

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO	1970

04.70.95 E18

Comisión Nacional de Energía Atómica
dependiente de la Presidencia de la Nación

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DE TUBOS DE PAREDES DELGADAS

H. Abrales / I. L. Barman y C. Venturino /

IV Jornadas Metalúrgicas
Sociedad Argentina de Metales
Córdoba, noviembre de 1970

Departamento de Metalurgia
Buenos Aires - Argentina

Comisión Nacional de Energía Atómica
dependiente de la Presidencia de la Nación

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DE TUBOS DE PAREDES DELGADAS

H. Abrales, I. L. Barman* y C. Venturino*

RESUMEN

Las vainas de barras combustibles (tubos de Zircaloy de paredes delgadas) requieren un control dimensional y de defectos muy estricto. En este trabajo se describen algunas técnicas utilizadas en la CNEA para la medición de: 1) diámetro exterior, 2) diámetro interior, 3) ovalización, 4) defectos, 5) rugosidad. Para la medición de diámetro exterior e interior se utilizó un sistema electromagnético basado en la variación de reluctancia. Los defectos se evalúan mediante la utilización de un sistema de rayos gamma.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DE TUBOS DE PAREDES DELGADAS

H. Abrales, I. L. Barman y C. Venturino

Para la medición de rugosidad se dispone de un aparato comercial Hommel- Werke. Se discuten los métodos y los resultados obtenidos.

INTRODUCCION

En este trabajo se describen los métodos desarrollados para efectuar el control dimensional y la detección de fallas en tubos de vainas de paredes delgadas. Los tubos se utilizan como vainas en los elementos combustibles de la Central Nuclear de Atucha. Dado que las condiciones de trabajo son de extrema dureza y que, por razones de seguridad, se exige la confiabilidad, no pueden utilizarse técnicas de medición destructivas. Esto obliga a buscar métodos no destructivos para verificar el cumplimiento de las tolerancias correspondientes.

IV Jornadas Metalúrgicas
Sociedad Argentina de Metales
Córdoba, noviembre de 1970

Según las normas, deben hacerse los siguientes controles para verificar el cumplimiento de las tolerancias correspondientes:

diámetro exterior: se aceptan variaciones de hasta $\pm 50 \mu$ respecto del diámetro nominal.
Se controlan todos los tubos.

diámetro interior: se aceptan variaciones de hasta $\pm 50 \mu$ respecto del diámetro nominal.
Se controlan todos los tubos.

* Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica

Departamento de Metalurgia
Buenos Aires - Argentina

Los strain gauges utilizados son tipo KFB-03-C1-11 de Kyowa. En cuanto al sistema electrónico es el mismo utilizado en los casos anteriores. La rotación del tubo se logra mediante un motor de velocidad constante de 1 rpm. La sensibilidad total resultó de 1.82 μ /div del papel registrador. En la Fig. 12 se muestra la forma del registro para dos secciones típicas. La Fig. 7 muestra en forma ampliada un registro realizado dando dos vueltas completas sobre una misma sección, lo que permite apreciar la reproducibilidad del método.

En este método hay que tener en cuenta los problemas de linealidad. La sensibilidad es proporcional a la distancia Strain gauge-bolita de acero, pero cuando la deformación es muy grande la variación de resistencia deja de ser lineal. De ahí que exista una distancia óptima. En nuestro caso las limitaciones en sensibilidad se deben a que se quiere medir un rango muy amplio, 100 μ , y a problemas del diseño mecánico del sistema, no al strain gauge mismo. Con el objeto de verificar la confiabilidad del método se compararon las mediciones con las obtenidas utilizando "air-gauges", obteniéndose resultados concordantes.

DETECCION DE DEFECTOS

También en este caso se utilizó un método electromagnético, el conocido como de corrientes parásitas o Eddy Currents. Es bien sabido que un campo magnético variable induce corrientes en materiales conductores. La densidad de estas corrientes se ve afectada además de las propiedades eléctricas magnéticas y dimensionales del material, por la presencia de soluciones de continuidad en el mismo. Esta última propiedad es la que resulta de interés en nuestro caso, pues permite la detección de defectos como fisuras y variaciones en el espesor de pared de los tubos.

