

ESTUDIO DE TENSIONES Y DEFORMACIONES RESIDUALES EN COMPUESTOS AL-MG DEFORMADOS POR EXTRUSIÓN MEDIANTE LA TÉCNICA DE TIEMPO DE VUELO DE DIFRACCIÓN DE NEUTRONES

R.E. Bolmaro*, A. Fourty*, Chr. Bittorf**, H.-G. Priesmeyer** y H.-G. Brokmeier**

* Instituto de Física Rosario-Fac. Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. CONICET-UNR. Bv. 27 de febrero 210 bis. 2000. Rosario. Argentina.

** Institut für Metallkunde und Metallphysik der Technische Universität Clausthal. GKSS Forschungszentrum Geesthacht, Max-Planck-Str. 03, D-21502 Geesthacht, Germany
e-mail: bolmaro@ifir.ifir.edu.ar

En el presente trabajo se informa un estudio experimental de las deformaciones residuales de 1ro y 2do orden desarrolladas en compuestos Al-Mg deformados por extrusión. El proceso de medición se llevó a cabo mediante la técnica de tiempo de vuelo de difracción de neutrones (1). Las deformaciones residuales de 1er. orden son calculadas para diferentes planos cristalinos de ambas fases en diferentes direcciones de probetas cilíndricas. El ajuste de la posición y ancho de picos fue efectuado mediante desarrollos de Fourier locales hasta un orden en que los errores admitidos se encontraban en el 0.01 %. La dependencia con la dirección respecto del eje central de las probetas fue estudiada para una fracción de volumen 50%Al-50%Mg. Cinco fracciones de volumen diferentes de ambas fases (100% Al, 75%Al25%Mg, 50%Al50%Mg, 25%Al-75%Mg y 100%Mg) fueron medidas a deformaciones equivalentes de 2.6 y 2.8. Se describen los resultados y se estudia la correlación entre fracción de volumen de ambas fases y las deformaciones medidas.

In the current paper we show experimental residual strains of the 1st and 2nd kind in Al-Mg composites deformed by extrusion. The measurements were taken by the Time of Flight (TOF) neutron diffraction technique (1). The position and width of diffraction peaks were fitted by local Fourier expansions until the relative errors were less than 0.01 %. The dependence with respect to the axis transversal to the longitudinal direction was measured for a volume fraction of 50%Al-50%Mg. Five different volume fractions of both phases (100% Al, 75%Al25%Mg, 50%Al50%Mg, 25%Al-75%Mg and 100%Mg) were measured at Von Mises equivalent strains of 2.6 and 2.8. The results are described and the correlation between volume fraction of both phases and measured deformations are studied.

Keywords: Deformaciones residuales, texturas, materiales bifásicos, co-deformación

I.- Introducción

Las deformaciones residuales en materiales multifásicos se dan como consecuencia de varios factores. Las diferencias entre coeficientes de dilatación térmica pueden ocasionar deformaciones residuales durante el proceso de enfriamiento como consecuencia de los distintos cambios dimensionales de las fases. Las deformaciones producidas por acción de cargas mecánicas se reparten entre las fases en función de las propiedades elásticas de cada fase. Por último, cuando un material es sometido a deformaciones elastoplásticas y se descarga, subsisten deformaciones residuales que dependen en una forma bastante compleja de las interacciones y deformaciones de las distintas fases.

II.- Resultados experimentales

En el presente trabajo se midieron las deformaciones residuales resultantes de un proceso de grandes deformaciones por extrusión en materiales compuestos de fases codeformantes. Los contenidos de ambas fases se variaron a pasos del 25% incluyendo los materiales puros en ambos extremos. El objetivo es el estudio de la influencia sobre las deformaciones residuales de las codeformaciones elasto-plásticas. Las Figs. 1 y 2

muestran las deformaciones residuales obtenidas para planos de Mg y Al, respectivamente, en función de la fracción de volumen de Al.

Las deformaciones residuales medidas por corrimiento de pico son las comúnmente llamadas de 1er. tipo u orden. En nuestro caso se trata de deformaciones residuales autobalanceadas, en la pieza como un todo, tanto entre diferentes planos de una misma fase como entre diferentes fases.

Se efectuó un estudio del ensanchamiento de picos de difracción por la misma técnica de ajuste y comparación con referencias de polvos metálicos libres de tensiones. Las deformaciones y tensiones de 2do orden se interpretan en términos de la interacción entre granos y desajustes elásticos y plásticos desarrollados en el proceso de deformación (2-3). El ancho de pico es representativo de inhomogeneidades en la deformación que se compensan usualmente en distancias del orden del tamaño de grano. En nuestro caso la compensación se efectúa tanto entre primeros vecinos de la misma fase como de fases diferentes.

Las Figs. 3 y 4 muestran los anchos de pico a mitad de altura de pico (ΔFWP) comparados con los obtenidos para el polvo original libre de tensiones residuales.

