

TTEM 006/14

USO DA TERMOGRAFIA NA MANUTENÇÃO DE PRODUTO AERONÁUTICO: VISÃO GERAL

THERMOGRAPHY USE IN AVIATION PRODUCT MAINTENANCE: OVERVIEW

Signatários:

- Jorge Alberto Sandi Aires ¹
- Prof. Dr. José Rubens de Camargo – Universidade de Taubaté
- Prof. Dr. Francisco José Grandinetti – Universidade de Taubaté/FEG-UNESP
- Prof. Dr. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia – Universidade de Taubaté
- Prof. Dr. Evandro Luís Nohara – Universidade de Taubaté
- Prof. Dr. José Rui de Camargo – Universidade de Taubaté

Finalidade: Apresentar uma visão geral da utilização do ensaio não destrutivo (END) na manutenção de produto aeronáutico utilizando-se da técnica da termografia.

Duração: 7 meses

1 – Aluno do curso de Especialização em Engenharia Aeronáutica da Universidade de Taubaté (UNITAU/SP) - jorgeaires@bol.com.br

Palavras chave: Termografia; Ensaio não destrutivo.

Resumo. Este trabalho apresenta uma visão geral da utilização do ensaio não destrutivo (END) na manutenção de produto aeronáutico utilizando-se da técnica da termografia. Este tipo de inspeção apresenta-se como uma técnica emergente, mas promissora, para a inspeção de determinados materiais aeronáuticos a partir do comportamento térmico do produto inspecionado. Essa técnica é aplicada principalmente em materiais compósitos, mas pode ser aplicadas em metais.

1. INTRODUÇÃO

Os ensaios não destrutivos (END) são métodos que permitem a inspeção de produtos aeronáuticos tais como aeronave, motor, hélice e componentes, com equipamentos extremamente portáteis e/ou complexas estações de trabalho. As técnicas permitem, através de um critério de aceitação/rejeição, estabelecido em uma documentação de engenharia voltada para a manutenção da aeronavegabilidade, determinar a presença de condições indesejáveis, como por exemplo: trincas, corrosão, delaminação, etc.

Ensaaios não destrutivos também podem ser definidos como um conjunto de técnica que possibilitam a análise e a caracterização de materiais, componentes e estruturas, sem que estas tenham sua integridade maculada em qualquer medida, não afetando, portanto, a sua utilidade e funcionalidade futura.

Tais ensaios passaram a ter maior importância no mercado aeronáutico brasileiro quando do estabelecimento dos programas de manutenção de aeronaves matriculadas no Brasil. No mercado aeronáutico brasileiro, existem diversas empresas certificadas pela ANAC para a realização de END envolvendo produto aeronáutico.

Os ensaios não destrutivos permitem a inspeção de uma peça antes de sua utilização inicial ou também inspeções contínuas ao longo de sua vida útil, apontando o momento exato de sua substituição antes mesmo de sua ruptura em serviço.

Ensaio Visual é o primeiro END aplicado em qualquer tipo de peça ou componente, frequentemente associado a outras técnicas de ensaio. Este ensaio é um importante recurso na verificação de alterações dimensionais, padrão de acabamento superficial e na observação de descontinuidades superficiais visuais em materiais e produtos em geral.

Com o aumento da aplicação de materiais compósitos na indústria aeronáutica nos últimos anos, proporciona o desenvolvimento de novas técnicas de controle de qualidade. Assim, a termografia surge como uma das ferramentas de controle de qualidade, e que através da avaliação das características térmicas, detecta falhas, defeitos e anomalias nestes materiais.

Dentre várias técnicas de END, a Termografia vem cada vez mais se destacando, em especial pela facilidade de inspecionar diversos materiais de diversos tamanhos e geometria, em curto espaço de tempo. Assim como pelo potencial de detecção e localização de danos e defeitos em materiais compósitos.

Apesar dos materiais compósitos serem considerados materiais muito mais tolerantes a danos e mais evoluídos que as tradicionais ligas metálicas eles não dispensam a inspeção de END. Por outro lado esta inspeção deve acompanhar a evolução dos materiais tornando-se uma inspeção prática, rápida, eficiente que permita assegurar do modo mais simples possível o alto desempenho e confiabilidade das aeronaves mais modernas, a inspeção por termografia atende estes requisitos.

Nos últimos anos, a utilização de materiais compósitos na indústria aeronáutica tem sido tremendamente ampliada e como exemplo pode-se citar o Boeing 787, que possui materiais compósitos em 50% de sua estrutura primária incluindo fuselagem e asas.



Figura 1 – Utilização de materiais de compósitos na construção da aeronave Boeing Dreamliner 787

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. TERMOGRAFIA

Termografia é uma técnica não destrutiva que utiliza os raios infravermelhos, para medir temperaturas ou observar padrões diferenciais de distribuição de temperatura. Outro conceito diz que a termografia é uma técnica de ensaios não destrutivos que se baseia no mapeamento térmico de uma peça, componente ou estrutura, para a localização de suas regiões danificadas ou defeituosas.

