

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1979

04.79.13

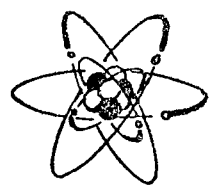
RG
061.3:
620.179.1
C76
1979

NACIONES UNIDAS



PROGRAMA DE LAS N. N. U. U.
PARA EL DESARROLLO

REPUBLICA ARGENTINA



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
C. N. E. A.

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS



O. E. A.

I CONFERENCIA REGIONAL SOBRE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

CENTRO CULTURAL GRAL SAN MARTIN
11 al 15 de Junio de 1979

EXPERIENCIAS EN LA APLICACION DE LA TERMOGRAFIA

PEDREIRA, Roberto
MENDER, Alberto
(CNEA, Argentina)

BUENOS AIRES
Argentina

EXPERIENCIAS EN LA APLICACION DE LA TERMOGRAFIA.

1. INTRODUCCION

En el área de los Ensayos No Destructivos, las técnicas con infrarrojos se han incrementado sensiblemente en los últimos quince años, especialmente la termografía, palabra que indica la conversión en imagen visible de la radiación infrarroja emitida por todos los cuerpos.

El presente trabajo trata acerca de la utilización y experiencias recogidas con algunos tipos de ensayos a nivel de laboratorio y de planta con un equipo moderno de Termografía. Todas estas experiencias descritas más adelante fueron hechas, usando una unidad de presentación de la imagen infrarroja en blanco y negro y una unidad de colores. Ref. (1), (2), (3).

Como no existían experiencias previas en este tipo de técnica en la Argentina era preciso comenzar con ensayos sencillos, con el objeto de evaluar los alcances y limitaciones del equipo y luego hacer el desarrollo, limitándose siempre a los E.N.D.

Con este objetivo propuesto se encaró el trabajo en dos etapas : 1°) "Ensayos de laboratorio" con condiciones prefijadas y 2°) un ensayo a nivel de planta con la intención de incluir en futuros programas, inspecciones periódicas con termografía. A continuación se describen las dos etapas cumplidas, conclusiones y futuros trabajos.

2. ENSAYOS

En las inspecciones por termografía es fundamental conocer lo que se llama la emisividad de la superficie de objeto a observar, porque la energía radiante por unidad del área y de tiempo depende de las condiciones de dicha superficie. Consecuentemente con esto una superficie pulida emitirá radiación en una cantidad menor que otra, por ejemplo una superficie oxidada, construida con el mismo material y a igual temperatura (4). Esto conduce que el observador al realizar una inspección deba conocer la emisividad de la superficie que inspecciona. Si bien existen tablas de valores de emisividades para distintos materiales, a la persona que se inicia y realiza el ensayo se le suele presentar la duda de la característica de la superficie, se quiere decir con esto que es difícil algunas veces asegurar con una simple visión ocular si dicha superficie es ligeramente oxidada o no. En otros casos el problema es más complejo, se refiere a superficies donde su emisividad está altamente distribuida en forma irregular conduciéndolo al observador a realizar una difícil y a veces equívoca interpretación de lo observado.

Planteado este problema se diseñaron láminas o placas de espesores comprendidos entre 0.8 mm a 2.5 mm de los siguientes materiales : acero inoxidable, aluminio, cobre, cobre oxidado fuertemente y bronce.

Estas láminas fueron colocadas una por vez en una boca de horno cuyo interior tenía aproximadamente 200°C, con una temperatura ambiente de 21.5°C, y luego observadas con el equipo de termografía. En una zona determinada se midió la temperatura con una termocupla y después se hicieron registros permanentes de la imagen observada. Creemos conveniente hacer una pequeña digresión acerca de la medida efectuada. La medición de temperatura con termocupla se realizó a los fines de tener una medida de referencia, ya que el equipo no determina temperaturas en forma absoluta, las temperaturas que permite calcular son siempre relativas a una de referencia. Hecha la aclaración damos a continuación lo observado en estos ensayos.

En la figura (1) se ve la placa de acero inoxidable colocada en la boca del horno. En la figura siguiente (2) se puede ver la distribución de temperaturas, donde cada zona de color representa una zona de igual temperatura. En este caso al color blanco le corresponde 70°C y al color verde 20°C esta última, medida con termocupla y considerada como referencia. Obsérvese la distribución uniforme alrededor de la zona más caliente. Las medidas de temperaturas de cada zona se pudieron calcular sabiendo que la emisividad es de 0.15 en este tipo de metal y que cada color tiene un incremento o pasos sobre el anterior de 5°C.

En la figura (3) se puede ver la placa de aluminio colocada en la boca del horno, y la figura (4) es el termograma correspondiente. En esta última figura los pequeños puntos blancos que se observan alineados desde arriba hacia abajo corresponden a pequeñas cavidades no pasantes de 0.5 mm de espesor y de 0.5 mm de profundidad, hechos sobre la superficie externa. Dichos puntos fueron detectados por la cámara ubicada a 1.40 m del objeto aproximadamente. Esto nos da una idea del poder separador del instrumento. Cabe destacar que a 30°C la resolución de la temperatura es de 0.2°C.

Idem al caso anterior se tomó una temperatura de referencia en un área que en la imagen (Fig. 4) se observa de color celeste correspondiendo a una temperatura de 33°C. Este color se encuentra entre el nivel 0.1 y 0.2 en la escala de la izquierda. Luego se determinaron las restantes temperaturas con un paso de 5°C, es decir entre color y color hay 5°C de temperatura.