Para llevar a cabo esta medición se diseñó un dispositivo explorador (Fig. 6), que se desplaza por el interior del tubo y que consiste en un conjunto de bobinas coaxiales de las cuales un par conectadas en serie adicional constituyen la parte excitadora, mientras que otras dos bobinas superpuestas a las anteriores y conectadas en serie oposición forman un captor diferencial. La salida de este captor se envía a un equipo Foerster Defectograph que procesa la información de manera tal que elimina o reduce los efectos debidos a los parámetros no relevantes. La señal se registra oscilográficamente.

La calibración se realiza mediante patrones de defectos, comparando las señales relativas para cada uno. Estos patrones se preparan produciendo rayas y fisuras de las dimensiones deseadas por electroerosión. En nuestro caso se prepararon defectos longitudinales y transversales tanto interiores como exteriores en trozos de tubos idénticos a los que había que controlar.

En las Figs. 10 y 11 se muestran algunos registros con los valores correspondientes a los defectos patrones utilizados en cada caso. La sensibilidad del método permite detectar sin ambigüedad fisuras de profundidad mínima de 50 μ .

RUGOSIDAD

Esta medición se efectúa con un rugosímetro Hommel-Werke modelo P1 que permite determinar la rugosidad absoluta y la rugosidad media aritmética. Las especificaciones de las vainas de Zircaloy están expresadas en rms por lo que hay que tener en cuenta el 11% de diferencia entre la media aritmética y la media geométrica. Los valores obtenidos son del orden de 0.3 á 0.6 μ m rms. La medición es discontinua y se hace sobre algunos tubos escogidos al azar.

DISCUSION DE LOS METODOS Y RESULTADOS

Una observación general sobre los métodos utilizados, exceptuando diámetro exterior y rugosidad, es que para poder realizarlos es necesario hacer un dispositivo explorador ad-hoc para el diámetro de tubo que se desea medir. Es decir que, en general, solo tiene sentido utilizarlos cuando se trata de inspeccionar un número importante de unidades. Por otra parte, todos los métodos descriptos, salvo el de detección de defectos, son utilizables para tubos de cualquier material, metálicos o nó con la única limitación probable dada por la rugosidad y uniformidad superficial. El método de corrientes parásitas es utilizable solo en materiales de alta conductividad y en espesores relativamente pequeños debido a la poca penetración de las corrientes mismas.

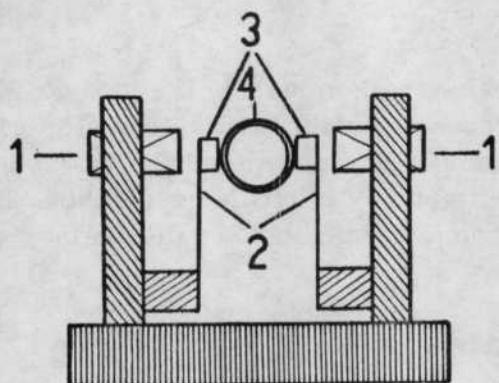


Fig. 1 - 1: Bobinas; 2: láminas flexibles;
3: cuchillas de ágata; 4: tubo de
Zircaloy.

