

ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE LA ORIENTACIÓN Y LA ACUMULACIÓN DE DEFECTOS EN ACERO F138 LAMINADO

Emanuel A. Benatti (1), Natalia S. De Vincentis (1), Martina C. Avalos (1), Heinz Günter Brokmeier (2), Raúl E. Bolmaro (1)

(1) Laboratorio de Ciencia de los Materiales, Instituto de Física Rosario CONICET-UNR, Rosario, Argentina.

(2) Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik, TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld-Helmholtz-Zentrum Geesthacht, GEMS Outstation, Hamburg, Germany.

Email: benatti@ifir-conicet.gov.ar

Los materiales sujetos a deformaciones plásticas acumulan energía en la forma de defectos, y existe la evidencia de que la generación de las micro/nanoestructuras resultantes depende de la orientación de los granos además de la cristalografía, el tipo de aleación considerada, el proceso de deformación, etc. A pesar de que la literatura confirma la hipótesis de la anisotropía en ciertas ocasiones, no existen reglas generales para explicar o calcular la acumulación de energía en los materiales sometidos a deformación plástica severa (SPD). La comprensión cualitativa y cuantitativa de estos procesos de acumulación de energía, así como la evolución de las estructuras de dislocaciones y maclas en los materiales policristalinos, podrían permitir predecir con más precisión la respuesta de dichos materiales frente a diferentes procesos de deformación y tratamientos térmicos. En este sentido, las técnicas de difracción constituyen herramientas fundamentales para caracterizar el tipo y la acumulación de defectos en los materiales, siendo la difracción de rayos X (XRD) y la difracción de electrones retro difundidos (EBSD) dos técnicas que presentan capacidades y alcances en cierto sentido complementarios, ya que los experimentos de XRD permiten estudiar grandes volúmenes del material aunque con un nivel de resolución espacial pobre, mientras que los estudios de EBSD pueden no proveer siempre la estadística típica de la XRD, pero si proveen una resolución notablemente mayor, así como la posibilidad de estudiar la correlación espacial de los diferentes granos. El objetivo de este trabajo es estudiar la dependencia de la orientación cristalina y de la muestra en la acumulación de dislocaciones, así como correlacionar la acumulación de defectos con otros parámetros microestructurales, e.g., tamaño de dominio. Estudios de ancho de pico realizados utilizando XRD sugieren que en los aceros libres de intersticiales F138, así como en aluminio 1050 y cobre, los dominios favorecidos por la textura son en general de mayor tamaño, y presentan una mayor densidad de dislocaciones. Adicionalmente un trabajo publicado por Merriman et al. [1] presenta resultados similares en muestras de aluminio 1050 laminadas, pero mediante la técnica de EBSD. Los datos de EBSD fueron analizados relacionando la misorientación con la generación de dislocaciones geoméricamente necesarias. A partir de lo visto en este trabajo se decidió aplicar un análisis parecido a los aceros F138, que poseen la misma estructura cristalina, pero poseen una energía de falla de apilamiento mucho menor que el aluminio. Las muestras de acero F138 fueron laminadas hasta lograr una reducción de la sección transversal del 70%. Su microestructura fue estudiada utilizando XRD y EBSD. Los estudios de XRD se hicieron a partir de datos de sincrotrón obtenidos en PETRA-III, DESY, en Hamburgo, Alemania y fueron procesados utilizando la técnica de Convolutional Multi Whole Profile (CMWP) [2] junto con un software de elaboración propia. Se hicieron seis barridos de EBSD sobre las mismas chapas, tres en la dirección ND y tres en la dirección TD. El área de los barridos fue siempre de 70 μm x 70 μm a 120 μm x 70 μm y la resolución de cada barrido fue de 70 nm. El análisis de los resultados se hizo utilizando MTEX, un toolbox de Matlab de código abierto desarrollado por Ralf Hielscher. El software para relacionar la orientación de los granos con la acumulación de defectos se desarrolló en Matlab (MTEX) y a partir del programa desarrollado por Merriman et al. en su tesis doctoral[3]. Las Figuras 1 y 2 muestran dos mapas EBSD, en la dirección ND y en la dirección TD, respectivamente. En las Figuras 3 y 4 se muestran histogramas de tamaño de grano para cada barrido donde se puede ver que los granos orientados en la dirección de la muestra ND son en promedio más grandes que en la dirección TD. La misma tendencia puede observarse en los otros barridos. El estudio del tamaño de grano, la densidad de dislocaciones y la orientación cristalográfica de los mismos, permite no sólo caracterizar la microestructura de las chapas laminadas en función de la orientación de la muestra, sino que también permite estudiar su relación con la cristalografía.

