



COLETÂNEA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS – AÇO INOXIDÁVEL

Princípios gerais para seleção dos aços inoxidáveis

Introdução

Os aços inoxidáveis são definidos como ferro ligas com um mínimo de 10,5% de cromo.

Outros elementos de liga são adicionados para realçar sua estrutura e propriedades, mas fundamentalmente, os aços inoxidáveis são considerados na seleção como aços com propriedades de resistência à corrosão.

Em termos econômicos eles podem concorrer com metais de engenharia e ligas a base de níquel ou titânio de custos muito elevados, pois oferece um nível de propriedades de resistência a corrosão adequado a uma ampla faixa de aplicações. Eles tem melhor resistência mecânica que muitos polímeros (GRP), são prontamente recuperados e são “recicláveis” até o final da sua vida útil.

Quando consideramos o aço inoxidável as mais importantes características são:

- Resistência a corrosão (ou oxidação)
- Propriedades físicas e mecânicas
- Técnicas adequadas para conformação, fabricação e operação de unir
- Custos relativo ao ambiente e do material (inclusive o custo total do ciclo de vida).

A tentativa básica é selecionar um aço com menor custo possível, mas com a devida resistência à corrosão. Outras considerações tais como resistência à tração e temperabilidade são secundárias.

Resistência a corrosão

O teor de cromo (Cr) coloca os aços inoxidáveis à parte de outros aços.

A excepcional auto restauração da camada superficial “passiva” no aço é devido ao cromo.

Os aços disponíveis comercialmente tem cerca de 11% de cromo como mínimo. Eles podem ser ferríticos ou martensíticos dependendo do teor de carbono.

Com o aumento do cromo melhora a resistência à corrosão e oxidação, assim com 17% de Cr no aço ferrítico 430 (1.4016) poderia se esperar uma melhoria sobre o aço 410S (1.4000).

Da mesma forma no aço martensítico 431 (1.4057) com 15% de Cr pode se esperar uma melhor resistência à corrosão que o aço 420 (1.4021/1.4028) com 12% de Cr.

O nível de cromo acima de 20% melhora a resistência a corrosão “aquosa” no aço austenítico dúplex e com maior teor de liga, e também forma a base da resistência a oxidação em temperatura mais elevada dos aços ferríticos e austeníticos resistente ao calor, tais como o muito raro aço ferrítico 446 (25% de Cr) ou o mais amplamente usado aço austenítico 310 (1.4845) com 25% de Cr e 20% de Ni.

Acrescentando a esta regra básica o níquel (Ni) amplia o campo dos meios ambientes que podem ser utilizados os aços inoxidáveis.

A adição de 2% de Ni no aço martensítico 431 (1.4057) melhora o limite da resistência a corrosão. As adições entre 4,5% e 6,5% de Ni são feitas para obtenção dos aços dúplex. Os aços austeníticos tem a faixa entre 7% até acima de 20%.

Entretanto o teor de níquel não pode ser simplesmente relacionado com a resistência a corrosão. Seria errado assumir que o aço 304 (1.4301) com 8% de Ni tem uma melhor resistência que o aço dúplex 1.4462 com somente 5% de Ni.

Maiores adições de liga específica são também feitas com a ajuda específica na melhoria da resistência à corrosão.

Isso inclui o molibdênio (Mo) e nitrogênio (N) para a resistência a corrosão por pite e galvânica por fresta. Dos aços austeníticos o aço 316 é o mais importante com teor de Mo. Muitos dos aços dúplex disponíveis atualmente contém adições de Mo e N.

O cobre também é utilizado para melhorar a resistência a corrosão em alguns casos, mas é arriscado, em meios ambiente como em nível de concentração intermediária de ácido sulfúrico. Aços contendo cobre inclui o aço austenítico 904L (1.4539)

Propriedades mecânicas e físicas

Basicamente a resistência mecânica aumenta com adições de liga, porém o efeito importante é a diferença na estrutura atômica dos vários grupos de aços inoxidáveis.

Somente os aços inoxidáveis martensíticos são endurecíveis pelo tratamento térmico, como ocorre nos outros aços ligados.

Os aços inoxidáveis endurecíveis por precipitação aumenta a sua resistência por tratamento térmico, porém utiliza um processo diferente dos aços martensíticos.