Conclusiones

La alta anisotropía del Mg induce deformaciones residuales aun en el caso de Mg puro. Las deformaciones residuales de los planos (200) tienden a compensar, en signo y magnitud, prácticamente todas las otras deformaciones en los otros planos (Fig. 1). A 50 % de contenido de Al el efecto prácticamente se invierte. En tanto que a bajas fracciones de volumen de Mg la matriz de Al, siendo prácticamente isotrópica, tiende a isotropizar el comportamiento de todos los planos de Mg.

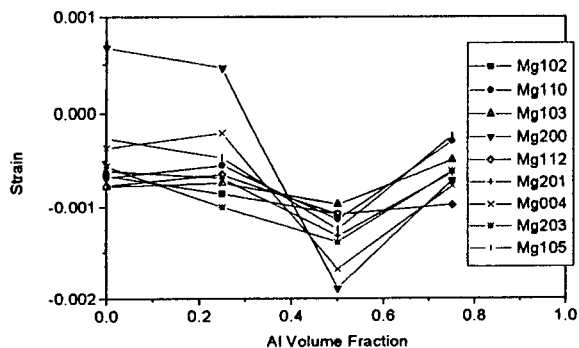


Fig. 1. Deformaciones residuales en la fase Mg en función de la fracción de volumen de Al (deformación de Von Mises = 2.8).

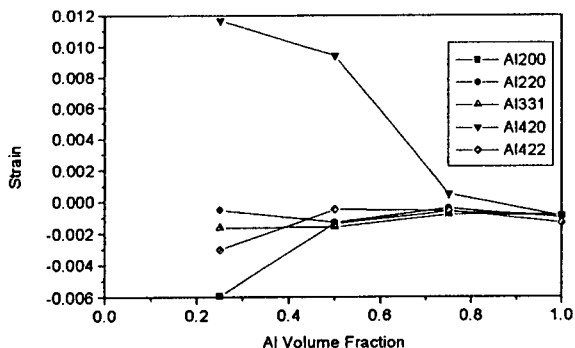


Fig. 2. Deformaciones residuales en la fase Al en función de la fracción de volumen de Al (deformación de Von Mises = 2.8).

Por el contrario, el Al presenta un comportamiento anisotrópico sólo a bajas concentraciones de Al. Esto es cuando el mismo se halla altamente influido por la anisotropía del Mg. (Fig. 2).

Los anchos de pico a mitad de altura de pico (HFWP) para el Mg presentan un máximo en una dirección a 45° de la dirección transversal de la probeta

(Fig. 3). El comportamiento del Al no es tan claro debido a la ausencia de picos en esas orientaciones (Fig. 4). Este comportamiento requiere un análisis pormenorizado de la interacción entre los distintos granos y de las posibilidades de acumulación de dislocaciones para las distintas orientaciones.

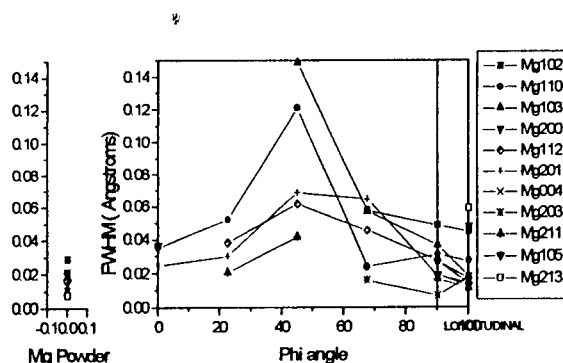


Fig. 3. Ancho de pico a mitad de altura para distintos picos de difracción del Mg en función de la orientación respecto del eje transversal a la probeta.

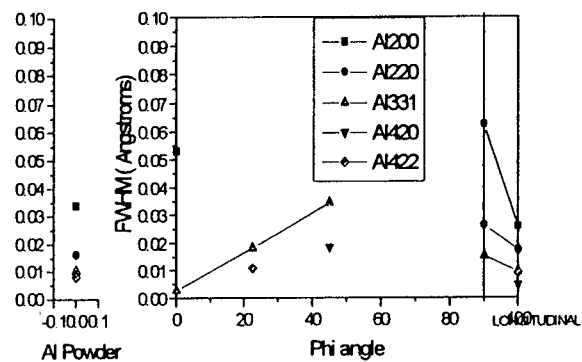


Fig. 4. Ancho de pico a mitad de altura para distintos picos de difracción del Al en función de la orientación respecto del eje transversal a la probeta.

Referencias:

- 1.- J. of Neutron Res., 2, 4 (1994) 129-141.
- 2.- Acta metall., 31, 5 (1983) 657-676.
- 3.- Neutron News, 3, 3 (1992) 14-19.

Reconocimientos: Este proyecto ha sido parcialmente subvencionado por el Convenio n° S 3543000 en el marco de la Cooperación Argentino-Alemana para la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. KFA International Bureau, Germany - Secretaría de Ciencia y Tecnología, Argentina.