

TAN: AR9500019

INIS-AR--107

DEFORMACION DE TUBOS DE PRESION EN SERVICIO

A.L. Sarce

Comisión Nacional de Energía Atómica
Gerencia de Área Investigación y Desarrollo
Gerencia de Desarrollo

Trabajo a ser presentado en la 21. Reunión Científica
de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear (AATN)

Mar del Plata, Buenos Aires
República Argentina

8-12 Noviembre de 1993

DEFORMACION DE TUBOS DE PRESION EN SERVICIO

Alicia Sarce

Departamento Ciencia de Materiales
Gerencia de Desarrollo - CNEA

Los tubos de presión de las Centrales Nucleares tipo CANDU y los canales de enfriamiento de las Centrales Nucleares tipo PHWR sufren deformaciones durante el funcionamiento de las mismas debido al crecimiento y creep por irradiación. El conocimiento y la predicción de esas deformaciones son importantes ya que las mismas deben ser tenidas en cuenta en el diseño.

Las deformaciones macroscópicas que se producen son consecuencia del comportamiento microestructural de dislocaciones y bordes de grano en el atrape de los defectos puntuales (vacancias e intersticiales) generados durante la irradiación. Este comportamiento es fuertemente dependiente de la orientación cristalográfica de los granos del material y de la deformación de los mismos.

En el presente trabajo, a partir del modelo propuesto por Savino y Laciana [1] en el que se considera ese comportamiento microestructural, se calculan mediante un código las deformaciones macroscópicas en las direcciones tangencial (Tg), axial (A) y radial (R) de los tubos de presión y se las compara con los correspondientes valores medidos en la Central Nuclear de Embalse.

El tubo de presión, fabricado a partir de la aleación Zr-2.5%wtNb, se considera formado por granos de fase α (de estructura hexagonal) con forma de paralelepípedos de 7×10^{-6} m en la dirección tangencial, 35×10^{-6} m en la dirección axial y 0.7×10^{-6} m en la dirección radial con una densidad de dislocaciones prismáticas de 10^{14} m⁻² en su interior. La textura se representa por tres orientaciones: c sobre el plano R-Tg a $\pm 80^\circ$ desde el eje R (densidad en volumen 0.6); c sobre el plano R-Tg a $\pm 70^\circ$ desde el eje R (densidad en volumen 0.2) y c sobre el plano R-Tg a $\pm 90^\circ$ desde el eje R (densidad en volumen 0.2). La tensión externa a la que están sometidos los tubos (hoop stress) se toma igual a 136 Mpa. Se usan dos potenciales (uno de pares y otro de muchos cuerpos) para representar las interacciones interatómicas en la red del Zr.

Las potencias de las dislocaciones y de los bordes de grano en el atrape de defectos puntuales (capacidad de atrape), que es necesario introducir en el código de cálculo para obtener las deformaciones macroscópicas, son expresadas como polinomios cúbicos de la anisotropía de la difusión de los defectos puntuales $(D_c/D_a)_{v,i}$, donde D_c (D_a) es la difusividad en la dirección paralela (perpendicular) al eje

c de la celda hexagonal del Zr y v (i) indica vacancia (intersticial). Esto permite tener en cuenta, por un lado, la contribución a la deformación macroscópica de cada una de las distintas orientaciones de los granos presentes dentro del material del tubo de presión, y, por otro lado, el efecto de la evolución de las tensiones intergranulares, ya que esa anisotropía de la difusión es dependiente de la deformación de la red. Esas tensiones intergranulares son generadas por el anisotrópico comportamiento dentro de cada grano.

La comparación de los valores calculados con el código para la deformación macroscópica en función del tiempo de funcionamiento de la Central con los correspondientes valores medidos en los tubos de presión de la Central Nuclear de Embalse muestra que: los dos potenciales usados para describir el Zr- α (de pares y de muchos cuerpos) permiten ajustar la deformación axial medida pero, mientras los resultados obtenidos con el potencial de muchos cuerpos predicen un aumento del diámetro del tubo de presión (como se obtiene experimentalmente), los resultados obtenidos con el potencial de pares predicen una disminución del diámetro.

De lo que acaba de exponerse, la descripción del Zr- α por el potencial de muchos cuerpos, que implica una estática y una dinámica particulares de los defectos puntuales, pareciera ser la más adecuada para ser introducida en el código actual de cálculo cuando éste debe ser usado para predecir las deformaciones de los tubos de presión en servicio.

[1] E.J.Savino y C.E.Laciana, J.Nucl.Mat. 90 (1980) 89.