

# Corrosão Sob Tensão (CST) por Ácidos Politiônicos

## 1. Introdução

O processo de corrosão sob tensão (CST) somente ocorre com a combinação de três fatores:

- Material suscetível;
- Tensão de tração (aplicada ou residual);
- Meio suscetível.

No caso da corrosão sob tensão por ácidos politiônicos o material suscetível são os aços inoxidáveis austeníticos (série 300), principalmente quando sensibilizados; a tensão pode ser proveniente da fabricação ou soldagem ou decorrentes da operação e o meio são os ácidos sulfurosos, que surgem nas paradas dos equipamentos e tubulações.

É uma forma de trincamento por corrosão sob tensão que ocorre normalmente durante paradas, partidas ou durante operação quando ar e umidade estão presentes.

O ataque corrosivo aos aços inoxidáveis austeníticos sensibilizados é devido à formação de ácidos sulfurosos, a partir de incrustações internas de sulfetos, nos equipamentos e tubulações, que se formam sob a ação do ar e da umidade.

As trincas são geralmente de difícil detecção, apresentando-se na forma de microtrincas ramificadas intergranulares ou transgranulares na superfície do metal, que propagam para o seu interior, na maior parte das vezes sem deixar produto de corrosão.

Portanto, os ácidos politiônicos ( $H_2S_xO_y$ ) se formam, principalmente, durante o processo de parada dos equipamentos e tubulações, através da reação do Oxigênio e água com os Sulfetos de Ferro e/ou de Níquel, e as trincas ocorrem em regiões adjacentes às soldas e em áreas localizadas de altas tensões. O trincamento pode propagar-se rapidamente através da espessura da parede do equipamento ou tubulação, com potencial de dano elevado, a depender o fluido e da pressão interna.

## 2. Referências

- API Recommended Practice 571

Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry

- NACE SP0170

Protection of Austenitic Stainless Steels and Other Austenitic Alloys from Polythionic Acid Stress Corrosion Cracking During a Shutdown of Refinery Equipment

- ASTM A 262

Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels

## 3. Descrição da corrosão por ácidos politiônicos

Para a ocorrência da corrosão por ácidos politiônicos é necessária uma combinação de condições ambientes, material e tensão.

- Meio Ambiente

Componentes metálicos formam uma crosta ou incrustação de Sulfeto quando expostos a compostos de Enxofre. A crosta pode reagir com o ar (Oxigênio) e a umidade para formar ácidos sulfúricos (ácido polietiônico).

- Material

O material deve estar em uma condição suscetível ou “sensibilizada”.

- Tensão

Tensão de tração residual de fabricação ou aplicada, isto é, devido às condições operacionais. Tensões residuais na maioria dos componentes já são geralmente suficientes para promover o trincamento.

Os materiais afetados são os aços inoxidáveis austeníticos, séries 300, e as ligas especiais alloy 600/600H e alloy 800/800H. Esses materiais tornam-se sensibilizadas na exposição a temperaturas elevadas durante a fabricação, soldagem ou operação em alta temperatura.

A "sensibilização" refere-se à formação de carbeto de Cromo nos limites de grãos do metal, roubando o Cromo livre que promove a resistência à corrosão, e ocorre na faixa de temperatura de 400°C a 815°C (750°F a 1500°F).

O teor de Carbono na liga metálica e a exposição do material à alta temperatura têm um efeito significativo na suscetibilidade à sensibilização. Os aços inoxidáveis tipos 304/304H e 316/316H são particularmente suscetíveis à sensibilização na ZTA-Zona Termicamente Afetada da solda.

Já os aços inoxidáveis austeníticos de baixo Carbono, grau "L" (<0,03%C), são menos suscetíveis e geralmente podem ser soldados sem sensibilização. Os graus L não sensibilizam desde que as temperaturas normais de operação não excedam cerca de 400°C (750°F).

