



MECHANICAL CHARACTERIZATION OF PM ALUMINUM COMPOSITES BY SMALL PUNCH TEST

M. Moreno^{(1,2)*}, M. Balog⁽³⁾ y P. Krizik⁽³⁾

⁽¹⁾División Física de Metales, Gerencia de Física, Gerencia de Área Investigaciones y Aplicaciones No Nucleares (GAIyNN), Comisión Nacional de Energía Atómica, Bustillo 9500, (8400) Bariloche, Argentina.

⁽²⁾CONICET.

⁽³⁾Institute of Materials and Machine Mechanics, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia.

*Correo Electrónico (autor de contacto): mmoreno@cab.cnea.gov.ar

RESUMEN

En este trabajo el Small Punch Test (SPT) [1] fue utilizado para estudiar el comportamiento mecánico de materiales compuestos de matriz metálica (MMC) Al-Al₂O₃ de grano ultrafino, fabricados in situ a través de pulvimetalurgia [2] (HITEMAL®). Dichos MMCs muestran mejoras en la resistencia al creep y una mayor estabilidad térmica a temperaturas elevadas, mucho mayores a la de aleaciones de Al convencionales, incluso después de exposiciones prolongadas a altas temperaturas. En este trabajo fueron evaluados MMC fabricados a partir de dos polvos de diferente tamaño de partícula ($d_{50} = 8,9$ y $1,2 \mu\text{m}$).

Los ensayos SPT se realizaron a temperatura ambiente usando probetas de 10 mm de diámetro. Los efectos de espesor en la curva SPT carga vs. desplazamiento se evaluaron por medio de probetas de espesores de 0,400, 0,500 y 0,600 mm. La medición de los desplazamientos de ambas caras de la probeta mostró diferencias a lo largo del ensayo. Se analizó el desarrollo de las etapas típicas de deformación plástica [3] encontradas en materiales dúctiles. También se estudió la relación entre las curvas de tracción y las curvas SPT. La definición de carga característica P_Y [4], que define el cambio entre la primera etapa de flexión elástica y flexión plástica, fue estudiada en términos de dos métodos alternativos. La relación entre P_Y y el límite elástico fue analizada para cada material. En particular, el proceso de fabricación de $1,2 \mu\text{m}$ de tamaño de grano fue evaluado mediante SPT. Se detectó un cambio drástico del comportamiento mecánico entre el polvo compactado en frío respecto al material final forjado en caliente.

Finalmente se discutió la incidencia del tamaño de partícula original del polvo de aluminio en las cargas características del SPT de cada material.

ABSTRACT

In this work Small Punch Test (SPT) [1] was applied to study the mechanical behavior of ultrafine-grained Al-Al₂O₃ metal matrix composites (MMCs) fabricated in situ via powder metallurgy [2] route (HITEMAL®). Such MMCs show attractive mechanical properties, enhanced creep performance and increased thermal stability at elevated temperatures, not normally associated with service of conventional Al alloys, even after prolonged high temperature exposure. MMCs fabricated from two powders of different particle size ($d_{50} = 8.9$ and $1.2 \mu\text{m}$) were evaluated in this work.

SPT was performed at room temperature using specimens of 10 mm in diameter. The effects of thickness on load vs. displacement curves were also evaluated by specimens with thicknesses of 0.4, 0.5 and 0.6 mm. The displacements representative from top and bottom faces of the specimen showed differences along the test. The development of typical plastic stages [3] along the tests up to maximum often found for ductile materials is analyzed. The correspondence between load-displacement curve with stress – strain tensile curves for both composites is also analyzed. The characteristic load P_Y [4] defines the change between the first elastic bending regime and the plastic bending regime. The selection criteria to calculate P_Y of in terms of two

methods are discussed. Using this SPT parameter the relationship with it corresponding yield stress is studied for each composite material. In particular the manufacture processing of 1.2 μm grain size was evaluated by SPT. A drastic change of mechanical behavior between the compacted powder previous and the hot forged material was detected.

The incidence of particle size of original aluminum powder in the values of characteristic loads extracted from SPT test is finally discussed.

REFERENCIAS

1. M. F. Moreno, "Application of small punch testing on the mechanical and microstructural characterizations of P91 steel at room temperature", Int. J. Press. Vess. Pip. (2016) doi 10.1016/j.ijpvp.2016.04.002 *in press*.
2. M. Balog, P. Krizik, M. Nosko, Z. Hajovska, M. V. C. Riglos, W. Rajner, D.-S. Liu, F. Simancik, "Forged HITEMAL: Al-based MMCs strengthened with nanometric thick Al_2O_3 skeleton"; Mat Sci Eng A, Vol. 613 (2014), p. 82-90.
3. M. Moreno, G. Bertolino, A. Yawny, "The significance of specimen displacement definition on the mechanical properties derived from Small Punch Test", Mat. Des. Vol. 95 (2016), p. 623-631.
4. T. E. García, C. Rodríguez, F. J. Belzunce, C. Suárez, "Estimation of the mechanical properties of metallic materials by means of the small punch test"; J Alloys Compd, Vol. 582 (2014), p. 708-717.

TÓPICO DEL CONGRESO O SIMPOSIO: T04

PRESENTACIÓN (ORAL O PÓSTER): O (oral)