A termografia sem contato, também conhecida por termografia por infravermelho, é a técnica que através de captação da radiação térmica emitida naturalmente pelos corpos, permite a formação de imagens térmicas (termogramas), e a medição da temperatura do alvo em tempo real. Isso é possível porque a condutividade térmica depende fortemente do seu grau de integridade, pois o fluxo de calor na peça é alterado na presença desses defeitos e/ou danos. Assim o aquecimento forçado revela a presença de danos e/ou defeitos no produto.

O equipamento utilizado para este tipo de inspeção é a câmeras termográficas ou termovisores que exibem as diferentes temperaturas no produto, na forma de gradiente de coloração (escala policromática) ou de tonalidade de cinza (escala monocromática). A figura 2 apresenta dois exemplos de câmeras termográficas disponíveis comercialmente.



Figura 2 – Câmeras termográficas

O princípio da termografia está baseado na medição da distribuição de temperatura superficial do produto ensaiado, quando este estiver sujeito a tensões térmicas, normalmente calor. Medição esta que é realizada pela detecção da radiação térmica ou infravermelha emitida por qualquer corpo, equipamento ou objeto. Toda peça ou produto a ser inspecionado através da termografia deve ser aquecido, por exemplo, com o uso de fontes térmicas simples como lâmpadas, jatos de ar quente ou através de métodos mais complexos como pulsos ultrassônicos, correntes parasitas, microondas, etc. A presença de defeitos/danos causa uma perturbação neste fluxo de calor, levando a um contraste térmico na superfície do componente, que é detectado pela câmera termográfica ou termovisor. A figura 3 apresenta exemplos de fontes de calor utilizadas nas inspeções.



Figura 3 – Fontes geradoras de calor

Durante a inspeção a fonte de calor pode estar do mesmo lado da câmera termográfica ou então a fonte térmica pode estar no lado oposto ao da câmera. A figura 4 ilustra a inspeção por termografia.

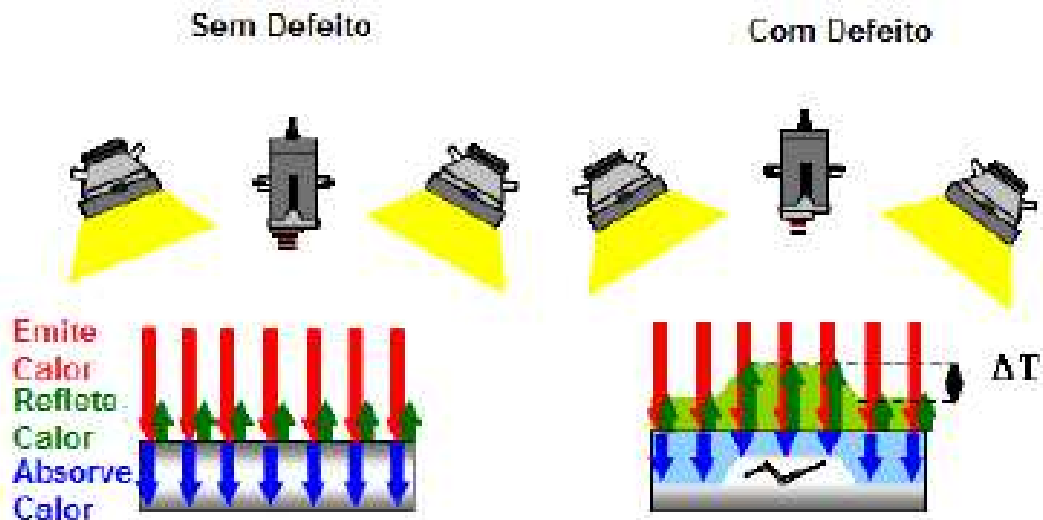


Figura 4 – Inspeção utilizando termografia

Nos últimos tempos, a inspeção por termografia tem encontrado crescente receptividade por parte da indústria da construção aeronáutica, por exibir um promissor potencial para a redução dos custos de inspeção durante os estágios de fabricação e de manutenção periódica dos produtos aeronáuticos. Além disso, esse tipo de inspeção favorece a obtenção de resultados confiáveis, quanto ao tamanho e a localização dos danos de maneira rápida e eficaz.

A termografia por infravermelho pode ser somente qualitativa ou quantitativa dependendo da aplicação. Termografia qualitativa é utilizada quando o que interessa é o perfil e não os valores térmicos apresentados. Esta é a característica que classifica a termografia infravermelha como uma técnica que fornece laudos instantâneos. Já termografia quantitativa define o nível de gravidade de uma anomalia. Vale salientar que este método é sempre o segundo a ser aplicado, pois incondicionalmente, a primeira análise sempre tem de ser a qualitativa. Caso contrário, é bem provável que o termografista (inspetor) não está fazendo nada além de análise comparativa.

As principais vantagens da inspeção por termografia são rapidez da inspeção, interpretação simples das imagens, análise em tempo real, radiação não letal, não requer contato, acesso a apenas um lado da peça, inspeção completa da peça, não é sensível a geometria da peça, utilizado para grandes superfícies.

