



Avaliação do efeito de fluidos a altas temperaturas em geradores de vapor na indústria da produção de petróleo e gás.

Heider A. C. Júnior¹, Renan H. S. S. Rita ², Samuel S. Sousa³, Willyam B. A. Santos⁴,
Nedo L. O. Júnior⁵

¹3R Petroleum

RESUMO

Este estudo busca compreender as falhas em tubos de câmaras de radiação em geradores de vapor, visando não apenas as causas imediatas, mas também os mecanismos subjacentes. Utilizando diversas técnicas analíticas, incluindo análise química, microscopia eletrônica e difração de raios-X, identificaram uma alta concentração de cloreto e sulfato, indicando possíveis problemas corrosivos e de incrustação. Os resultados proporcionam insights para a manutenção preventiva e o desenvolvimento de estratégias de mitigação de falhas, promovendo uma operação mais segura e eficiente na indústria de energia. O estudo destaca a importância da pesquisa contínua para aprimorar estratégias de prevenção e contribuir para uma indústria mais resiliente e sustentável.

Palavras-chave: Fratura; Gerador de Vapor; Mecanismos de Danos

INTRODUÇÃO

Devido a existência de significativa limitação na literatura sobre a compreensão dos mecanismos de danos subjacentes e causa raiz, tem-se o intuito de desenvolver novas soluções e gerar conhecimento para a indústria de energia (SANTOS, 2022). Ao alcançar esse objetivo, espera-se fornecer insights cruciais que não apenas abordem as causas imediatas das falhas, mas também proponham estratégias inovadoras de prevenção e manutenção.

O objetivo deste estudo é realizar uma análise abrangente das falhas em tubos de câmaras de radiação em geradores de vapor, visando a identificação precisa dos fatores que contribuem para essas falhas sob condições de alta temperatura.

METODOLOGIA

O estudo abrange uma abordagem multifacetada, utilizando diversas técnicas analíticas para uma compreensão abrangente das falhas em tubos de câmara de radiação em geradores de vapor.

Foram realizadas análises detalhadas da composição química dos tubos, empregando a técnica de *Optical Emission Spectrometry* (OES). Isso permitiu identificar os elementos presentes e suas concentrações, fornecendo esclarecimentos sobre possíveis corrosões e desgastes químicos (ZHOU, 2022).

A macro análise foi empregada para avaliar visualmente as características macroscópicas das falhas nos tubos. Isso inclui a identificação de padrões de fratura, áreas de concentração de danos e a extensão das falhas.

Para detalhamento da morfologia e características estruturais dos tubos utilizou-se as técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) da superfície da fratura e da superfície polida, examinou-se detalhadamente a morfologia da superfície de fratura (BATISTA, 2020). Permitindo-se identificar os modos de falha, como fadiga, corrosão, e o fornecimento de informações sobre a propagação das trincas.

Isso é crucial para identificar possíveis áreas de fragilidade. A fim de determinar a estrutura cristalina da tubulação e possíveis alterações na estrutura devido a condições de operação, utilizou-se o método de DRX com IF (Difração de Raios-X com Índice de Deformação) (OLIVEIRA, 2016).

Além de definir a estrutura cristalina do material, fez-se necessário uma avaliação semiquantitativa da composição química, complementando a análise de OES, oferecendo uma visão mais abrangente da presença de elementos específicos.

Na análise físico-química da água do processo detectou-se um alto percentual de cloreto (NaCl) e sulfato na amostra sólida, destacando uma situação potencialmente crítica em termos de corrosão e incrustação no sistema (PARRON, 2011). Esses elementos podem desempenhar papéis distintos, mas frequentemente inter-relacionados amplificam os efeitos adversos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na integração dessas técnicas analíticas, busca-se estabelecer correlações entre a composição química, morfologia da fratura, estrutura cristalina e características macroscópicas das falhas. Isso proporcionou um panorama completo, permitindo a proposição de soluções específicas para melhorar a resistência e durabilidade dos tubos em condições de alta temperatura em geradores de vapor.

Os resultados obtidos proporcionaram uma compreensão abrangente das falhas em tubos da câmara de radiação de geradores de vapor. Eis alguns dados e informações significativas do estudo.

