



## **COLETÂNEA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS – AÇO INOXIDÁVEL**

### **Comparação dos aços 316 (1.4401) e 316L (1.4404/1.4432) com 316 Ti (1.4571)**

#### **O que é o aço 316 Ti (1.4571)?**

O aço inoxidável 316 Ti tem sido tradicionalmente especificado pelos engenheiros alemães e usuários com o aço W Nr. 1.4571. O aço padrão do Reino Unido é o 320 S 31.

Este aço é essencialmente um tipo padrão 316 estabilizado com titânio e é similar em princípio com o aço 304 (1.4301) estabilizado com titânio para produzir o aço 321 (1.4541). A adição do titânio é efetuado para reduzir o risco da corrosão intergranular após aquecimento em temperatura na faixa de 425 – 815°C.

#### **Corrosão intergranular**

Quando os aços inoxidáveis austeníticos ficam expostos a prolongado aquecimento em temperatura na faixa de 425 – 815°C, o carbono do aço difunde nos contornos dos grãos e precipita o carboneto de cromo. Esta remoção do cromo da solução sólida deixa um teor de cromo mais baixo nas adjacências dos contornos dos grãos. Os aços nestas condições são denominados “sensitizados”. Os contornos dos grãos ficam propensos a um ataque preferencial após exposição ao ambiente corrosivo. Este tipo de corrosão é conhecido como corrosão intergranular, também conhecido no passado como “desintegração da solda”.

A adição do titânio reduz o risco da corrosão intergranular, desde que se formem os carbonitreto de titânio em vez de carbonetos de cromo que tem o efeito de manter a correta distribuição do cromo através da estrutura do aço.

O resultado é que as regiões adjacentes aos contornos dos grãos, onde se formam os carbonitreto, não diminui o teor de cromo a um nível que possa ocorrer a corrosão localizada na região do contorno dos grãos.

Uma das alternativas para reduzir o risco do ataque com corrosão intergranular é reduzir o teor de carbono abaixo de 0,03%. Assim um aço 316 é produzido, na prática, com a mesma resistência à corrosão intergranular como o aço 316 Ti (320 S 31/1.4571). Este é o fundamento dos aços 316L (316 S 11/1.4404 e 316 S 13/1.4432).

#### **O aço 316 Ti é intercambiável com o aço 316L?**

Na maioria dos casos pode se entender que os dois aços são intercambiáveis, o aço 316L (316 S 11/1.4404) é adequado para aplicações onde é especificado o aço 316 Ti (320 S 31/1.4571). Nos meios de corrosão aquosa ou em temperatura ambiente não há praticamente vantagem em especificar o aço 316Ti no lugar do aço 316L. Em algumas circunstâncias o aço 316L (1.4404/1.4432) pode ser a melhor escolha.

### **Propriedades mecânicas**

A presença do titânio no aço 1.4571, entretanto, produz algumas melhorias na resistência mecânica, especialmente, em temperaturas elevadas acima de 600°C e deverá ser tomado todo cuidado ao escolher o aço 1.4404 como substituto sob essas condições. O aço 1.4571 pode entretanto ter as propriedades de impacto inferior na temperatura ambiente, comparado ao aço 316L (1.4404/1.4432)

### **Usinabilidade**

Em razão das partículas de carbonitreto de titânio a usinabilidade do aço 316 Ti (1.4571) resulta num desgaste elevado da ferramenta de corte e não pode ser conformado a frio ou recalado a frio como por exemplo os aços 316L (1.4404/1.4432) que podem ser facilmente trabalhado.

### **Polimento**

Os carbonitreto de titânio do aço 316 Ti (1.4571) podem resultar também em problemas onde é requerido acabamento superficial polido de alto padrão. As partículas de carbonitreto de titânio podem resultar em riscos “cauda de cometa” na superfície polida que são arrastadas durante o polimento. Isso é análogo no aço 321 (1.4541), e que não é recomendado no polimento mecânico brilhante nº8 da norma antiga BS 1449 Pt 2 (norma atualizada BS EN 10088:2 – 1995 Acabamento 1P/2P).

### **Resistência a corrosão**

Há também alguma evidência que o aço 316 Ti (1.4571) pode ter resistência a corrosão por pite e a trinca de corrosão sob tensão inferiores comparado aos aços 316L (1.4404/1.4432), embora a resistência a corrosão geral pode ser assumido, via de regra, pode ser considerado como análogo. O aço estabilizado com titânio 316 Ti (1.4571) pode estar também sujeito a ataque “com sulco de faca” nas zonas afetadas pelo calor das soldas, muito próximo a zona de fusão onde os carbonitreto são redissolvidos na matriz do aço solidificado.

### **Soldabilidade**

A soldabilidade dos aços 316 Ti (1.4571) e 316L (1.4404/1.4432) pode ser assumida como sendo similar. Em nenhum dos aços podem se esperar que a soldagem sejam mais fácil ou melhor do que o outro. Para soldagem do aço 316 Ti (1.4571) deverá ser utilizado material de enchimento (consumíveis para solda) estabilizado com nióbio, principalmente onde é importante a resistência da solda em temperatura elevada. Em outras palavras o consumível de 316L resultaria em cordão de solda mais resistente à corrosão aquosa que o material de base 316 Ti (1.4571).