



IB-NDT

Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

Brasil

▪ 2017 ▪

SOLUÇÕES INTEGRADAS EM ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

**INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE
FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS**

INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS





INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS

As tecnologias de inspeção da IB-NDT aplicadas ao controle de danos nos tubos de resfriamento dos fornos de reaquecimento de placas permitem uma abordagem global na avaliação de danos, desta forma ofertamos aos nossos clientes as seguintes soluções:

- ❑ Avaliação metalúrgica, extração de réplica metalográfica, medição de dureza em campo e ensaios acelerados de fluência para determinação da Vida útil residual;
- ❑ Elaboração de plano de reparo geral dos tubos com uso do ensaio de emissão acústica para mapeamento de regiões com trincas.
- ❑ Elaboração de procedimentos de soldagem e acompanhamento de soldagem durante a parada;
- ❑ Medição de espessura por ultrassom com transdutor EMAT (Electro Magnetic Acoustic Transducers) em superfícies até 720°C e com superfícies irregulares onde o transdutor de ultrassom não acopla devido a corrosão na superfície dos tubos;
- ❑ Ensaio de ACFM (Alternating Current Field Measurement) para identificação e dimensionamento de trincas de fadiga térmica;
- ❑ Análise termoestrutural através de simulação numérica computacional para avaliação de tensões e eficiência de refratário;



INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS

Os skid's são tubos revestidos com massa refratária, com circulação de água de refrigeração no seu interior que servem para transportar as chapas, em processo de reaquecimento no interior do forno. Alguns skid's são fixos e outros são móveis. Para reduzir o impacto das chapas nos skid's, estes possuem almofadas soldadas ao longo dos tubos. Os skid's possuem colunas que, além de servirem de suportaçã, conduzem a água de refrigeração.

Os principais mecanismos de danos são:

- Tubos e almofadas deformados;
- Falha dos refratários em determinadas regiões e visto que alguns tubos estão na direção das chamas, estes podem estar expostos a uma temperatura acima da temperatura de projeto;
- Diminuição da vida útil residual em função da evolução microestrutural devido exposição à alta temperatura;
- Trincas nos cordões de solda das almofadas com os tubos;
- Incrustações no lado interno dos tubos dos skid's.

Com base na experiência adquirida em inspeções deste componentes especificamos soluções de ensaios que permitem a elaboração de planos de reparo eficientes para estes tubos.

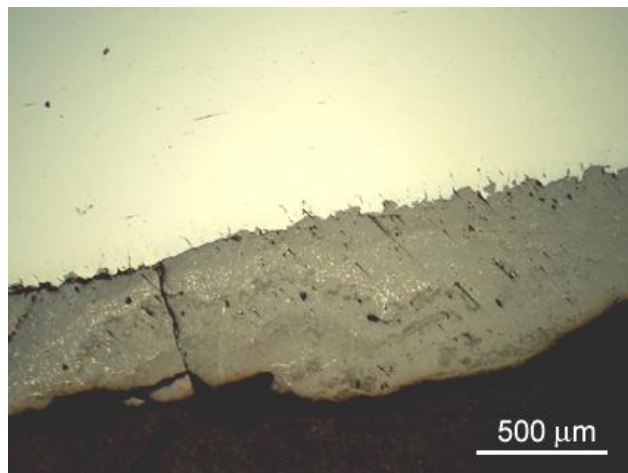
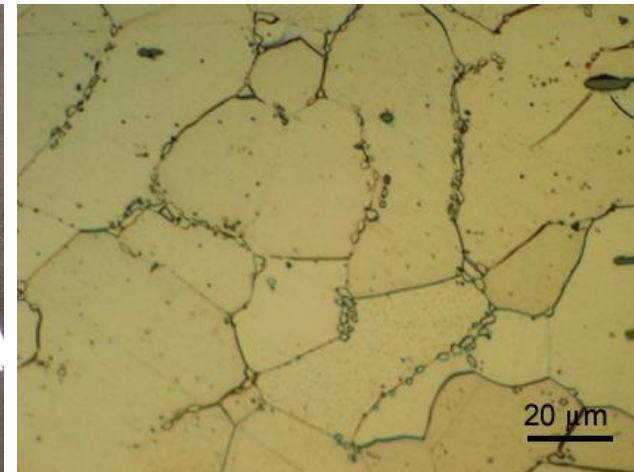
INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS

A Figura abaixo ilustra os principais mecanismo de danos citados anteriormente.



INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS – ANÁLISE DA CURVA COM VAZAMENTO

Para essa análise foram realizados ensaios químicos, físicos e metalúrgicos.



1. No aspecto macroscópico observa-se uma forte perda de espessura associada à presença de produtos depositados no interior da curva.
2. A análise microestrutural mostrou uma forte oxidação com penetração pelos contornos de grão, além de alterações microestruturais que sugerem trabalho em temperaturas acima do limite máximo do material.



INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS – ANÁLISE DA CURVA COM VAZAMENTO

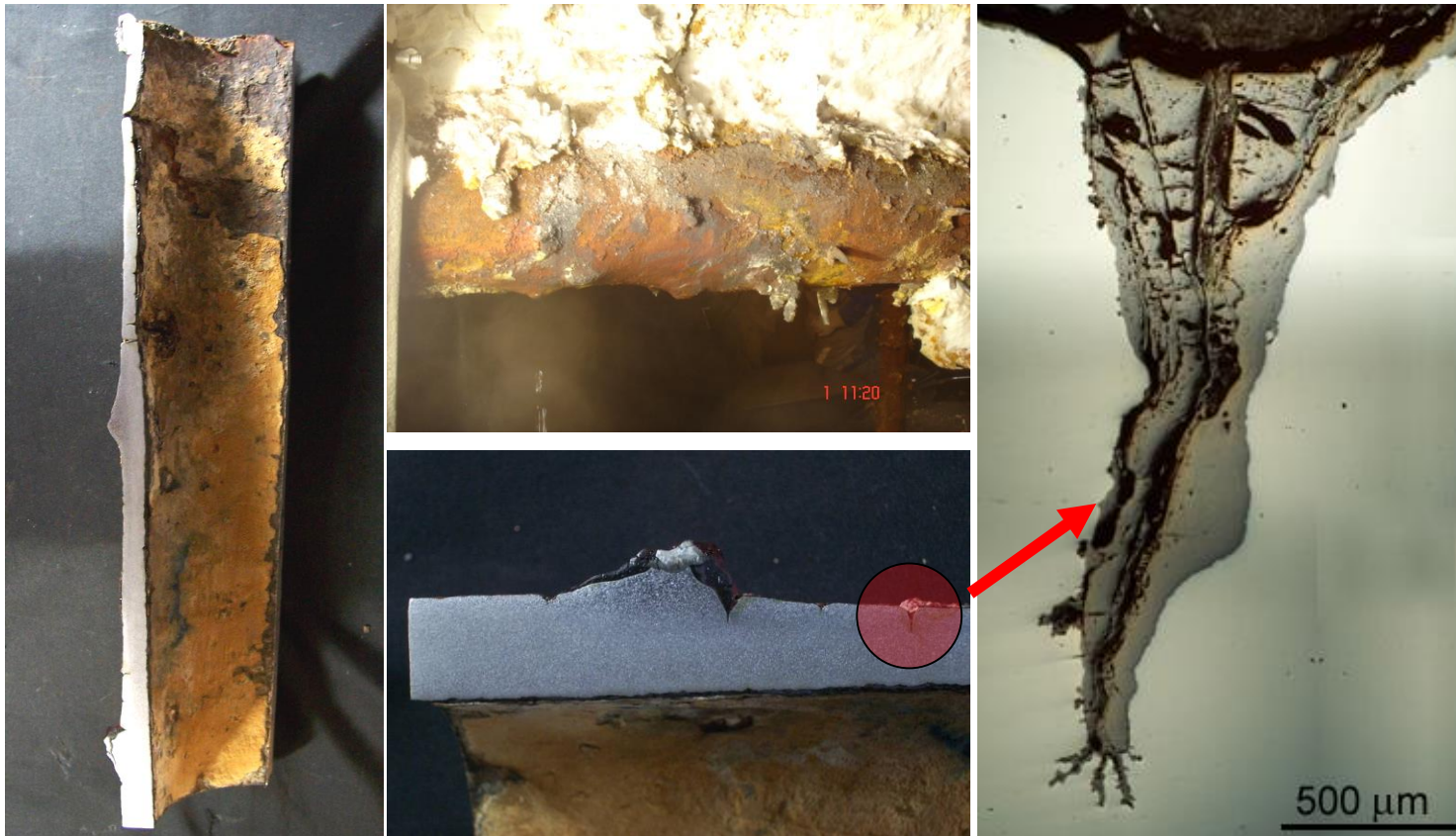
Os danos observados de perda de espessura (chegando à perfuração), evolução da microestrutura e trincas de fadiga térmica, estão associados a problemas no tratamento da água de refrigeração. A ineficiência do tratamento da água de refrigeração favorece o mecanismo de corrosão (perda de espessura) e causa “efeito de isolamento térmico” nos tubos, dificultando a refrigeração, acarretando o aumento de temperatura de pele, evolução da microestrutura e trincas de fadiga térmica.

