



ESTUDIO DEL DAÑO POR FRETTING EN BARRAS DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE ZIRCALLOY-4

S. R. Soria^{(1,2)*}, A. Fernández⁽³⁾, A. Tolley^(1,2) y A. Yawny^(1,2)

⁽¹⁾División Física de Metales, Centro Atómico Bariloche - Instituto Balseiro, Av. Bustillo 9500, S.C. de Bariloche, Argentina.

⁽²⁾CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas)

⁽³⁾Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

*Correo Electrónico (autor de contacto): sergiorsoria@gmail.com

RESUMEN

El fretting es un mecanismo de daño que se presenta entre dos superficies en contacto entre las cuales existe un movimiento relativo de 1 a 300 μm . En el caso de las barras de elementos combustibles de reactores nucleares este fenómeno ocurre debido a la presencia de vibraciones inducidas por el flujo de agua del circuito primario [1]. El presente trabajo tiene como objetivos: determinar experimentalmente el denominado mapa de las condiciones de fretting en operación RCFM [2] para tubos de Zircalloy-4, en configuración tubo contra tubo cruzado a 90°, en aire a temperatura ambiente, bajo las condiciones de carga normal P , desplazamientos relativos δ y frecuencia de ensayo f recomendadas en ASTM G-204; caracterizar por TEM la naturaleza de las partículas desprendidas durante el proceso; determinar el coeficiente de fricción COF en cada caso. Para $P = 10\text{ N}$ y $\delta = 50\ \mu\text{m}$ el sistema se halló en la condición de fretting en deslizamiento global con un $\text{COF} \approx 1$. Para $P = 5\text{ N}$ y $\delta = 200\ \mu\text{m}$, el sistema se ubicó en una condición de desgaste por deslizamiento con valores de $\text{COF} \approx 0.4$, en línea con lo encontrado por otros autores para contacto deslizante de Zr con diferentes materiales [3]. En ambos casos las partículas desprendidas correspondieron a ZrO_2 en fase tetragonal o monoclinica, con tamaños individuales en el rango 10 a 20 nm, aunque formando aglomerados de hasta algunos micrometros. La presencia de la fase tetragonal de ZrO_2 sugiere que durante el ensayo se alcanzan temperaturas cercanas a 900 °C debido a la interacción [4]. Se realizaron además ensayos complementarios a $f = 30\text{ Hz}$ con $\delta = 14\ \mu\text{m}$ y $P = 5, 10$ y 20 N para determinar el RCFM en las condiciones más cercanas a las de funcionamiento [1].

ABSTRACT

Fretting is a damage mechanism that occurs between two contacting surfaces subjected to a relative movement in the range of 1 to 300 μm . This phenomenon also occurs in the Zircalloy-4 tubes used in nuclear fuel elements due to the presence of vibrations induced by the primary circuit water flow [1]. The objectives of the present work are: the experimental assessment of the Running Condition Fretting Maps RCFM [2] for Zircalloy-4 tubes in a 90° cross tube configuration, in air at room temperature, using normal load P , relative displacements δ and test frequency f recommended in ASTM G-204; the TEM characterization of the debris detached during the process; the evaluation of the respective coefficient of friction COF. It was found that for $P = 10\text{ N}$ and $\delta = 50\ \mu\text{m}$ the system running condition corresponded to fretting in the gross slip regime with a $\text{COF} \approx 1$. For $P = 5\text{ N}$ and $\delta = 200\ \mu\text{m}$, the running condition corresponded to sliding wear with $\text{COF} \approx 0.4$, in agreement with the results of [3] for Zr sliding against other materials. The debris were analyzed by TEM. In both cases, they corresponded to ZrO_2 with either tetragonal or monoclinic crystalline structure. The particles presented individual sizes in the range 10 to 20 nm but forming agglomerates up to few micrometers. The presence of the tetragonal ZrO_2 phase during testing suggests that temperatures around 900 °C are reached due to the interaction [4]. In addition, tests with $f = 30\text{ Hz}$ with $\delta = 14\ \mu\text{m}$ and $P = 5, 10$ and 20 N were performed to determine the RCFM in the conditions near to the operating conditions considered in [1].

REFERENCIAS

1. H.K. Kim, S.J. Kim, K.H. Yoon, H.S. Kang, K.N. Song, “Fretting wear of laterally supported tube” *Wear*, Vol. 250 (2001), p. 535-543.
2. M.H. Zhu, Z.R. Zhou, “On the mechanisms of various fretting wear modes”, *Tribology International* Vol. 44 (2011) p. 1378–1388.
3. M.B. Peterson, R.L. Johnson, “RM E51LZO: Friction and surface damage of several corrosion-resistant materials”, 1952, NACA.
4. R. N. Patil, E. C. Subbarao, “Monoclinic-Tetragonal Phase Transition in Zirconia: Mechanism, Pretransformation and Coexistence”, *Acta Crystallographica A* Vol.26 (1970) p.535-542.

TÓPICO DEL CONGRESO O SIMPOSIO: *T09*

PRESENTACIÓN (ORAL O PÓSTER): *O (oral)*