As trincas se propagam intergranularmente e geralmente ocorrem próximas a soldas, mas também pode ocorrer no metal de base.

Além disso, normalmente são muito localizadas e podem não ser evidentes até que um vazamento apareça durante a partida ou operação.

Por outro lado, a corrosão ou perda de espessura é geralmente insignificante.

#### **4. Unidades afetadas ou equipamento**

- a) Todas as unidades onde ligas sensibilizadas são usadas em ambientes contendo compostos de Enxofre. Equipamentos comumente danificados incluem tubos de permutadores de calor, tubos de fornos e tubulações.
- b) Os tubos de fornos, com queima de óleo, gás, coque e a maioria das outras fontes de combustível, podem ser afetados dependendo dos níveis de Enxofre no combustível.
- c) Casos graves foram encontrados em Unidades de Craqueamento Catalítico UFCC: anéis de ar, *plenums*, *slide valves*, componentes de ciclones, foles de juntas de expansão e tubulações.
- d) Em Unidades de Hidroprocessamento: tubos de fornos, tubos de trocadores de calor, foles de juntas de expansão.
- e) Unidades destilação e de coqueamento retardado: tubulações.
- f) Caldeiras e equipamentos de alta temperatura expostos a produtos de combustão que contenham compostos de Enxofre.

#### **5. Medidas preventivas**

- a) Para o controle do processo de CST- Corrosão Sob Tensão por ácidos politiônicos, se deve investir na utilização de aços inoxidáveis austeníticos estabilizados (com tratamento de estabilização: inox 321 e 347) ou aços inoxidáveis austeníticos com baixo teor de Carbono (inox série 300L), reduzindo assim a possibilidade de sensibilização.

Os aços inoxidáveis austeníticos de baixo carbono, como 304L/316L/317L, proporcionam alguma melhoria em relação aos outros aços inoxidáveis. Porém, mesmos os graus L sensibilizam, se expostos algumas horas acima de 540°C (1000°F) ou em longo prazo acima de 400°C (750°F).

Melhor resistência ao trincamento por ácidos politiônicos pode ser obtida com ligas metálicas estabilizadas com Ti e Nb, tipicamente usados são os aços inoxidáveis austeníticos tipos 321 e 347 e as ligas à base de Níquel 825 e 625.

Para assegurar que os componentes não estão suscetíveis à corrosão intergranular, devem ser realizados ensaios laboratoriais de corrosão específicos, para a avaliação do material, através da metodologia descrita na Norma ASTM A262 Prática A. Um tratamento térmico de sensibilização é freqüentemente aplicado aos graus L e/ou outros quimicamente estabilizados antes do teste.

- b) Um tratamento térmico de estabilização térmica a 900°C (1650°F) pode ser aplicado às soldas de aços inoxidáveis austeníticos somente solubilizados, após toda a soldagem estar

completa, na tentativa de reduzir a sensibilização e a suscetibilidade aos ácidos politiônicos, porém esse tratamento térmico é muito difícil de executar no campo.

c) Quando existir a possibilidade de ocorrência de CST por ácidos politiônicos, após a parada da unidade e antes do equipamento ser aberto ou exposto ao ar, se deve inertizar os equipamentos e tubulações com purga com Nitrogênio seco, e realizar lavagem com solução alcalina para neutralização dos possíveis ácidos sulfurosos (conforme Norma NACE SP0170) durante o procedimento de abertura dos equipamentos.

d) Para fornos, manter a fornalha aquecida acima do ponto de orvalho para evitar a formação de ácidos nos tubos, até a lavagem.

e) A inspeção com PT-Líquido Penetrante pode ser usada para detectar as trincas por ataque pelos ácidos. No entanto, como as trincas são preenchidas com depósito da própria corrosão ou produto coqueado, pode ser necessário o lixamento para melhorar o exame.

f) O monitoramento das trincas causadas pelo ataque dos ácidos politiônicos só é possível durante as inspeções nas paradas da instalação industrial.