AS SOLUÇÕES DA IB-NDT:

- 1) Antes do início da parada do forno, após o resfriamento, realizar de ensaio de emissão acústica durante o teste hidrostático. Com isso será possível mapear todas as regiões com deformações plásticas (início do processo de vazamento) e também será possível mapear as regiões com trincas. Desta forma será gerado um mapeamento de todas as regiões de interesse para reabilitação estrutural.
- 2) Devido as deformações externas, incrustações, necessidade de preparação da superfície e pinos de ancoragem do refratário a medição de espessura por ultrassom convencional é morosa. Para tornar este processo eficiente e com menor tempo durante a parada realizamos a medição de espessura através de transdutores EMAT (não necessita de acoplantes, mede em superfícies irregulares e temperaturas elevadas).
- 3) Instalação de sistema de monitoramento trincas, vazamentos e espessuras “on line”.

INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS – ANÁLISE DA DEFORMAÇÃO NOS TUBOS

A avaliação dos danos existentes neste item foi realizada através de análises químicas e metalográficas.





INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS – ANÁLISE DA DEFORMAÇÃO NOS TUBOS

A deformação observada está associada à baixa resistência mecânica devido a perda de espessura interna e também a existência de várias trincas transversais ao eixo do tubo e paralelas entre si, com início tanto a partir do interno como a partir do lado externo do tubo.

A análise metalográfica revelou que estas são trincas típicas de fadiga térmica e estão associadas à presença de uma forte oxidação e a transformações microestruturais que indicam trabalho acima da temperatura limite do material. Esta afirmação é corroborada pelo perfil da trinca anterior.

AS SOLUÇÕES DA IB-NDT:

- 1) Antes do início da parada do forno, após o resfriamento, realizar de ensaio de emissão acústica durante o teste hidrostático. Com isso será possível mapear todas as regiões com deformações plásticas (início do processo de vazamento) e também será possível mapear as regiões com trincas. Desta forma será gerado um mapeamento de todas as regiões de interesse para reabilitação estrutural.
- 2) Devido as deformações externas, incrustações, necessidade de preparação da superfície e pinos de ancoragem do refratário a medição de espessura por ultrassom convencional é morosa. Para tornar este processo eficiente e com menor tempo durante a parada realizamos a medição de espessura através de transdutores EMAT (não necessita de acoplantes, mede em superfícies irregulares e temperaturas elevadas).
- 3) Instalação de sistema de monitoramento trincas, vazamentos e espessuras “on line”.



INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS – ANÁLISE DE TRINCAS ENTRE ALMOFADAS E TUBOS

A avaliação dos danos existentes neste item foi realizada através de análises químicas e metalográficas.

