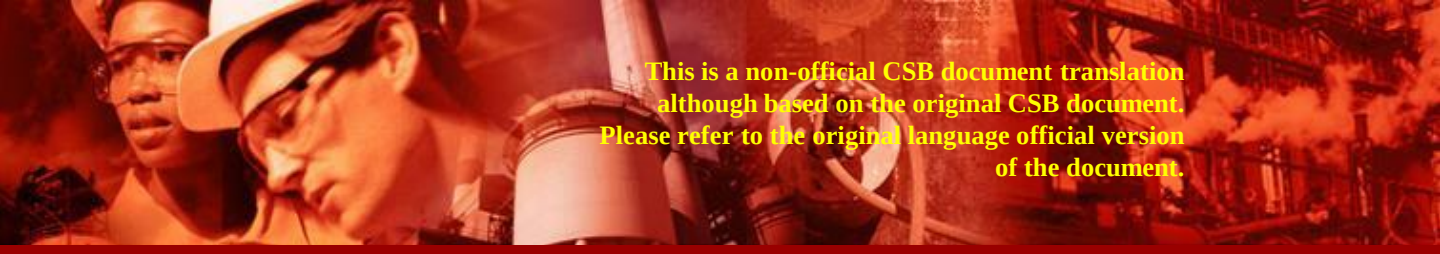

This is a non-official CSB document translation although based on the original CSB document. Please refer to the original language official version of the document.

Alerta de Segurança do CSB: Prevenindo Ataque por Hidrogênio a Alta Temperatura (HTHA)

Antecedentes & Constatações da Investigação

O *Chemical Safety and Hazard Investigation Board* (CSB) dos EUA descobriu que programas de integridade mecânica inadequados, incluindo a manutenção preventiva para o controle de mecanismos de danos e o envelhecimento de equipamentos em indústrias químicas, têm sido causas dos incidentes investigados pelo CSB. A investigação do CSB para a falha catastrófica de um permutador de calor de quarenta anos na Refinaria de Tesoro em Anacortes, Washington, concluiu que a explosão fatal e o incêndio foram causados por um mecanismo de dano conhecido como ataque por hidrogênio a alta temperatura (*"high temperature hydrogen attack"*), ou HTHA, que rachou e enfraqueceu severamente o trocador de calor em aço carbono ao longo do tempo, levando a uma ruptura.[1]

A indústria utiliza um padrão para determinar a vulnerabilidade de equipamentos para o HTHA, conhecido como Prática Recomendada (RP) 941, do *American Petroleum Institute* (API), *Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and the Petrochemical Plants*. O padrão utiliza as "Curvas de Nelson" para prever as condições de operação onde pode ocorrer o HTHA em diferentes tipos de aços. As curvas são baseadas em dados de processo reportados voluntariament ao API, e são desenhadas conforme ocorrências de HTHA reportadas para indicar as regiões de operação "seguras" e "inseguras". A investigação do CSB identificou que a Tesoro, assim como outros na indústria, utilizavam a API RP 941 para prever a susceptibilidade de equipamentos a danos por HTHA. O CSB descobriu que o HTHA ocorreu na região de operação "segura" do trocador de calor da Tesoro – onde a API RP 941 não previa esse tipo de ocorrência, por HTHA.

Prever e identificar danos a equipamentos por HTHA é uma tarefa complexa. O CSB concluiu na investigação do incidente na Tesoro Anacortes que a utilização de materiais inerentemente mais seguros é a melhor abordagem para prevenir o HTHA. A curva de Nelson para o aço carbono tem provado repetidamente não ser confiável para predizer o HTHA. Por exemplo, a edição de 2016 da API RP 941 relata 13 novas falhas abaixo da curva de Nelson para o aço carbono. Além disso, a inspeção de HTHA é difícil porque as fissuras microscópicas podem ser localizadas e difíceis de identificar. O CSB concluiu que as inspeções não deveriam se basear na identificação e controle do HTHA, uma vez que a identificação bem sucedida de HTHA é altamente depedente do emprego de técnicas específicas e da perícia do inspetor e são poucos os inspetores que possuem esse nível de expertise.

Como resultado de suas conclusões, o CSB fez uma recomendação para o API a fim de evitar ainda mais a ocorrência de HTHA através da revisão da RP 941 da seguinte forma:

Recomendação No. 2010-8-I-WA-R10 do CSB:
Revisar a API RP 941 do American Petroleum Institute: Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants para:

a. Estabelecer claramente os requisitos mínimos necessários mandatórios para prevenir falhas em equipamentos por HTHA utilizando um formato tal qual o usado na ANSI/AIHA Z10-2012, Occupational Health and Safety Management Systems;

b. Requerer a utilização de matertiais inerentemente mais seguros na maior extensão possível;

c. Requerer a verificação das reais condições de operação para confirmar que o material selecionado evita a falha do equipamento por HTHA; e

d. Proibir a utilização de aço-carbono em processos que operem com temperaturas superiores a 400 ºF (204 ºC) e com pressões parciais de hidrogênio superiores a 50 psia.

