

# Prevenindo incêndio em turbina a vapor

Mariano Pacholok (UNIBRASIL) [marianop@unibrasil.com.br](mailto:marianop@unibrasil.com.br)

## Resumo

O contato de óleo lubrificante com superfícies quentes, cuja temperatura ultrapasse o ponto de autoignição, pode resultar em incêndio. A associação de um conjunto de condições pode favorecer o contato de uma quantidade significativa de óleo lubrificante com a parte externa da carcaça da turbina e com a presença de oxigênio da atmosfera. A desatenção com microvazamentos, geralmente em forma de névoa, leva a uma impregnação de óleo lubrificante no isolamento térmico que, por capilaridade e gravidade, se desloca por grandes extensões. A contaminação do isolamento térmico atinge um ponto de equilíbrio limitado por uma região de vaporização quando a turbina está em regime constante de operação. Em caso de parada prolongada e, consequente resfriamento, ocorre a expansão da contaminação do isolamento térmico e quando há o aquecimento, decorrente de uma nova partida, passa-se a ter contato de óleo lubrificante com superfícies quentes que podem resultar em incêndio. É importante entender esse risco e adotar medidas corretivas e preventivas para minimizá-lo.

**Palavras-chave:** turbina a vapor, incêndio, autoignição.

## 1 Introdução

Várias empresas possuem turbinas a vapor que operam com vapor a alta temperatura, entre 300°C e 550°C. Essas máquinas são muito importantes para os diferentes processos e sua indisponibilidade gera grandes prejuízos. Este trabalho mostra por que ocorrem incêndios em turbinas a vapor, as consequências desse tipo de acidente e recomendações para a prevenção.

## 2 Condições operacionais das turbinas

A maioria das turbinas a vapor de grande potência opera com vapor de alta energia com pressão superior a 40 kgf/cm<sup>2</sup> e temperatura superior a 300 °C.

Normalmente o regime de operação é contínuo mas podem ocorrer duas situações distintas de paradas. A primeira é a parada com resfriamento total da carcaça da máquina e mantendo desligado o sistema de circulação de óleo lubrificante. Essa situação ocorre em paradas planejadas de unidades para manutenção e tem duração entre dez e trinta dias. A segunda é a parada com resfriamento parcial da carcaça da máquina (aproximadamente 200 °C), com o conjunto rotativo em giro lento e mantendo ligado o sistema de circulação de óleo lubrificante. O segundo caso pode gerar vazamentos de óleo lubrificante pelos mancais. Essa situação ocorre em paradas não planejadas de unidades para manutenção que não incluem a turbina em foco e tem duração incerta.

## 3 Modificações de projeto

Geralmente as turbinas são modificadas para atenderem potências maiores. Isso, geralmente, implica em aumento na temperatura dos mancais favorecendo maior geração de névoa de óleo lubrificante. Isso tende a gerar vazamentos pelas vedações dos mancais, que normalmente são do tipo labirintos e por respiros de caixas dos mancais ou das tubulações de retorno de óleo.

Troca de acoplamento. Normalmente as turbinas antigas, anteriores a 1990 usavam acoplamentos flexível de engrenagem que exige lubrificação. Em muitos casos faz-se a troca para acoplamento flexível de lâminas, não lubrificado. Essa substituição causa alguns efeitos indesejados como geração de correntes de ar, na verdade névoa de óleo. Isso ocorre por que o acoplamento se comporta como um “microsoprador” gerando correntes de névoa de óleo no circuito de retorno.

#### 4 Propriedades do óleo lubrificante

Para este estudo a propriedade importante é a temperatura em que se atinge o ponto de autoignição ou ponto de combustão. Nessa temperatura ocorre a combustão espontânea, sem a presença de chama.

O valor para o ponto de autoignição varia para cada lubrificante dependendo da sua composição. A literatura indica de forma geral o valor de 417 °C (LEWIS, 2007). Outra fonte informa que a temperatura de autoignição do óleo lubrificante é 365 °C (NCBI, 2015).

