

Taubaté, 21/05/16 a 06/08/16

TTEM 002/16

APLICAÇÃO DE LÍQUIDO PENETRANTE EM UNIDADE DE FILTRAÇÃO DE AR DE COMBUSTÃO EM TURBINAS A GÁS

APPLICATION OF LIQUID PENETRANT INSPECTION IN FILTRATION UNITS OF COMBUSTION AIR FOR GAS TURBINES

Signatários:

- Gabriel Nogueira de Oliveira¹
- Stephany de Barros Camargo²
- Prof. Dr. José Rubens de Camargo – Universidade de Taubaté
- Prof. Dr. Evandro Luis Nohara – Universidade de Taubaté
- Prof. Dr. Francisco José Grandinetti – Universidade de Taubaté/FEG-UNESP
- Prof. Dr. Wendell de Queiroz Lamas – USP
- Prof. Dr. José Rui de Camargo – Universidade de Taubaté

Finalidade: Análise e aplicação da técnica de líquido penetrante em unidades de filtração.

Duração: 3 meses.

1 – Aluno de Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté – UNITAU

2 - Aluna do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté – (UNITAU/SP)
stephanycamargo@live.com

Palavras chave: Líquido Penetrante, Unidade de Filtração de ar, Turbina a gás, Ensaio.

Resumo. O presente trabalho técnico pretende abordar conceitos e aplicações do ensaio por líquido penetrante em unidades de filtração de ar de combustão para turbinas a gás. Essa técnica se aplica à inspeção de soldas e superfícies metálicas visando à detecção de descontinuidades superficial. É possível aplicar essas técnicas em diversas áreas e de diversas formas. Nesse trabalho o foco será a aplicação conforme a norma ASME.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho técnico pretende apresentar a técnica de ensaio por líquido penetrante para inspeção de peças, e componentes de unidade de filtração de ar de combustão em turbinas a gás que, rotacionam um gerador de energia. Essa técnica tem sido utilizada largamente no meio industrial visando à detecção de descontinuidades superficiais. Desta forma, o objetivo principal do trabalho é apresentar a metodologia e a aplicação desse ensaio não destrutivo, baseado na norma ASME.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As unidades de filtração de ar de combustão em turbinas a gás (figura 1), como o próprio nome já indica, são responsáveis por filtrar e preparar o ar para ser inserido na câmara de combustão. Através desse procedimento melhora-se a eficiência da combustão e, com isso, a melhor eficiência na produção de energia.

Além disso, motores de combustão requerem entrada de ar limpo. Se poluentes no ar entram na câmara de combustão, desgastes podem ocorrer nas paredes dos cilindros, diminuindo a vida útil do motor. Outro risco é que a função de peças eletrônicas localizadas entre as câmaras de sucção e de combustão também pode ser significativamente prejudicadas.

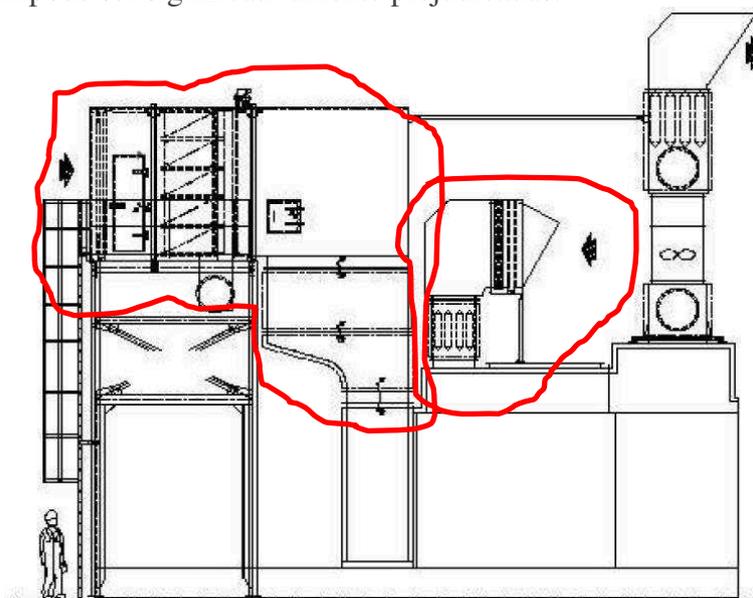


Figura 1 – COMPONENTES FORMADORES DA UNIDADE DE FILTRAÇÃO DE AR

Nesta figura 1, observam-se melhor os componentes da unidade de filtração de ar. Os componentes assim como as soldas são verificados através de ensaio de líquido penetrante (segundo nesse caso a norma ASME).