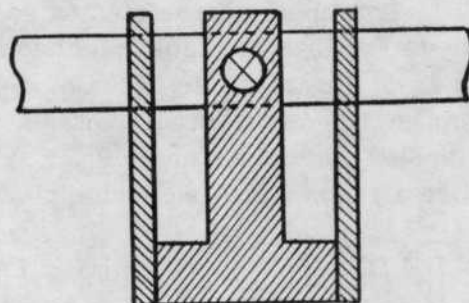


Fig. 2

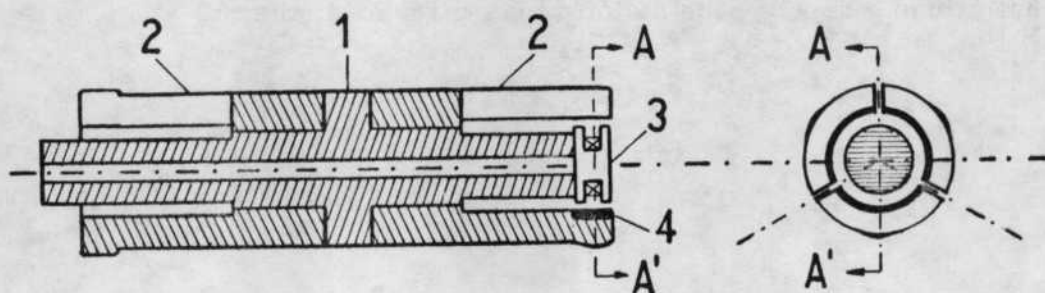


Fig. 3 - 1: Cuerpo en bronce; 2: aletas flexibles
de teflón; 3: bobina; 4: láminas de per-
malloy

Fig. 4

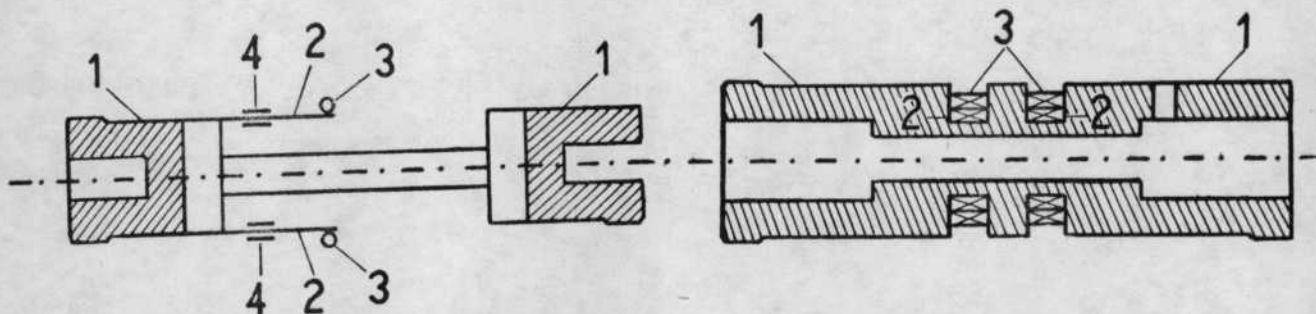


Fig. 5 - 1: Centraores de Teflon;
2: láminas de aceros flexibles;
3: bolitas de acero; 4: strain
gauges.

Fig. 6 - 1: Centraores de Teflón;
2: bobinas de excitación;
3: bobinas captoras.

