

Corrosão Sob Tensão (CST) por Cloreto

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 Cloretos o material suscetível são os aços inoxidáveis austeníticos (série 300), a tensão pode ser proveniente da fabricação ou soldagem ou decorrentes da operação e o meio são os íons de Cloro, presentes no fluido de processo em equipamentos e tubulações.

Todos os aços inoxidáveis austeníticos (série 300) são altamente suscetíveis a CST por Cloretos.

Já os aços inoxidáveis duplex são mais resistentes e as ligas à base de Níquel são altamente resistentes, mas não totalmente imunes.

2. Referências

API Recommended Practice 571

Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry

3. Descrição do processo corrosivo

O processo de corrosão sob tensão por cloreto ocorre na superfície dos aços inoxidáveis austeníticos (série 300) e de algumas ligas à base de Níquel, uma vez que os íons de Cloro (Cl⁻) adsorvidos na superfície do metal geram descontinuidades no filme ou película de óxido de Cromo, que é quem afeature a característica de resistência à corrosão, do aço inoxidável.

Essa pequena área danificada funciona como anodo, resultando em um processo corrosivo bem localizado (pitting).

As trincas iniciadas na superfície são causadas sob a ação combinada de tensão de tração, temperatura e um ambiente de cloreto aquoso. A presença de Oxigênio dissolvido aumenta a propensão às trincas.

É necessária a presença de água líquida para a ocorrência e a hidrólise dos íons metálicos promove uma queda do pH, o que impede a reconstituição da película protetora.

O início do processo é relativamente lento, porém, uma vez ocorrido, ele é acelerado, pois consiste em uma reação auto catalítica e a presença de elevada tensão mecânica ou térmica acelera o processo, tornando-o cada vez mais localizado, possibilitando assim a ocorrência de trincas finas transgranulares e ramificadas a partir dos pites, que propagam para o seu interior da parede de metal, na maior parte das vezes sem deixar produto de corrosão.

A corrosão sob tensão por cloreto é influenciada pelos seguintes parâmetros:

- Temperatura:

O aumento da temperatura acelera o processo, porém, conforme mencionado anteriormente, é necessária a presença de água líquida para ocorrência.

- pH:

Os pH ácidos favorecem o processo de corrosão sob tensão, portanto, deve ser controlado em valores acima de 7.

- Tensão localizada

Concentradores de tensão como entalhes ou mudanças de geometria aceleram o processo e devem ser evitados no projeto e na fabricação.

4. Condições propícias à ocorrência da corrosão por cloretos

- a) Conteúdo de Cloro, pH, temperatura, tensão, presença de Oxigênio e composição da liga são fatores críticos.
- b) Temperaturas crescentes aumentam a suscetibilidade às trincas.
- c) O aumento dos níveis de cloreto aumenta a probabilidade de trincas.
- d) Nenhum limite inferior prático para cloretos existe porque há sempre um potencial de concentração dos cloretos localizadamente.
- e) As condições de transferência de calor aumentam significativamente a suscetibilidade a trincas, pois permitem que os cloretos se concentrem. Exposições alternadas a condições de umidade ou vapor e água também são propícias a trincas.
- f) A CST geralmente ocorre em valores de pH acima de 2. Em valores de pH mais baixos, a corrosão uniforme geralmente predomina. A tendência de CST diminui em direção à região de pH alcalino.
- g) O trincamento geralmente ocorre em temperaturas de metal acima de 60°C (140°F), embora exceções possam ser encontradas em temperaturas mais baixas.
- h) A tensão pode ser aplicado ou residual. Componentes altamente tensionados ou trabalhados a frio, como foles de expansão, são altamente suscetíveis a trincas.
- i) O Oxigênio dissolvido na água normalmente acelera a CST, mas não está claro se existe limiar de concentração de Oxigênio abaixo do qual a CST é improvável.
- j) O teor de Níquel da liga tem um efeito importante na resistência. A maior suscetibilidade é em um teor de Níquel de 8% a 12%. Ligas com teor de Níquel acima de 35% são altamente resistentes e ligas acima de 45% são praticamente imunes.
- k) Os aços inoxidáveis duplex (ferrite-austenita) têm resistência melhor a CST, mas não estão imunes.
- l) Aços Carbono, aços de baixa liga e aços inoxidáveis da série 400 não são suscetíveis ao Clorídrico por cloretos.