---

[1] Mais informações sobre a explosão e incêndio na Refinaria da Tesoro em Anacortes podem ser encontradas em: http://www.csb.gov/tesoro-refinery-fatal-explosion-and-fire/ .

A Falha Catastrófica de Equipamentos por HTHA Pode Ainda Ocorrer Usando a Nova Curva de Nelson do API

Em Fevereiro de 2016, o API publicou a 8ª edição da RP 941. Embora essa orientação atualizada preveja melhorias incrementais, ela não contempla elementos importantes da recomendação do CSB. Na versão de 2016, há agora duas curvas de Nelson para o aço-carbono, diferenciadas pelo fato do equipamento ter sofrido tratamento térmico pós-solda (PWHT). A curva do API para o aço-carbono sem PWHT foi desenhada abaixo das 13 falhas registradas recentemente. Essa curva de Nelson não significa contudo, ter levado em conta todas as condições de processo estimadas em que falhas catastróficas ocorreram devido ao HTHA na Refinaria de Tesoro Anacortes. Como resultado, a nova curva permite que equipamentos de refinarias operem nas condições em que o HTHA danificou severamente o trocador de calor da Tesoro. A utilização de uma curva que não incorpore dados significativos de falhas poderia resultar em futuras falhas catastróficas de equipamentos.

Além disso, o padrão atualizado não estabelece requisitos mínimos para prevenir falha de equipementos por HTHA ou requerer o uso de materiais inerentemente mais seguros. O API já identifica materiais que não são suscetíveis a falhas por HTHA no API 571.[2] O CSB, em última análise, acredita que a opção mais forte para a indústria se proteger contra o HTHA é se concentrar em melhorar equipamentos suscetíveis ao HTHA com materiais inerentemente mais seguros ao invés de simplesmente confiar em controles administrativos . Não só é muito difícil de se detectar o HTHA, mas inspeções de equipamentos e tratamento-térmico de pós-solda dependem de procedimentos e implementação humana, que são baixos na hierarquia de controles. Essas opções são salvaguardas mais fracas para evitar falhas por HTHA do que a utilização de materiais menos suscetíveis a danos por HTHA. Como resultado dessas deficiências verificadas, o Comitê votou, em 13 de Julho de 2016, designando a Recomendação 2010-08-I-WA-R10 com o status de **Encerrada – Ação Inaceitável.**

Na falta de uma Curva de Nelson para o aço-carbono que proteja adequadamente contra o HTHA e incorpore as descobertas da falha na Tesoro Anacortes, o CSB dá a seguinte orientação para a indústria:

Orientações de Segurança do CSB para Prevenir Falha de Equipamentos por HTHA:

1. Identificar todos os equipamentos em aço-carbono em serviço com hidrogênio que têm o potencial para ferir os trabalhadores ou as comunidades devido a falhas catastróficas;
2. Verificar as reais condições de operação (temperatura e pressão parciais de hidrogênio) dos equipamentos em aço-carbono identificados;
3. Substituir os equipamentos de processo em aço-carbono que operem acima de 400 °F (204 °C) e com pressão parcial de hidrogênio maior que 50 psia; e
4. Usar materiais inerentemente mais seguros, tais como aços com maior teor de cromo e molibdênio.

Programas de integridade mecânica foram causais em vários incidentes recentes investigados pelo CSB. No seu "Melhorias na Segurança Mais Desejadas", o CSB identifica a Manutenção Preventiva—incluindo ações para efetivamente controlar mecanismos de falhas—como uma melhoria fundamental para toda a indústria na prevenção de incidentes catastróficos. O CSB também insta os reguladores a modernizar as normas de Gestão de Segurança de Processo Americanas, requerendo análise de sistemas inerentemente mais seguros, como uma forma de se evitar falhas catastróficas de equipamentos. Mais informações sobre esses tópicos sobre segurança estão disponíveis em: http://www.csb.gov/mostwanted/ .

Traduzido do inglês para o português (Brasil) por Antonio R. Lauzana – Agosto de 2016.

[2] A API RP 571 diz que, "Série 300 de AI, assim como ligas 5Cr, 9Cr e 12 Cr, não são suscetíveis ao HTHA nas condições normalmente observadas em refinarias. Nome de 571 em Anacortes, que têm esses materiais, em Anacortes. API RP 571. *Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refinery Industry. 2003; p 5-83.*