Os aços ferríticos, austenítico e dúplex não podem aumentar a sua resistência ou serem endurecidos pelo tratamento térmico, porém respondem em vários níveis no mecanismo de aumento de resistência ao ser conformado a frio.

Os aços ferríticos tem propriedades mecânicas adequadas em temperatura ambiente mas tem uma limitada ductilidade comparável aos aços austeníticos. Não são adequados em aplicações criogênicas diminuindo a resistência nas temperaturas elevadas acima de 600°C embora terem sido utilizados com muito sucesso no sistema de exaustão automotiva.

Os aços austeníticos com sua característica de arranjo atômico de cubo com face centrado tem propriedades totalmente distintas. Mecanicamente são mais dúcteis e tenazes em temperaturas criogênicas.

A principal propriedade física que diferencia de outros tipos de aço de aço inoxidável é que não são magnéticos, ou seja, tem permeabilidade magnética relativamente baixa desde que estejam totalmente amolecido. Também tem coeficiente de condutividade térmica mais baixo e nível de expansão térmica mais elevado que outros tipos de aço inoxidável.

Os aços dúplex que tem uma estrutura mista de austenita e ferrita, compartilha de algumas das propriedades de outros tipos de aços, mas fundamentalmente são mecanicamente mais resistente que os aços ferrítico ou austenítico.

Técnica de conformação, fabricação e união

Dependendo do tipo de aço e condição de tratamento térmico, os aços inoxidáveis forjados são conformáveis e usináveis. Os aços inoxidáveis também podem ser fundido ou forjado no formato.

A maioria dos tipos e aços disponíveis podem ser unidos utilizando os métodos térmicos adequados incluindo caldeamento, brazagem e soldagem.

Os aços austeníticos são adequados para uma ampla faixa de aplicações em conformação de produtos planos (prensagem, estampagem, estiramento, repuxo, etc.)

Embora os aços ferríticos e dúplex sejam também utilizáveis para esses métodos de conformação, a excelente ductilidade e a característica de endurecer ao ser trabalhado dos aços austeníticos fazem com que os tornem a melhor escolha.

A conformabilidade dos aços austeníticos é controlada através do teor de níquel.

O aço 301 (1.4310) que tem um baixo teor de níquel, cerca de 7% e endurece no encruamento quando conformado a frio, permitindo assim a sua utilização para painéis de pressão reforçadas.

Ao contrário, níveis de níquel em torno de 8,5% torna o aço idealmente adequado a operações de estampagem profunda, como por exemplo na fabricação de cubas para pia de cozinha.

Os aços martensíticos não são facilmente conformáveis, mas são amplamente usados na estampagem para fabricação de lâminas de corte.

A maioria dos aços inoxidáveis podem ser usinados pelos processos convencionais desde que seja previsto sobremetal para preservar as características de resistência e endurecimento por trabalho a frio.

Para corte de camadas encruadas é normalmente suficiente as técnicas com controle de avanço e velocidade, com processos de boa lubrificação e refrigeração.

Onde há grande volume com alta produção pode ser necessário aços de melhor usinabilidade.

A este respeito, os aços inoxidáveis são tratados da mesma forma que os aços ligados, como adição de enxofre como o tradicional aço 303 (1.4305). Os aços com as inclusões controladas são também fornecidos com melhor usinabilidade.

A maioria dos aços inoxidáveis podem sofrer soldadura ou brazagem tomando cuidado na preparação da superfície e os fluxos serem selecionados evitando as propriedades naturais de oxidação na superfície, sendo um problema nesses processos térmicos.

Entretanto, a resistência à tração e a resistência à corrosão dessas juntas não são iguais ao potencial do aço inoxidável que foram unidos.

Para otimizar a resistência à tração e a resistência à corrosão, a maioria dos aços inoxidáveis podem ser soldados utilizando uma ampla série de técnicas.

A soldabilidade dos aços ferríticos e dúplex é boa, ao passo que os austeníticos são classificados como excelente para soldagem. Os aços martensíticos com baixo teor de carbono podem ser soldados com certo cuidado, mas os aços com 17% Cr, 1% de carbono, ou seja aço 440 (1.4125) não é adequado para soldagem.