REFERENCIAS

- [1] Merriman C.C., Field, D.P., Trivedi P., (2008) "Orientation dependence of dislocation structure evolution during cold rolling of aluminum" *Mat. Sci. Eng. A* 494 28-35
- [2] Ribárik G., Gubicza J., Ungár T., (2004) "Correlation between strength and microstructure of ball-milled AlMg alloys determined by X-ray diffraction", *Mat. Sci. Eng. A* 387-389, 343-347
- [3] Merriman C.C. (2007), PhD. Thesis "Orientation dependence of dislocation structure evolution of aluminum alloys in 2-D and 3-D"

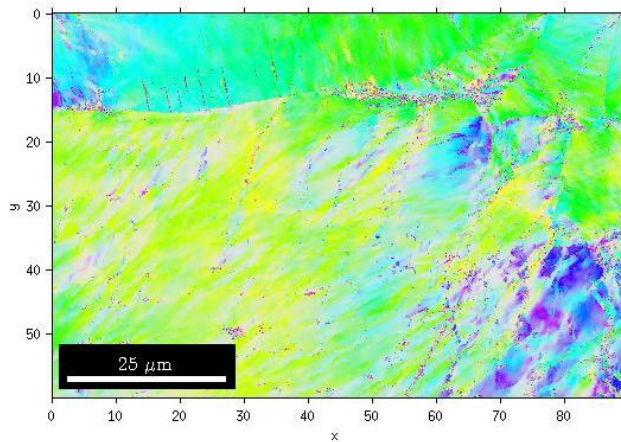


Figura 1: Mapa de Inverse Pole Figure de la dirección ND de la muestra. Distancias en μm . Código de colores según proyección estereográfica en parte superior derecha.

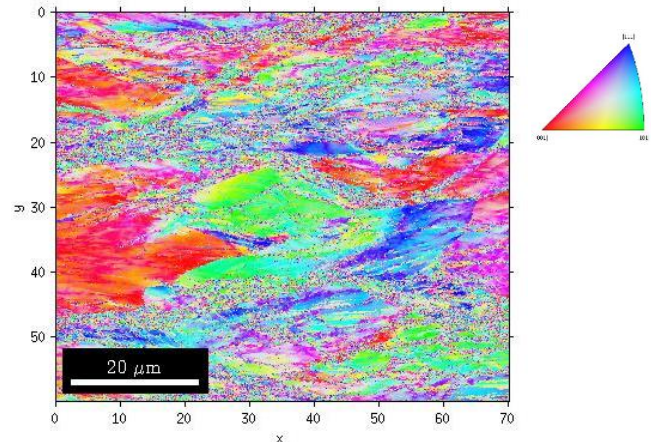


Figura 2: Mapa de Inverse Pole Figure de la dirección TD de la muestra. Distancias en μm . Código de colores según proyección estereográfica en parte superior derecha.

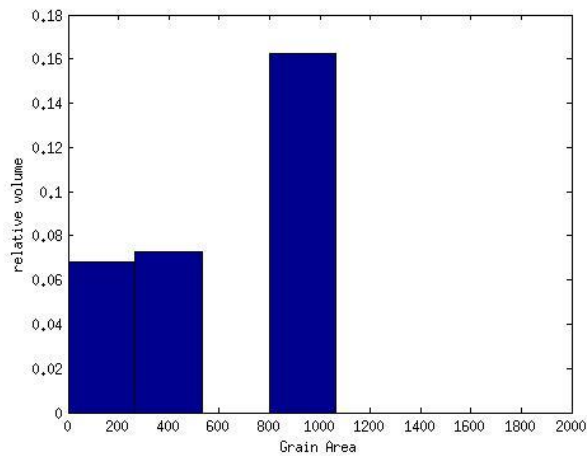


Figura 3: Histograma de fracción de volumen para el mapa de la Figura 1. Áreas en μm^2 .

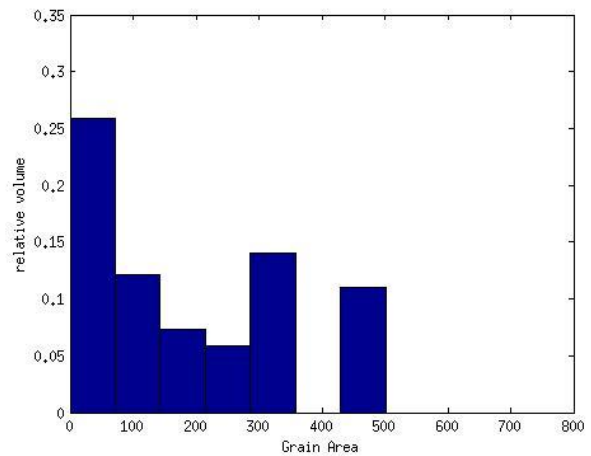


Figura 4: Histograma de fracción de volumen para el mapa de la Figura 2. Áreas en μm^2 .