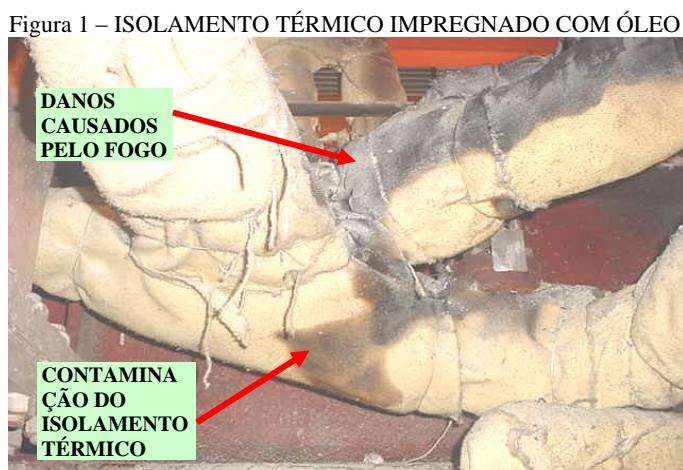
#### 5 Características do isolamento

Normalmente as turbinas são isoladas com hidrossilicato de cálcio, manta e tecido de fibra de vidro. Qualquer desses materiais possui característica de capilaridade que possibilita a absorção e o deslocamento de óleo lubrificante em qualquer direção e sentido.

#### 6 Contaminações do isolamento térmico por vazamento de óleo lubrificante

O óleo lubrificante que vaza, principalmente pelas vedações dos mancais, provoca a contaminação do isolamento térmico da turbina, ver figura 1. O óleo lubrificante se desloca por gravidade e capilaridade do isolamento térmico chegando à superfície externa da carcaça da turbina e tubulações e poderá ter três pontos de equilíbrio:

- Primeiro - região de vaporização do óleo lubrificante quando a turbina está em regime constante de operação;
- Segundo - região de vaporização do óleo lubrificante quando a turbina está em regime de giro lento e com a carcaça em aquecimento parcial;
- Terceiro - região de contaminação alcançada pelo efeito da gravidade e da capilaridade do isolamento térmico. Ocorre quando a turbina está totalmente fria.

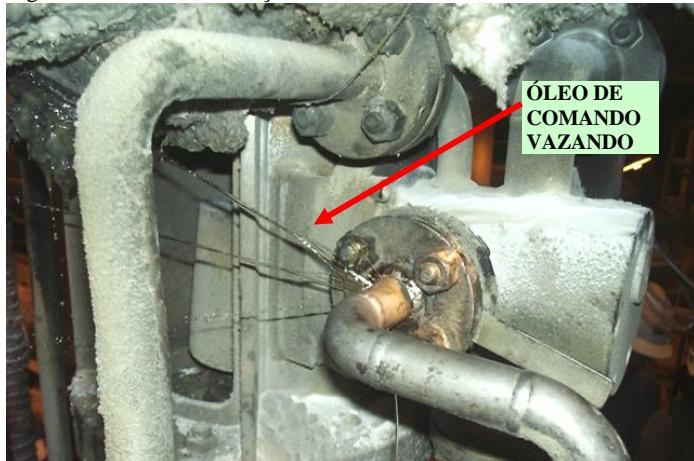


O segundo ponto de equilíbrio permite a expansão da contaminação do isolamento térmico em relação ao primeiro ponto de equilíbrio, ou seja, o óleo lubrificante se aproxima das partes mais quentes da carcaça e tubulações.

O terceiro ponto de equilíbrio permite a expansão da contaminação do isolamento térmico em relação ao primeiro e ao segundo pontos de equilíbrio.

Pode haver contaminação súbita se ocorrer um grande vazamento decorrente de falha da tubulação de óleo, ver figura 2.

