cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

PROPAGAÇÃO DE DANOS POR HIDROGÊNIO NOS AÇOS BAIXA LIGA P11 INFLUENCIADOS PELO TORQUEAMENTO NOS FLANGES DE PESCOÇO

Eng Mecânico José Raimundo dos Santos Filho
Braskem – Inspeção de Equipamentos

Introdução

Durante Inspeção preventiva nos reatores que operam com hidrogênio e hidrocarboneos a 500 °C e 12 Kgf/cm², foram identicadas trincas em um dos flanges da linha de fundo do reator, fabricado em aço baixa liga P11. As descontinuidade decorrentes de danos por hidrogênio surgiram e se propagaram em regiões especificas de maior concentração de tensão decorrente do torqueamento nos estojos dos flange.

Objetivos

Desenvolver e aplicar metodologia para garantir a Integridade dos equipamentos e tubulações sujeitas a danos por hidrogênio, a fim de encontrar e elminar defeitos em sua fase inicial

Metodologia

- Análise por elementos finitos (MEF)- identificar pontos de concentração de tensão;
- Definir regiões para ensaios de LP, PM e US, com base na análise de tensão;
- Validação de técnica de US – phased array – avaliar flanges;
- Remoção das descontinuidades encontradas;

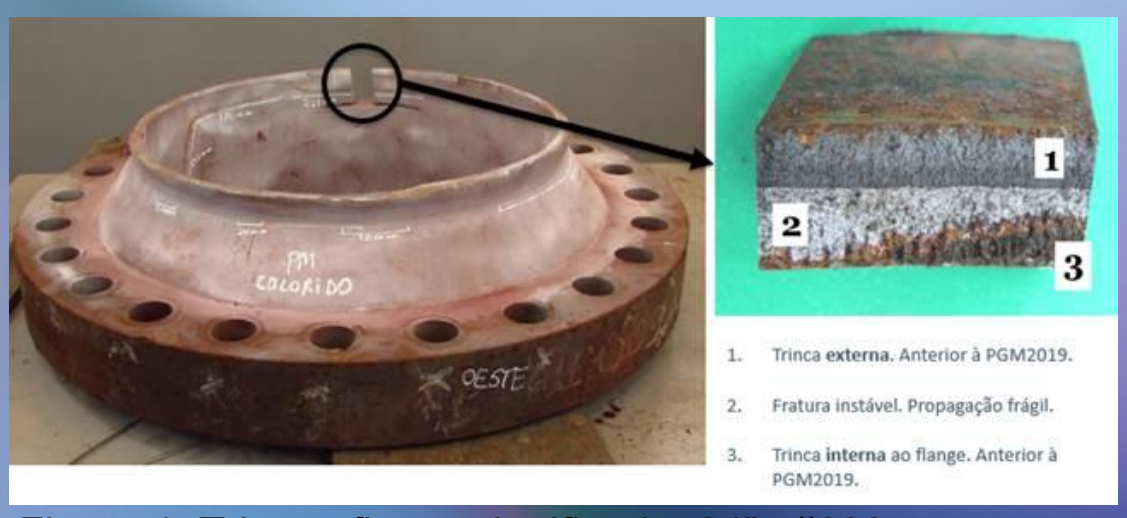


Figura 1. Trincas flange danificado, 24”x #600.
Fonte:BRK (LabMaf)

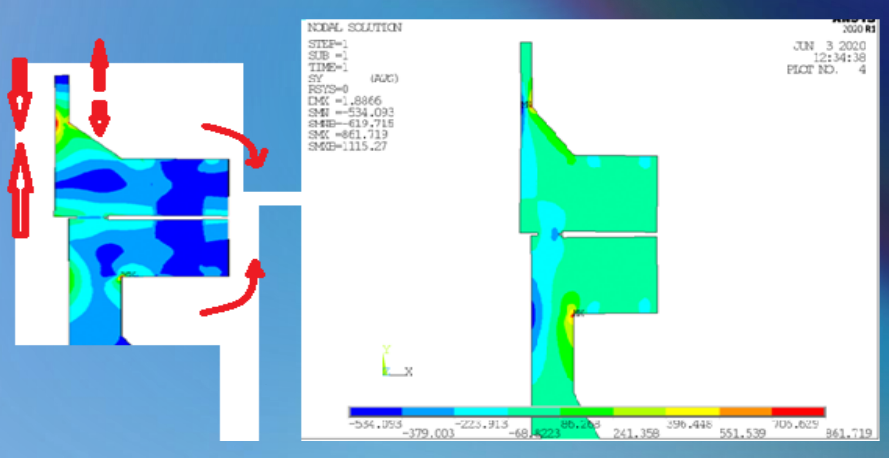


Figura 2. Regiões de concentração de tensão indicadas pelo MEF. Fonte: TRESCA.

Resultados e Discussão

A metodologia foi aplicada nos demais flanges dos reatores, totalizando-se em 24 flanges a serem avaliados. Destes, cinco apresentaram defeitos, trincas superficiiais de fácil remoção, sendo que um flange apresentou trinca com maior profundidade e altura, para este caso optou-se em substituir o flange.



Figura 3. bloco de teste desenvolvido para validação do ensaio de PA nos flanges de pescoço.



Figura 4. Trincas identificadas após ensaios

Conclusões

Os resultados obtidos mostraram que a aplicação da metodologia possibilitou identificar defeitos provavelmente iniciados por fragilização por hidrogênio e que os esforços decorrentes da aplicação do torque nos estojos geram regiões preferenciais para o surgimento destas trincas. A partir desta assertiva foi possível qualificar melhor as amostragens de regiões para ensaios e garantir a Integridade dos Equipamentos.

Referências e Agradecimentos

Agradecimentos: à BRK, á equipe de Inspetores UA e à equipe do LabMaf pelo apoio.

Referências : **TRESCA** – Análise de Tensões no Flange - Relatório 20059; **API 571** -Damage Mechanisms,mar/20; **API RP 941** - Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures; **ASME API 579 / FFS-1.**