

CARACTERIZACIÓN MEDIANTE TÉCNICAS DE MICROSCOPIA DE LOS RÉGIMENES DE FRETTING EN TUBOS DE GENERADORES DE VAPOR

Sergio R. Soria^(1,2), Alfredo J. Tolley^(1,2), Alejandro A. Yawny^(1,2)

¹ División Física de Metales, Centro Atómico Bariloche - Instituto Balseiro, CNEA - Av. E. Bustillo 9500, 8400 S. C. de Bariloche, Argentina

² CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas)
Email: sergiorsoria@gmail.com

El fretting se origina entre dos piezas en contacto entre las cuales existe un movimiento de pequeña amplitud [1] y puede resultar en la falla de la pieza debido a la remoción de material en la zona de contacto (desgaste por fretting) o una disminución de la vida a fatiga de la misma debido a la concentración de tensiones en la zona de contacto (fatiga por fretting) [2]. Para determinar el tipo de contacto que prevalece ante las diferentes condiciones de carga de contacto (P) y amplitud de desplazamiento (δ) se realizan los mapas de las condiciones de fretting en servicio (RCFM, *Running Condition Fretting Maps*) [3]. El conocimiento de los mismos permitiría predecir el mecanismo de daño preponderante, conocidas las condiciones de servicio. En este trabajo se determinó el RCFM de tubos de generadores de vapor (TGV) de Incoloy 800 en contacto con patines de acero AISI 420 en una geometría de tubos cruzados. La carga de contacto se aplicó mediante la deflexión de un fleje elástico. Se utilizaron δ de 5, 10, 25, 35 y 50 μm y P de 5, 10 y 20 N. Todos los ensayos se realizaron en aire a temperatura ambiente a una frecuencia de 13 Hz hasta alcanzar $1\text{E}6$ ciclos. Se caracterizó la superficie de desgaste mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) con un Phillips 515 y microscopía óptica (LM) en un Leica DMR, mientras que las partículas desprendidas se analizaron mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM) y espectroscopía de dispersión en energía (EDS) con un CM200UT, operando a 200 kV. Para $\delta = 5 \mu\text{m}$, se identificó un régimen de deslizamiento parcial (PSR, *Partial Slip Regime*) en el que se verifica la ocurrencia de adherencia o deslizamiento parcial en la zona de contacto. Para esta situación, no se detecta remoción de material y el daño producido es más fácil de observar por LM debido al efecto de *false brinelling* (Fig. 1). Para $\delta = 10$ y $25 \mu\text{m}$, se detectó la ocurrencia del denominado régimen mixto (MR, *Mixed Regime*). Se observa ahora una evolución de una situación de deslizamiento global a una de deslizamiento parcial con el avance del ensayo. El mecanismo de desgaste varía encontrándose en el primer caso regiones del contacto sin daño evidente, mientras que para el segundo caso toda la región de contacto presentó daño por deslizamiento (Fig. 2). Para $\delta = 50 \mu\text{m}$ se detecta el régimen de deslizamiento global (SR, *Slip Regime*). El mismo se mantiene a lo largo de todo el ensayo. Se pudo comprobar el desprendimiento de partículas micrométricas las cuales estaban constituidas a su vez por aglomerados de partículas cristalinas de tamaño 5-20 nm (Fig. 3) caracterizadas por una estructura del tipo $(\text{Ni,Fe})(\text{Fe,Cr})_2\text{O}_4$.

REFERENCIAS

- [1] ASTM Internacional (2010), "ASTM G204-10: Standard Test Method for Damage to Contacting Solid Surfaces under Fretting Conditions", ASTM.
[2] Vingsbo O., Söderberg S., (1988) "On the fretting maps" *Wear* 126: 131-147.
[3] Zhou Z. R., Fayeulle S., Vincent L., (1992) "Cracking behaviour of various aluminium alloys during fretting wear" *Wear* 155: 317-330.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la División Caracterización de Materiales del Centro Atómico Bariloche por la asistencia brindada en el uso y toma de imágenes mediante SEM. Este trabajo fue realizado con fondos aportados por la ANPCyT (PICT 0898-2011), CONICET y la Universidad Nacional de Cuyo.

