o menos rugoso possível podem ser necessários e convenientes. A remoção de óxidos formados em operações de soldagem com a utilização de ácidos em forma de gel ou pasta ou em forma de soluções líquidas é sempre conveniente. Em particular, o tratamento das superfícies dos aços inoxidáveis (austeníticos ou ferríticos) com solução de ácido nítrico 15 a 20% durante 20 a 30 minutos, ajuda, e muito, a formar um filme passivo mais estável, homogêneo e resistente.

Bibliografia recomendada:

B. Baroux. Corrosion and Passivity. 5th Seminar on Stainless Steels. Aix-les-Bains, 2000.

M.G.Fontana, N.D. Greene. Corrosion Engineering. Mc Graw-Hill Book Company, 1967.

A J.Sedriks. Corrosion of Stainless Steels. John Wiley, 1996.