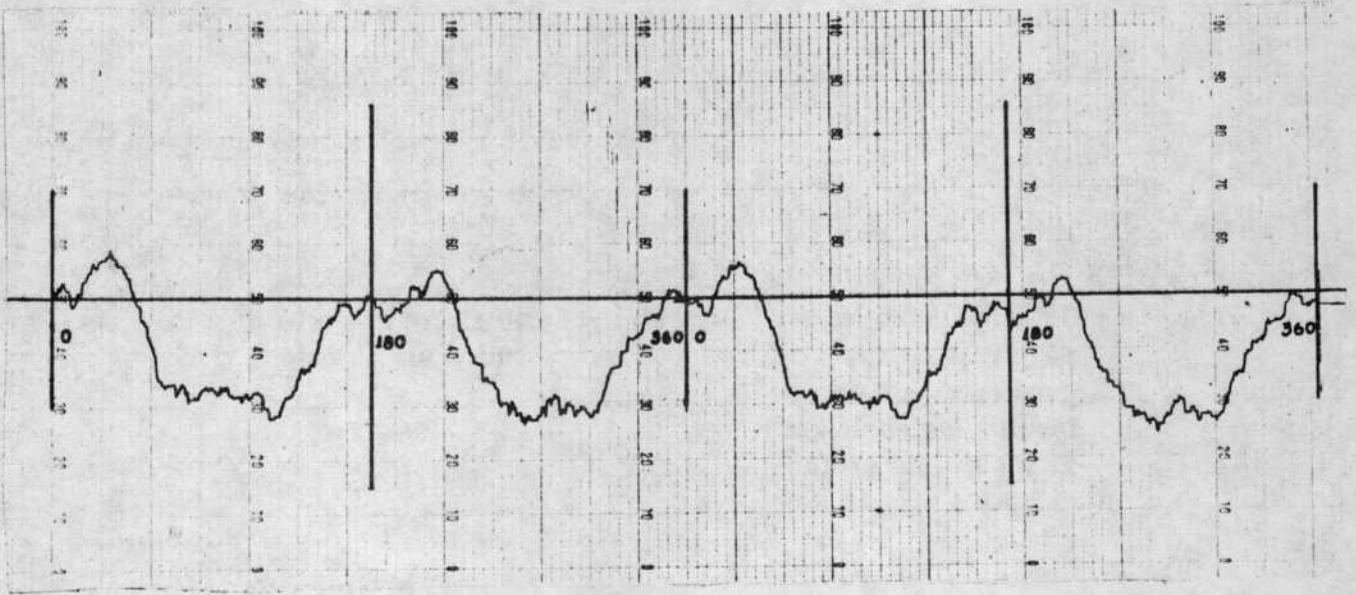


Fig. 7.- Ovalización: registro de 2 ciclos completos para una misma sección

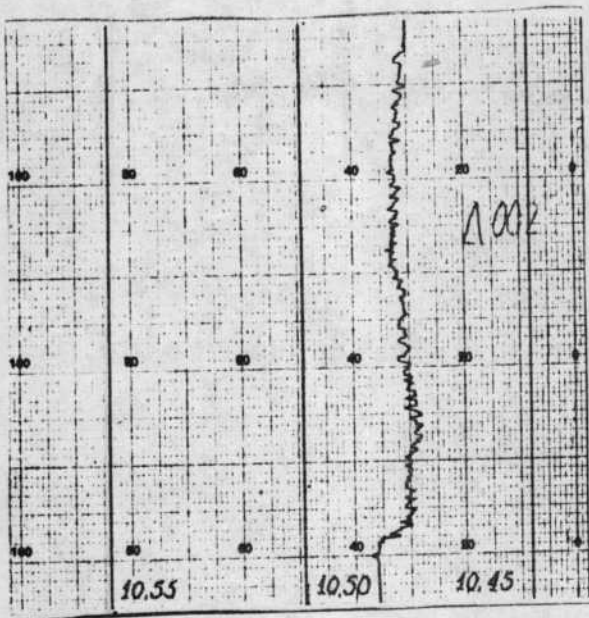


Fig. 8-Registro de variación de diámetro interior

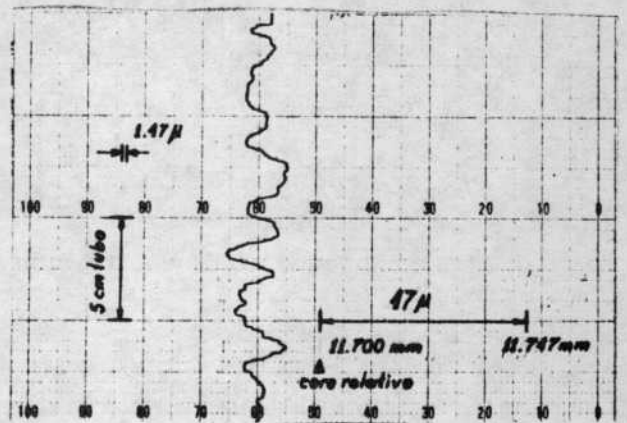


Fig. 9- Parte de un registro de diámetro exterior.