5. Características da CST por cloretos

- a. As trincas podem ocorrer internamente, pelo fluido de processo ou externamente sob o isolamento térmico.
- b. As trincas características por corrosão por tensão são transgranulares têm muitas ramificações e podem ser detectadas visualmente.
- c. As soldas dos aços inoxidáveis austeníticos geralmente contêm algum teor de ferrita, produzindo uma estrutura duplex ferrita-austenita. que é geralmente mais resistente à corrosão CST por cloretos.

6. Unidades e equipamentos afetados

- a. Todos os componentes da tubulação e de vasos de pressão fabricados com aços inoxidáveis austeníticos (série 300), em qualquer unidade de processo são suscetíveis à corrosão CST por cloretos.
- b. Os drenos desses equipamentos são suscetíveis a trincas durante a partida/parada se não forem corretamente purgados.
- c. Foles de juntas de expansão e tubulações de instrumentos, particularmente aqueles associados a correntes de fluidos contaminados com cloretos, podem ser afetados.
- d. A corrosão por cloretos externamente, em tubulações e equipamentos, também tem sido um problema em superfícies isoladas termicamente, quando o isolamento é molhado e a umidade com cloretos se deposita sobre a superfície de metal.

7. Medidas preventivas

Usar materiais de construção resistentes ao ataque por cloretos.

Durante a parada de manutenção, é importante controlar o teor de cloreto na água utilizada para lavagem e para teste hidrostático em no máximo 30 ppm. Em seguida secar rápida e completamente.

O trincamento tem origem na superfície e pode ser detectado visualmente em alguns casos. Porém, efetuar exame com PT-Líquido Penetrante, principalmente nas regiões de concentração de tensão, onde houver possibilidade de condensação e acúmulo de produto. Em alguns casos, ocorrem trincas extremamente muito estreitas difíceis de se encontrar com PT. Daí, métodos especiais de preparação de superfície, incluindo polimento ou jateamento de água em alta pressão, podem ser necessários.

Inspecionar com UT-Exame com Ultrassom, pois, freqüentemente, a RT-Exame por Radiografia não é suficientemente sensível para detectar as trincas, exceto em estágios avançados, onde uma rede significativa de trincas se desenvolveu.

Métodos de inspeção por *Eddy current* também são usados em tubos de permutadores de calor, bem como em tubulações e vasos de pressão.

Revestir as tubulações e equipamentos com película de Alumínio antes de aplicar o isolamento térmico.

Nos projetos evitar que haja regiões estagnadas onde os cloretos possam concentrar-se ou depositar.

O alívio térmico de tensão de alta temperatura dado aço inoxidável série 300, após a fabricação, pode reduzir as tensões residuais e prevenir a CST por clorets. No entanto, se devem considerar os possíveis efeitos da sensibilização que pode ocorrer, levando ao aumento da suscetibilidade ao ataque por ácidos politiônicos, possíveis problemas de distorção e proporcionar as trincas de reaquecimento.

Nota:

O fenômeno trincas de reaquecimento (ou trincas de alívio térmico de tensão) pode acontecer durante tratamento térmico pós-soldagem (a temperaturas entre cerca de 450 e 700°C) em alguns materiais, particularmente aços Cr-Mo-V e aços inoxidáveis austeníticos.

As trincas de reaquecimento ocorrem, em geral, na ZTA zona afetada pelo calor e na zona fundida e se propagam ao longo dos contornos de grão austeníticos.