2.2 LÍQUIDOS PENETRANTE

O método consiste em fazer penetrar na abertura da descontinuidade um líquido. Após a remoção do excesso de líquido da superfície, faz-se sair da descontinuidade o líquido retido através de um revelador. A imagem da descontinuidade fica então desenhada sobre a superfície. (ANDREUCCI, 2013).

Segundo Andreucci (2013), o ensaio por líquidos penetrantes presta-se a detectar descontinuidades superficiais e que sejam abertas na superfície, tais como trincas, poros, dobras, entre outras. Podendo ser aplicado em todos os materiais sólidos e que não sejam porosos ou com superfície muito grosseira. É muito usado em materiais não magnéticos como alumínio, magnésio, aços inoxidáveis austeníticos, ligas de titânio, e zircônio, além dos materiais magnéticos. É também aplicado em cerâmica vitrificada, vidro e plásticos.

O ensaio por líquido penetrante pode ser dividido em seis etapas:

a) Preparação e limpeza de superfície

O objetivo da limpeza é remover tinta, camadas protetoras, óxidos, areia, graxa, óleo, poeira, ou qualquer resíduo que impeça o penetrante de entrar na peça (Figura 2).

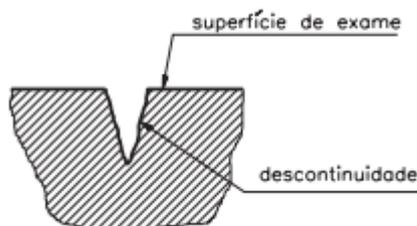


Figura 2 – Preparação e limpeza de superfície.

b) Aplicação do líquido penetrante

Define-se como aplicar, por meio de pincel, imersão, pistola ou spray, um líquido, geralmente de cor vermelha ou fluorescente, capaz de penetrar nas descontinuidades depois de um determinado tempo em contato com a superfície de ensaio (Figura 3).

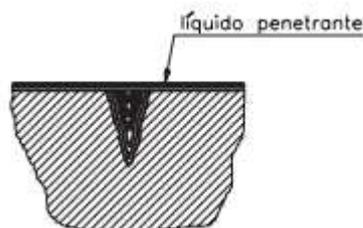


Figura 3 – Aplicação do líquido penetrante.

c) Remoção do excesso de penetrante

Essa etapa baseia-se em, decorrido o tempo mínimo de penetração, remover o excesso de penetrante, de modo que a superfície de ensaio fique totalmente isenta do líquido (este deve ficar retido somente nas descontinuidades). Esta etapa do ensaio pode ser feita com um pano ou papel seco ou umedecido com solvente: em outros casos, lava-se a peça com água, secando-a posteriormente, ou aplica-se agente pós-emulsificável, fazendo-se depois a lavagem com água (Figura 4).



Figura 4 – Remoção do excesso de penetrante.

d) Revelação

Para revelar as descontinuidades, aplica-se o revelador. O revelador atua como se fosse um mata-borrão, sugando o penetrante das descontinuidades e revelando-as (Figura 5).



Figura 5 – Revelação.

e) Inspeção

Trata-se da inspeção propriamente dita. No caso de líquido penetrante visível, a inspeção é feita sob luz branca natural ou artificial. Para os líquidos penetrantes fluorescentes, as indicações se tornam visíveis, em ambiente escuro, sob a presença de luz negra.

f) Limpeza

Após a inspeção e a elaboração do relatório do ensaio, a peça deve ser devidamente limpa, removendo totalmente os resíduos do ensaio.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada é baseada na norma ASME. As classificações do líquido penetrante e revelador são apresentados pelas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – CLASSIFICAÇÃO DE TIPOS DE LÍQUIDO PENETRANTE

Tipos Quanto a Visibilidade	MÉTODOS		
	ÁGUA	Pós-Emulsificáveis	Solventes
TIPO I (Fluorescente)	A	B (Lipofílico) D (Hidrofílico)	C
TIPO II (Luz normal)	A	-	C

Para a realização do ensaio toda a superfície foi preparada. De forma a garantir a isenção óleo, graxas, carepas, escórias e outras substâncias que possam interferir com os resultados do ensaio. As irregularidades da superfície foram eliminadas através de esmerilhamento, lixamento, usinagem ou qualquer outro meio mecânico que não provoque deformação da superfície.