Desvantagens dessa técnica são: requer uniformidade de aquecimento/resfriamento, custo elevado, laminados de espessura limitada, detecção de defeitos poucos profundos, variações de emissividade em um mesma peça, sensíveis ao modo de aquecimento (tipo, duração, posição).

Atualmente a termografia na indústria aeronáutica é utilizada em ensaio de materiais compostos para se detectar dupla laminação, existência de água entre camadas, ruptura de fibras, entre outros. Pontos quentes assim como falhas de coesão em componentes elétricos e eletrônicos também são determinados através da termografia. A indústria aeroespacial está realizando pesquisas utilizando a termografia em túnel de vento. E novos desenvolvimentos estão sendo realizados no campo da inspeção termográfica de componentes e estruturas aeronáutica e aeroespacial. As figuras 5 e 6 ilustram o uso da técnica termográfica em aeronaves.

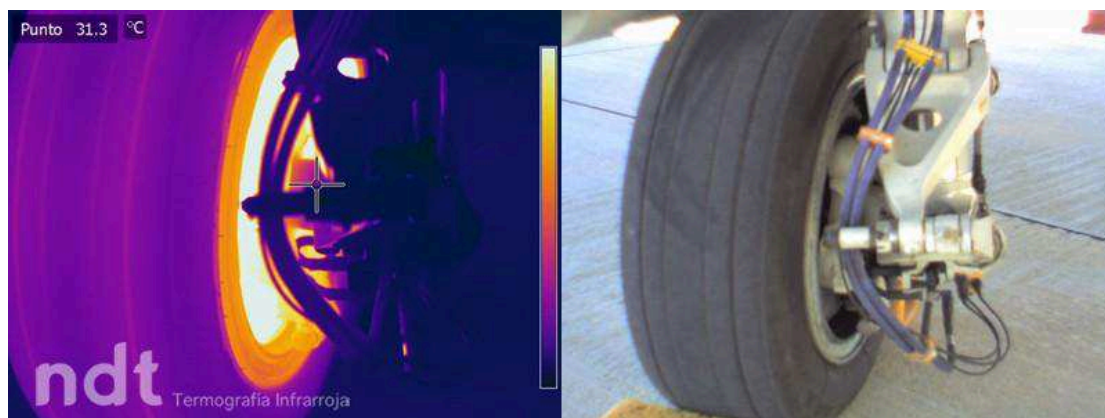


Figura 5 – Inspeção utilizando termografia



Figura 6 – Inspeção utilizando termografia

3. CONCLUSÃO

A Termografia é um importante, eficiente, preciso e seguro método de avaliação de produtos aeronáuticos, pois além de se tratar de um ensaio não destrutivo, destacam-se benefícios chave como a minimização dos riscos, redução de custos, maior segurança, e melhoria e otimização do desempenho.

Essa técnica é uma excelente ferramenta de monitoramento de condição que pode contribuir muito para a redução dos custos de manutenção na indústria.

Por fim é uma técnica que não demanda muitos equipamentos, principalmente os de dimensões exageradas, baixo investimento levando-se em consideração os prejuízos causados quando da ocorrência de problemas que causem a interrupção do retorno ao serviço da aeronave.

4. REFERÊNCIAS

- 1- Maldague, X., 2001. Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing
- 2- Swiderski, W., Szabra, D., Wojcik, J. 2002. Quantitative Infrared Thermography
- 3- Shepard, S.M 2007. Thermography of Composites

-
- 4- Resend, M.C, Botelho, E.C., 2000. Uso de Compósitos Estruurais na Indústria Aeroespacial
 - 5- ANAC: Instrução Suplementar - IS Nº 43.13-0003 Rev.C, 27/09/2013
 - 6- Boeing: <http://www.boeing.com/boeing/commercial/787family/> (acessado em 10/02/14)
 - 7- Termografia Brasil: <http://termografiabrasil.blogspot.com/p/o-que-e-termografia.html> (acessado em 10/02/14)
 - 8- ABENDI: <http://www.abendi.org.br/abendi/> (acessado em 11/02/2014)
 - 9- Flir Systems: <http://www.flir.com/br> (acessado em 11/02/2014)
 - 10- Termografia estudo básico:
<http://inspecaoequipamentos.wordpress.com/category/termografia>. (acessado em 11/02/14)
 - 11- Ensaios Não Destrutivos:
http://www.gps.dema.fem.unicamp.br/images/stories/unicamp.fem.gps/graduacao/EM641_Ensaio_dos_Materiais/ensaios_ao_destrutivos.pdf (acessado em 11/02/14)

5. COMUNICADO DE RESPONSABILIDADE

O autor é o único responsável pelo material impresso incluído neste trabalho.

Abstract. This work presents an overview of the use of non-destructive testing (NDT) in the maintenance of aeronautical product using the technique of thermography. This type of inspection appears as an emerging technique, but promising, for inspection of aeronautical materials from the thermal behavior of the inspected product. This technique is mainly applied in composite materials, but can be applied to metal products.