FIGURAS

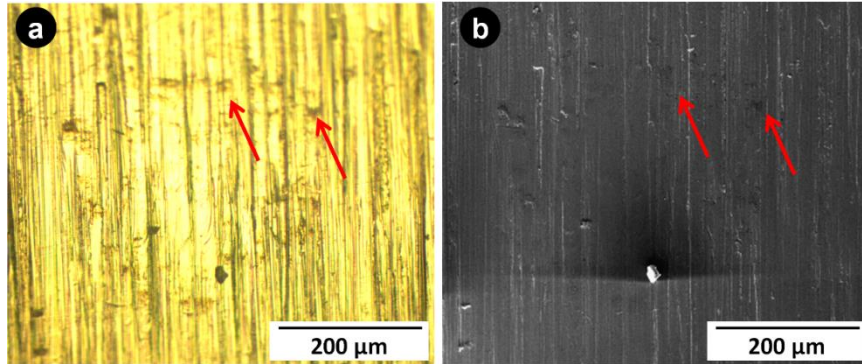


Fig. 1. Imágenes de la zona de contacto en el tubo de Incoloy 800, con una carga normal de 10 N, para una amplitud de desplazamiento de 5 μm observada por LM (a) y SEM (b). Las flechas indican el efecto de *false brinelling*.

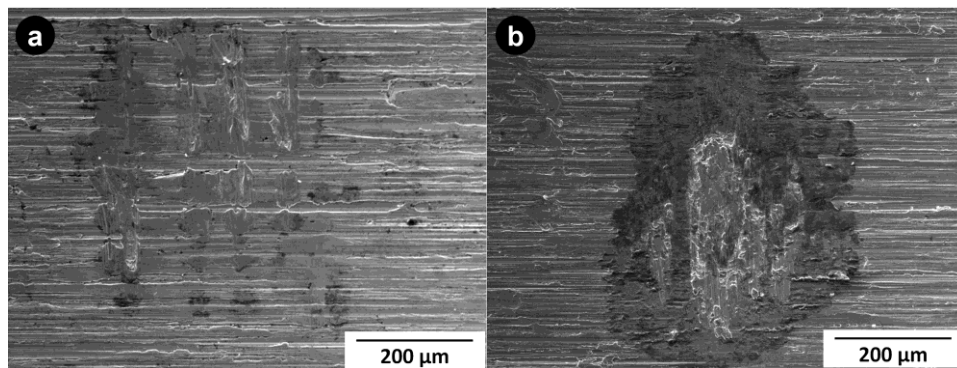


Fig. 2. Imágenes de la zona de contacto en el tubo de Incoloy 800, con una carga normal de 10 N, para una amplitud de desplazamiento de 10 μm (a) y de 25 μm (b).

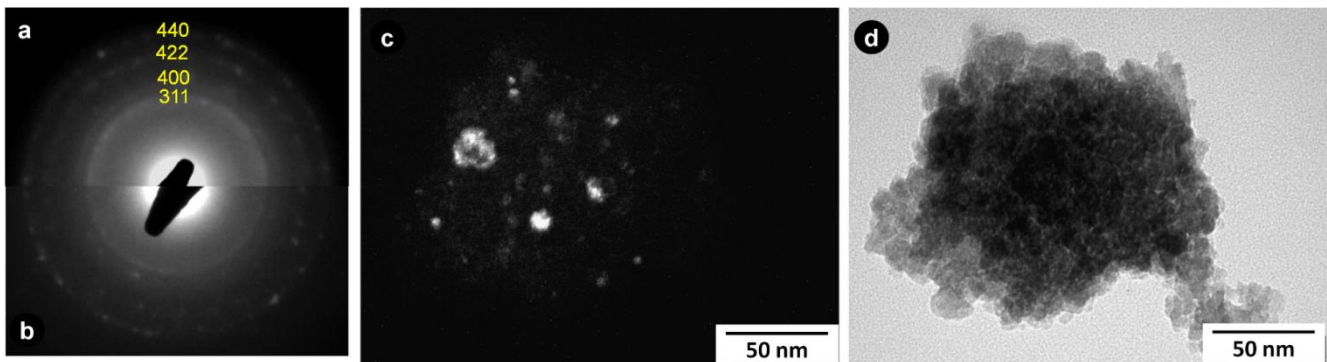


Fig.3. Patrones de difracción de electrones de las partículas desprendidas con $\delta = 50 \mu\text{m}$ de estructura $(\text{Ni, Fe})(\text{Fe, Cr})_2\text{O}_4$ para una carga normal de 10 N (a) y 20 N (b) e imágenes de campo oscuro (c) y campo claro (d) de una de las partículas desprendidas para $P = 10 \text{ N}$ y $\delta = 50 \mu\text{m}$, donde se observa que la partícula mayor está compuesta de partículas con tamaños entre 5 y 20 nm.