En la figura (5) se observa la placa de bronce ligeramente oxidada y en la figura (6) su termograma correspondiente obtenido en idénticas condiciones a las anteriores. Es claro que la intención se orienta también a mostrar como se observa el mapa térmico de

distintos materiales en iguales condiciones. Por último podemos apreciar la diferencia entre un termograma de una placa de cobre y un termograma de cobre fuertemente oxidado, figura (7) y (8). La imagen visible correspondiente se muestra en la figura (9) y (10). En los termogramas del cobre se puede observar una aparente distribución muy irregular en la temperatura, pero esto no es tal, lo real es que hay una mala distribución de emisividades en su superficie, esto se puede observar fácilmente en la imagen en visible de ambas placas. De esta manera se ve como es un termograma de acuerdo a su característica superficial.

Como segunda fase se trató de detectar falta de penetración en una soldadura o detectar una fisura simulada artificialmente en la placa de acero inoxidable anteriormente mostrada. Dicha placa fue cortada en el medio y luego mal soldada intencionalmente de tal manera que en su cara posterior a la enfrentada por la cámara se halla formada la fisura artificial por falta de penetración. Idem a los casos descritos antes, fue colocada en la boca de un horno cuya temperatura interior era de 300°C. Se le hicieron varios termogramas sucesivos desde la parte superior hacia abajo detectándose en dicha imagen que sobre el cordón de soldadura había una temperatura mayor que el resto adyacente como se puede observar en las figuras (11), (12) y (13). Así se logró comprobar que es posible detectar fisuras o grietas en materiales en lugares donde no se tiene acceso para una inspección visual.

Por último se decidieron hacer ensayos en la Central Nuclear Atucha. Comenzamos por el área correspondiente a líneas de alta tensión cuya imagen es la figura (14). Se sacaron dos termogramas correspondientes a dos conectores figura (15) y (16). Aquí se puede observar que uno está sobrecalentado figura (15) aparentemente. Luego los cálculos confirmaron lo dicho. Tomando como referencia la temperatura ambiente de 14.5°C se midió la temperatura del corrector dando como resultado 31°C o sea una diferencia de 16°C aproximadamente sobre la temperatura ambiente. Cualquier elemento como este que se encuentre a una temperatura excesiva no puede funcionar correctamente y en este caso este conector deberá mantenerse bajo observación. La experiencia en otros países ha demostrado que los componentes que acusen un exceso de temperatura de 10°C o más (referencia 2) han de ser sustituidos o revisados cuanto antes y que aquellos que tengan un exceso superior a los 35°C han de ser sustituidos inmediatamente,

Se debe destacar que estas mediciones se hicieron de noche para evitar reflexiones del sol. Por último la temperatura del transformador en su cara externa superior nos dió 25°C. Esta es efectivamente la temperatura promedio de funcionamiento ya que en su interior circula aceite a 40°C.

Siempre de noche se pasó a inspeccionar las tuberías principales que conducen vapor desde el reactor al generador figura (16). En este caso se sabía que en algunas zonas de las cañerías se encontraban abolladuras. Entonces se comenzó barriendo con la cámara estos conductos y se verificó un defecto de aislación en su recubrimiento externo de aluminio. Este defecto alteró la distribución del material aislante de fibra de vidrio en su interior generando una pérdida de calor en dicho lugar como puede apreciarse en el termograma correspondiente figura (17). Luego a la luz del día fue observada esa zona y efectivamente en el área detectada por la cámara se comprobó la existencia de un defecto en el recubrimiento de la cañería principal. En este caso no era necesario medir temperaturas, sino verificar la existencia de un defecto que generase fuga de calor, como el descripto antes.

Por último se inspeccionó la entrada de vapor a la turbina figur (18). Aquí se trataba de buscar defectos en la aislación de la entrada y se encontraron dos, como puede observarse en los termogramas que se indican en las figuras (19) y (20). Si bien estas pérdidas no son grandes como para crear distorsiones en la turbina, nos muestra a la termografía como una poderosa herramienta para ser utilizada en la conservación de energía en plantas industriales donde anualmente se pierde mucho dinero debido a malas aislaciones, malos diseños o también detectar como en el caso anterior causas de posibles distorsiones en la turbina.

Así concluyó una etapa de nuestro entrenamiento con termografía.

CONCLUSIONES

Dentro de los E.N.D. de laboratorio se logró el manejo y reconocimiento de emisividades de los principales metales usados en la industria. Pero fundamentalmente se encontró un camino importante dentro de las aplicaciones. Naturalmente acerca de este tema queda mucho por hacer y se está en la etapa del desarrollo. Asimismo se están estudiando las posibilidades de detectar defectos en placas colaminadas de elementos combustibles para reactores nucleares.

Sobre la inspección a la Central Nuclear Atucha podemos decir que se está estudiando la posibilidad de realizar inspecciones programadas a dicha Central de una manera más completa.

Por último se puede añadir diciendo que este método de los infrarrojos permite detectar, agrietamientos, fisuras y problemas relacionados con erosión en refractarios o aislantes; deposiciones, obstrucciones o adelgazamiento en cañerías o conductos, conservación de la energía, etc.

REFERENCIAS

- 1°.- MENDER Alberto, TECNICAS CON INFRARROJOS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.- Comunicación interna CNEA .-
- 2°.- JAMIESON John, "INFRARED PHYSICS AND ENGINEERING".Mc. GRAW HILL BOOK COMPANY.-
- 3°.- S.H. BICHARD, L.M. ROGERS, "A REVIEW OF INDUSTRIAL APPLICATIONS OF THERMOGRAPHY". BRITISH JOURNAL OF NON DESTRUCTIVE TESTING.- JULY, 1976.-
- 4°.- IVAN SIMON, "RADIACION INFRARROJA", VAN NOSTRA ND MOMENTUM BOOKS.-