Figura 2 – CONTAMINAÇÃO SÚBITA



## 7 A ocorrência do acidente

A primeira possibilidade de incêndio na turbina acontece algumas horas após a partida quando houve parada prolongada. Nesse caso, a contaminação do isolamento térmico está no segundo ou terceiro ponto de equilíbrio. Quando há o aquecimento da carcaça ocorre a tendência de se atingir o primeiro ponto de equilíbrio, mas a temperatura do ponto de autoignição do óleo lubrificante é atingida.

A segunda possibilidade de incêndio na turbina acontece em regime normal de operação se houver contaminação súbita do isolamento térmico ou de regiões da carcaça e tubulações. Nesse caso a temperatura do ponto de autoignição do óleo lubrificante é atingida rapidamente.

## 8 Conseqüências do acidente

As conseqüências de um incêndio em uma turbina a vapor são muito graves causando danos no isolamento térmico e nos instrumentos de controle e monitoramento, além da cessação do processo produtivo e possibilidade de expansão para o restante da planta. As figuras 3 e 4 mostram exemplos de acidentes ocorridos.

## 9 Medidas corretivas e preventivas para minimização do risco

As principais medidas corretivas e preventivas para minimização do risco de incêndio são:

- Para as paradas programadas e mesmo para as não programadas é importante fazer inspeção no isolamento térmico e fazer a substituição no caso de contaminação. Porém, é muito

importante a limpeza de todas as superfícies que possam estar fornecendo óleo para a contaminação do isolamento térmico;

- Sempre que possível, minimizar o vazamento em vedações de mancais. Para isso, pode-se usar injeção de ar seco na câmara externa do labirinto e respiro nas demais câmaras. Sobre as novas tecnologias de vedação para mancais ainda não há dados para análise;
- Evitar respiros direcionados para o isolamento térmico;
- Eliminar vazamentos nas conexões das linhas de óleo;
- Acompanhamento integral da máquina pela manutenção durante 24 horas após a partida.

Figura 3 – DANOS CAUSADOS PELO FOGO EM TURBINA

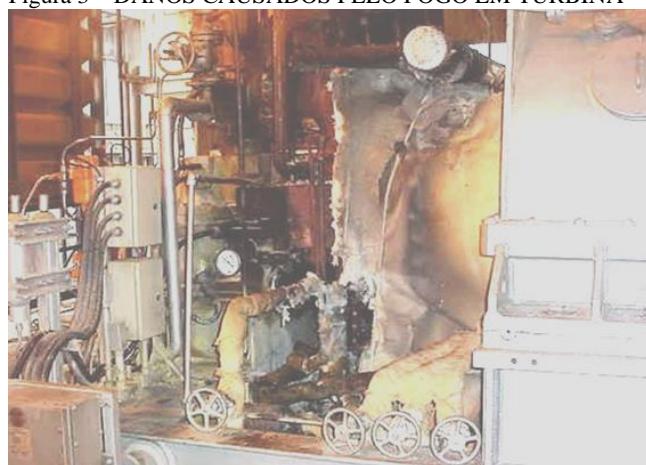


Figura 4 –TURBO-COMPRESSOR APÓS INCÊNDIO



## 10 Conclusão

Este estudo recomenda ações simples que podem prevenir grandes acidentes. É necessária grande atenção com a contaminação do isolamento térmico com óleo lubrificante adjacente às superfícies com temperatura superior a 260 °C.

Os exemplos de incêndios em turbinas a vapor mostrados evidenciam a necessidade de prevenção.

A aplicação das recomendações estabelecidas no item 9 podem evitar a ocorrência de acidente dessa natureza.

### **Referências bibliográficas**

NCBI. *Auto-ignition of lubricating oil working at high pressures in a compressor for an air conditioner.* [on line]. Disponível: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2093481> [capturado em 29 out. 2015].

LEWIS, Richard J. *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials.* 10. ed., EUA, Wiley-Interscience, 2007.