Identificou-se uma concentração elevada de Cloreto (NaCl) e Sulfato. A presença elevada de cloreto é conhecida por intensificar os processos corrosivos, especialmente em ambientes com altas temperaturas (SOUA, 2018).

A corrosão pode comprometer a integridade dos materiais (VILHENA, 2019), levando a falhas prematuras em tubos e outros componentes. O sulfato, por sua vez, é associado à formação de incrustações, contribuindo para depósitos sólidos nos sistemas. Essas incrustações podem reduzir a eficiência térmica do sistema, aumentar a resistência ao fluxo e, em última instância, prejudicar o desempenho operacional.

A análise por DRX complementou a análise química, destacando variações na composição e contribuindo para a compreensão da interação entre os elementos presentes. Visualmente, observaram-se padrões de fratura distintos, indicando possíveis modos de falha, como fluência e corrosão eletrolítica. A extensão das falhas forneceu informações valiosas sobre a distribuição espacial dos problemas.

As imagens de MEV em superfícies polidas permitiram uma inspeção detalhada da integridade estrutural, identificando micro defeitos e áreas suscetíveis a desgastes. Com relação a difração de raios-X proporcionou-se informações sobre possíveis alterações na estrutura cristalina dos tubos, correlacionando-as com condições operacionais e contribuindo para estratégias de resistência estrutural.

CONCLUSÃO

Desse modo, os dados indicam áreas específicas de atenção para a manutenção preventiva, permitindo que as empresas otimizem seus protocolos de inspeção e intervenção.

Estratégias mais eficazes de mitigação de falhas podem ser desenvolvidas, resultando em uma operação mais segura e eficiente dos geradores de vapor. A compreensão aprofundada dos mecanismos de falha oferece oportunidades para o desenvolvimento de materiais mais resistentes e duráveis, promovendo a inovação na indústria.

A continuidade da pesquisa visa aprimorar as estratégias de prevenção, incorporando dados de monitoramento em tempo real e técnicas avançadas de análise.

O estudo contínuo dos efeitos de longo prazo das intervenções sugeridas pode refiná-las e fornecer percepções adicionais para a evolução constante das práticas na indústria de energia. Em última análise, este estudo não apenas oferece soluções imediatas para as falhas em tubos, mas também estabelece as bases para uma abordagem proativa e inovadora na gestão da integridade de componentes críticos.

A expectativa é que esses esforços contribuam para uma indústria de energia mais resiliente, sustentável e adaptável às demandas futuras.

REFERÊNCIAS

SANTOS, M. L.; MACIEL, T. M.; SANTANA, R. A. C. Uma Contribuição para o Entendimento da Influência das Tensões Residuais na Fragilização por Hidrogênio em Aços API 5L. **Soldagem & Inspeção**, v. 27, e2717, 2022. DOI: 10.1590/0104-9224/SI27.17

ZHOU, Z.; ZHOU, K.; HOU, X.; LUO, H. Arc/Spark Optical Emission Spectrometry: Principles, Instrumentation, and Recent Applications. **Applied Spectroscopy Reviews**, v. 40, n. 2, p. 165-185, 2005. DOI: 10.1081/ASR-200052001

BATISTA, A. C.; AGUIAR, A. M.; OLIVEIRA, H. C. P.; et al. Caracterização da Matéria-prima com Tamanho de Partículas Nanométricas Utilizadas no Processamento do Compósito WC-10%Co. **Revista Matéria**, v. 25, n. 3, 2020. DOI: 10.1590/S1517-707620200003.1113.

OLIVEIRA, L. B. **Influência do Cálcio na Corrosão do Aço SAE 1045 Temperado e Revenido em Soluções Ricas em CO₂ em Alta Pressão e Alta Temperatura**. 2016. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico-química de Água**. 1 ed. Colombo. Embrapa. 2011.

SOUA, B. B.; BRAGANÇA, S. R. Placas de Refratários Aluminosos do Sistema de Válvula Gaveta de Painéis de Aciaria: Análise Post Mortem da Degradação Química. **Cerâmica**, v 64, p 41-48, 2018. DOI: 10.1590/0366-69132018643692122

VILHENA, R.; PINTO, R.; COSTA, R.; PICANÇO, M.; MACÊD, A. Corrosão em Estacas Metálicas de Torres de Energia Elétrica. **Revista Matéria**, v. 24, n. 1, e-12277, 2019.