O líquido penetrante foi aplicado através de pulverização (frascos pressurizados) respeitando-se a norma, de modo a cobrir toda área de interesse mais 25 mm adjacente a cada lado. O tempo de penetração foi em função do material que foi sendo ensaiado, porém ficou situado entre um valor mínimo de 10 minutos e máximo de 60 minutos.

A remoção do excesso de líquido penetrante também foi realizada de acordo com a norma ASME, ou seja, pela aspensão direta de água sobre a região ensaiada. Tomando-se o cuidado de manter a água a uma temperatura inferior a 45°C e uma pressão inferior a 350 KPa.

Imediatamente após a secagem completa da superfície a ser examinada, o revelador foi aplicado pôr meio de pulverização (aerosol) de modo a obter-se uma camada fina e uniforme sobre toda superfície ensaiada.

Ainda conforme a norma ASME, para que não haja perda na sensibilidade do ensaio a intensidade mínima de iluminação ambiente foi de 1000 lux. Para evitar que a excessiva difusão do líquido penetrante no revelador dificulte a interpretação do tipo / dimensão real das descontinuidades foi efetuada uma avaliação imediatamente após a aplicação do revelador. A interpretação final dos resultados foi realizada entre 10 e 30 minutos, a contar da conclusão da aplicação do revelador.

Foram inspecionadas cinquenta por cento das juntas soldadas.

3.1 CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO ASME

Todas as superfícies devem estar livres de:

- indicações relevantes lineares;
- indicações relevantes arredondadas maiores que 3/16" (4,8mm)
- quatro ou mais indicações relevantes arredondadas em linhas separadas por 1/16" (1,5mm) ou menos (de borda a borda).
- Uma indicação(mancha) de uma imperfeição por ser maior que a imperfeição, entretanto, o tamanho da indicação (mancha) é a base para avaliação de aceitação.

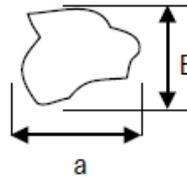
Somente indicações com dimensões maiores que 1/16"(1,5mm) deve ser consideradas como relevantes (Figura 6).

Indicações Lineares



$$a > 3.b$$

Indicações Arredondadas



$$a \leq 3.b$$

Indicações Alinhadas



$$D \leq 1,5\text{mm}$$

Figura 6 – Critério de aceitação ASME.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados encontrados, como descrito no fragmento do relatório a baixo (Figura 7), foram satisfatórios. As juntas soldadas assim como as peças tubulares não apresentaram descontinuidades acima dos critérios de aceitação (Figuras 8). Portanto, a unidade de filtração foi aprovada pelo ensaio de líquido penetrante.

PENETRANTE		REVELADOR		SOLVENTE	
Marca Mark/Type	Metal chek	Marca Mark/Type	Metal chek	Marca Mark/Type	ÁGUA - WATER
Lote Lot	18673	Lote Lot	18839	Lote Lot	NOT APPLICABLE
Validade Vality	31/08/2016	Validade Vality	30/09/2016	Validade Vality	NOT APPLICABLE
DADOS COMPLEMENTARES					
Material - Material		Tipo - Type		Superfície - Surface	
AISI 316 / 316L		<input checked="" type="checkbox"/> Cordão <input type="checkbox"/> Raiz		<input checked="" type="checkbox"/> Escovada <input type="checkbox"/> Esmerilhada	
JUNTA(s) - Joint(s)			Laudo / Acepptance		
50% das juntas soldadas			<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO - Approved <input type="checkbox"/> REPROVADO - Reproved		
			<input type="checkbox"/> APROVADO - Approved <input type="checkbox"/> REPROVADO - Reproved		

Figura 7 – Relatório do ensaio.

