



COLETÂNEA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS – AÇO INOXIDÁVEL

Seleção de aços inoxidáveis para aplicações criogênicas

Introdução

Os aços inoxidáveis ferríticos, martensíticos e duplex tendem a se tornarem quebradiços à medida que a temperatura é diminuída. Os aços inoxidáveis austeníticos tais como 304 (1.4301) e 316 (1.4401) são considerados “fortes” nas temperaturas criogênicas e podem ser classificados como “aços criogênicos”.

Eles podem ser considerados adequados para temperaturas em ambiente sub zero, algumas vezes mencionados em trabalhos como aplicações e situações com temperaturas baixas de até – 140°C. Isso é o resultado da estrutura atômica (cúbica de face centrada) da austenita, que é devida à adição de níquel nesses aços.

Os aços austeníticos não mostram no teste de impacto a transição dúctil-frágil, mas uma redução progressiva nos valores do impacto, assim que a temperatura é abaixada.

Medição da tenacidade ao impacto e resistência ao choque

Os testes de impacto como Charpy, são feitos para medir a tenacidade dos materiais. Para avaliar sua adequabilidade para aplicações criogênicas, o teste é feito após resfriamento do corpo de prova.

O teste de impacto Charpy mede a energia absorvida em Joules quando um corpo de prova padronizado de seção quadrada de 10mm (normalmente com entalhe em V e profundidade de 2mm) é fraturado sendo golpeado na máquina de teste – tipo pêndulo. Quanto mais energia é absorvida, mais tenaz é o material e menos provável a ocorrência de falha do material quando submetido a choques mecânicos ou impactos.

A tenacidade ao impacto dos aços varia com a temperatura. Os aços ferríticos e martensíticos mostram o que é conhecido como “transição dúctil- frágil”, onde ao fim de uma certa faixa de temperatura, há uma redução pronunciada na tenacidade ao impacto para um pequeno decréscimo na temperatura do teste.

Quando plotado num gráfico, a energia absorvida versus temperatura produz uma curva em “S”.

O ponto médio do “S” é conhecido como a “temperatura de transição”. Aqui a forma de fraturar muda à medida que a temperatura abaixa, de dúctil onde o aço pode absorver totalmente uma grande quantidade de energia na quebra, para frágil onde somente uma pequena quantidade de energia é absorvida.

Por essa razão é perigoso usar aços nesse estado frágil em aplicações estruturais, pois mesmo com pequenas cargas de impacto pode resultar numa repentina falha catastrófica.

O efeito da estrutura do aço na tenacidade

A tenacidade dos aços austeníticos é função da sua estrutura atômica “cúbica de face centrada”. A presença de ferrita ou martensita na estrutura CFC pode limitar a utilidade criogênica dos aços inoxidáveis austeníticos.

Os níveis baixos de ferrita normalmente presente nos aços austeníticos forjados não é prejudicial.

O trabalho a frio nos aços inoxidáveis austeníticos podem também afetar sua tenacidade criogênica. Isso é devido à formação progressiva da martensita na austenita metaestável. Com efeito, isso é similar à presença da ferrita e pode ser controlado da mesma forma através da modificação da composição química que estabilize a austenita (adição de Ni, Mn, N etc).

Além disso, os efeitos do trabalho a frio podem ser removidos pelo tratamento térmico. A solubilização (amolecimento) através do aquecimento em torno de 1050 / 1100°C e esfriamento ao ar, dependendo do tamanho da seção, aliviará a tensão completamente, transformando para a estrutura inicial, naturalmente austenítica e tenaz.

As áreas soldadas podem correr o risco de fratura frágil em temperaturas muito baixas quando a quantidade de ferrita nas soldas é mais elevada que aquela comum ao aço forjado (para evitar trincas a quente na solidificação).

Os consumíveis especiais para soldagem com teor baixo de ferrita são utilizados para aplicações criogênicas e são considerados para aplicações em temperatura muito baixa e com total segurança.

As composições químicas dos fundidos de aço inoxidáveis austeníticos apresentam os níveis de ferrita mais altos que os aços correspondentes forjados BS 3100 – Aços fundidos para finalidade de engenharia geral, requerem testes de impacto especiais a – 196°C para aplicações criogênicas nos aços como o 304C 12LT 196. Embora não tendo maiores restrições na composição química, este aço exige atender no teste de impacto Charpy adicional o requisito de 41 Joules no mínimo a – 196°C.

Tenacidade ao impacto dos aços inoxidáveis austeníticos

Quando os aços inoxidáveis austeníticos são testados no impacto Charpy a – 196°C o resultado obtido mostra tenacidade de 130 Joules para o aço 304 (1.4301), o que excede o valor de 60 Joules especificado pela norma para vasos de pressão BS EN 10028 – 7, para o aço 304 (1.4301) a – 196°C.

Quaisquer dos aços inoxidáveis austeníticos são adequados para aplicações nessas temperaturas. Os aços mais adequados para trabalho a temperaturas muito baixas são os que apresentam adições de estabilizadores da austenita tais como nitrogênio, por exemplo 304 LN (1.4311).

(Os aços de maior teor de ligas como 310 (1.4845) ou 904 L (1.4539), que tiram proveito da estabilidade da austenita pelo teor elevado de níquel, também são considerados).

Aços forjados com adições de estabilizadores de ferrita como o 321 (1.4541) ou 347 (1.4550) não são adequados para temperaturas muito baixas como por ex. o hélio líquido com ponto de ebulição a – 269°C.

Tenacidade ao impacto de outros aços inoxidáveis

Os aços inoxidáveis ferríticos, martensíticos e duplex não podem ser considerados como aços criogênicos.

Suas características de impacto mudam nas temperaturas sub zero como acontece com os aços de baixa liga. As temperaturas de transição dependerão da composição química e do tratamento térmico.