Fig. 10 - Defectos patrones: registros correspondientes a fisuras longitudinales de 120, 72 y 40 de profundidad y 5 mm de longitud.

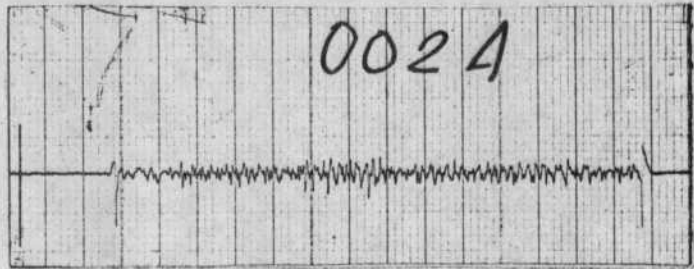


Fig. 11 - Registro de un tubo típico sin defectos

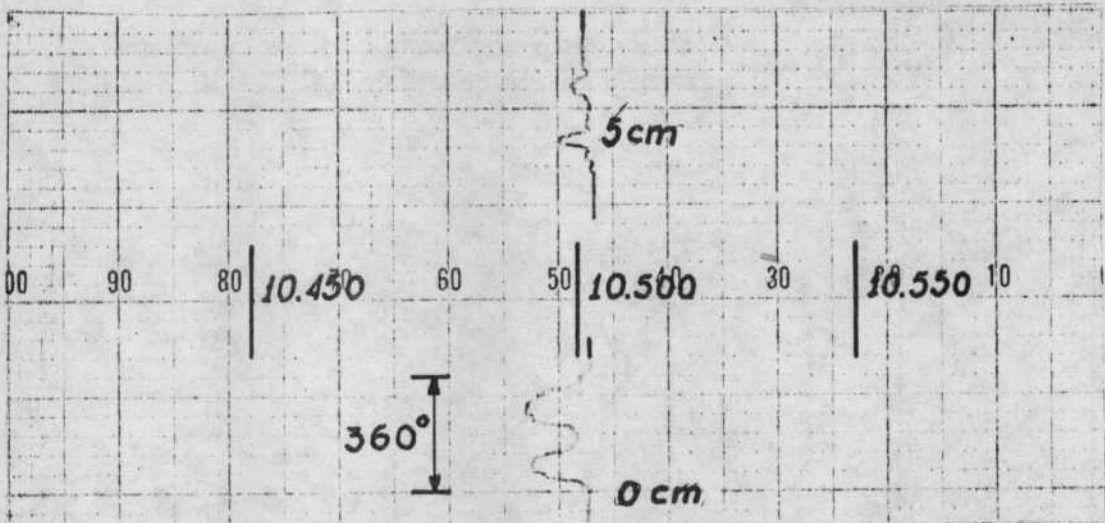
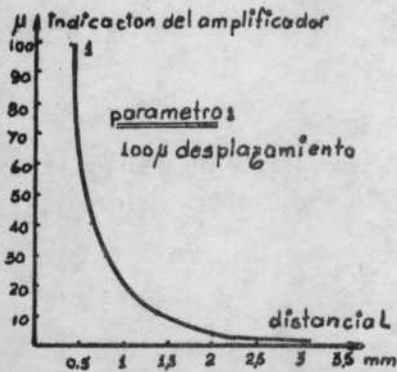
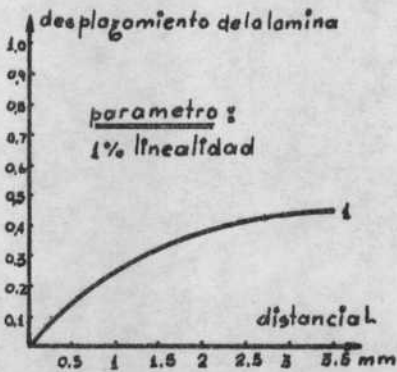


Fig. 12 - Registro de ovalización para 2 secciones distintas de un mismo tubo.



sensibilidad
fig: 13



linealidad
fig: 14