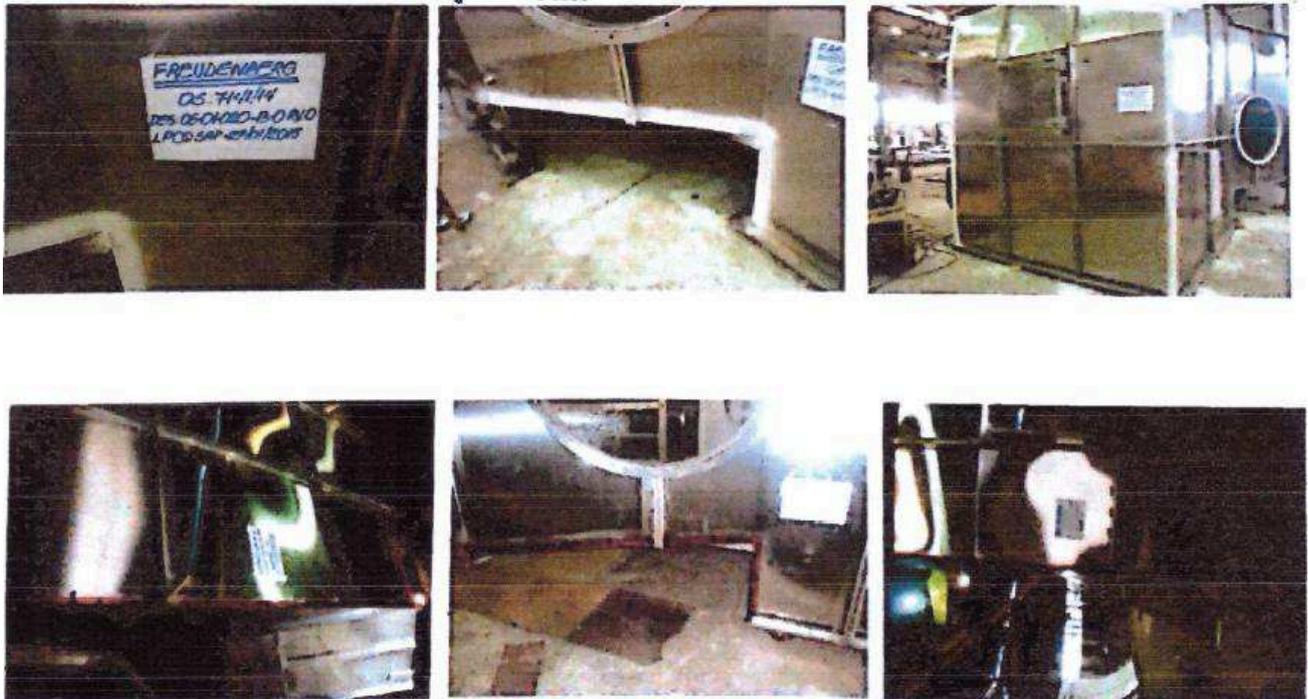


Figura 8 – Fotos do ensaio.

5. CONCLUSÃO

O ensaio por líquido penetrante, mesmo se tratando de uma técnica relativamente antiga, é aplicado em larga na indústria mundial. Sua eficácia e fácil execução fazem dessa técnica uma das mais importantes no meio industrial.

No mesmo sentido, o ensaio por líquido penetrante permite uma rápida e fácil inspeção nas unidades de filtração de ar para combustão em turbinas a gás. Sendo utilizado em todos os produtos acabados de modo a garantir o perfeito funcionamento e a vida útil do mesmo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SCHAEFFER, C. *Líquido Penetrante*. Acesso em Julho de 2016, disponível em: [http://docente.ifsc.edu.br/claudio.schaeffer/material/2_Mecatr%C3%B4nica/Materiais_2_Meca_3/Ensaio%20de%20Materiais_\(Apostila_Principal\)/ensa19.pdf](http://docente.ifsc.edu.br/claudio.schaeffer/material/2_Mecatr%C3%B4nica/Materiais_2_Meca_3/Ensaio%20de%20Materiais_(Apostila_Principal)/ensa19.pdf).

ANDREUCCI, R. (2013). *Líquido Penetrante*. Acesso em Julho de 2016, disponível em: http://www.abendi.org.br/abendi/Upload/file/biblioteca/LP-2013_pdf%20substituir.pdf.

GARCIA, C. E. (2008). *Ensaio Não Destrutivo Líquido Penetrante*. Acessado em Julho de 2016, disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAtqkAL/trabalho-sobre-liquido-penetrante>.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. *ASME Section V Art.6:Liquid Penetrant Examination*.

7. Comunicado de responsabilidade

O autor é o único responsável pelo material pesquisado.

Abstract. The present study intends to address concepts and applications of testing by liquid penetrant inspection in filtration units of combustion air for gas turbines. This technique applies to the inspection of welds and metal surfaces focusing on the detection of surface discontinuities. It is possible to apply these techniques in several areas and in several ways. In this paper the focus is the application in accordance with ASME Standard.