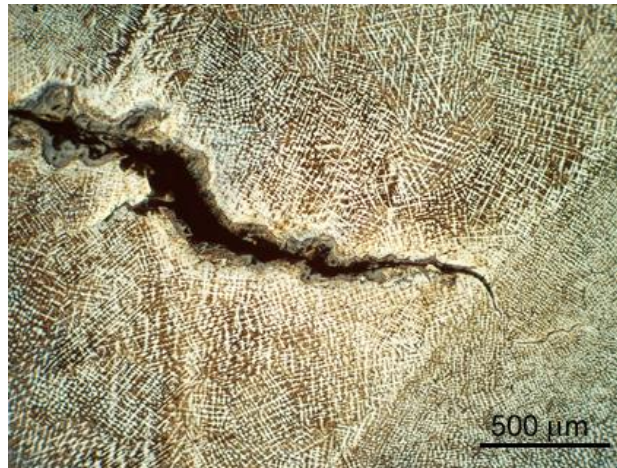
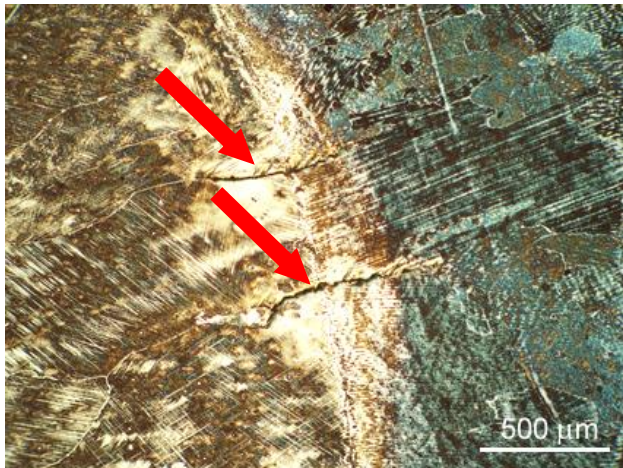
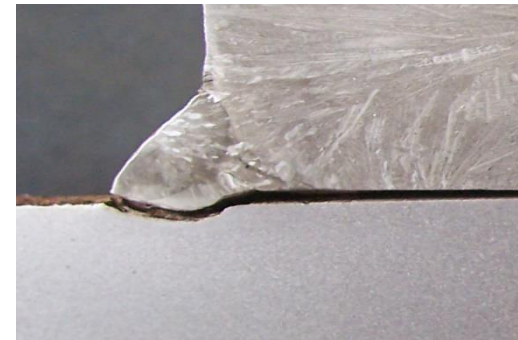
Para caracterização do material aos requisitos do ASME Sec II, foram realizados ensaios químicos e físicos, conforme indicado nas tabelas abaixo.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (% EM PESO)								
Componente	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo
<i>Tubos c/trinca na solda</i>	0,23	0,38	0,010	0,006	0,29	0,05	0,09	0,03
<i>ASTM A106 gr A</i>	0,25 máx.	0,29 a 0,93	0,035 máx.	0,035 máx.	0,10 mín.	0,40 máx.	0,40 máx.	0,15 máx.
<i>ASTM A106 gr B</i>	0,30 máx.	0,29 a 1,06	0,035 máx.	0,035 máx.	0,10 mín.	0,40 máx.	0,40 máx.	0,15 máx.
<i>ASTM A106 gr C</i>	0,35 máx.	0,29 a 1,06	0,035 máx.	0,035 máx.	0,10 mín.	0,40 máx.	0,40 máx.	0,15 máx.

PROPRIEDADES MECÂNICAS /ASTM A 370 - TRAÇÃO			
material	Tensão limite de escoamento (MPa)	Tensão limite de resistência (MPa)	Alongamento (%)
<i>Tubos c/trinca na solda</i>	291	474	28
<i>ASTM A106 gr A</i>	205 mínimo	330 mínimo	28 mínimo
<i>ASTM A106 gr B</i>	240 mínimo	415 mínimo	22 mínimo
<i>ASTM A106 gr C</i>	275 mínimo	485 mínimo	20 mínimo

INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS – ANÁLISE DE TRINCAS ENTRE ALMOFADAS E TUBOS

A avaliação dos danos existentes neste item foi realizada através de análises químicas e metalográficas.





INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE FORNO DE REAQUECIMENTO DE PLACAS – ANÁLISE DE TRINCAS ENTRE ALMOFADAS E TUBOS

As trincas ocorrem principalmente na linha de fusão entre o tubo e metal de solda. É importante ressaltar que houve fusão do material do tubo.

As análises químicas na almofada evidenciaram ser uma liga de cobalto (de liga cobalto – cromo) que foi soldada ao tubo (de aço ao carbono) utilizando um consumível de aço inoxidável (liga Fe-Cr-Ni).

AS SOLUÇÕES DA IB-NDT:

- 1) A identificação destas trincas com ensaio de Líquidos penetrantes ou Partículas magnéticas durante a parada necessita de realizar limpeza de superfície através de escovamento. Tornando o processo demorado e com baixa amostragem. O uso do ensaio de ACFM((ALTERNATING CURRENT FIELD MEASUREMENT) facilita o processo de inspeção, pois não necessita realizar escovamento e a velocidade de inspeção é muito superior.
- 2) A IB-NDT elabora procedimento de soldagem aprovado por profissionais qualificados e com experiência em soldagem de materiais dissimilares.
- 3) Instalação de sistema de monitoramento trincas, vazamentos e espessuras “on line”.

Contatos:

Serra-ES

Tel: +55 27 3348-0370

contato@ibndt.com

Comercial:

Fábio Cerqueira

Cel.: 27 981820950

fabio@ibndt.com

Técnico:

Igor Kozyrev

Cel.: 27 981827255

igor@ibndt.com

Obrigado!