

Acero NANOBAIN: Un material del siglo XXI

F.G. Caballero¹, C. García-Mateo¹ y H.K.D.H. Bhadeshia²

¹ MATERIALIA Research Group, Department of Physical Metallurgy, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM-CSIC), Avda. Gregorio del Amo, 8. E-28040 Madrid, Spain

² Department of Materials Science and Metallurgy, University of Cambridge, Pembroke Street, Cambridge CB2 3QZ, U.K.

NANOBAIN* representa una nueva generación de aceros con alta resistencia (1.7-2.2 GPa), interesante ductilidad (5-30%) y tenacidades excepcionalmente altas (45 MPam^{1/2}), lo que les proporciona un gran interés científico y tecnológico. Las excelentes propiedades de este material se deben principalmente a la formación de placas de ferrita bainítica de espesor comparable al de materiales de alta sofisticación, como los nanotubos de carbono, 20-40 nm (Figura 1). Este nuevo material se basa en una microestructura llamada bainita que se obtiene mediante un tratamiento térmico a temperaturas de transformación bajas (150-350 °C), sin la necesidad de usar deformación, enfriamientos ultra-rápidos o procesados mecánicos. A tales temperaturas la difusión del Fe es inconcebible durante los procesos de transformación. En este sentido, esta microestructura y su caracterización a nivel atómico (Figura 2) ha supuesto una aportación científica de relevancia en la discusión sobre los mecanismos que controlan la transformación bainítica (Ver publicaciones).

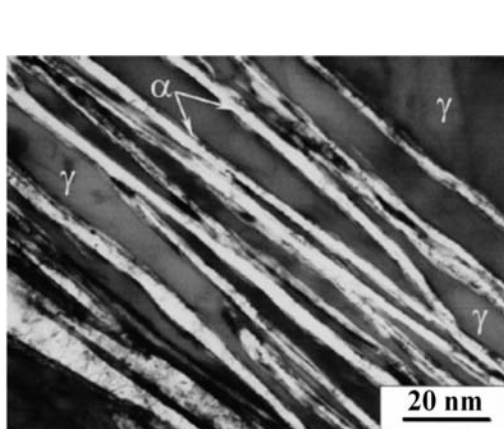


Figura 1: Micrografía electrónica de transmisión de la microestructura obtenida en NANOBAIN mediante transformación a 200 °C. α es ferrita y γ es austenita

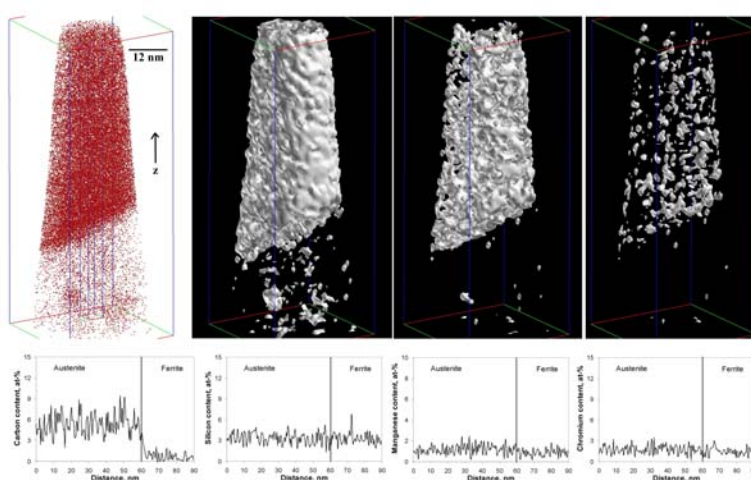


Figura 2: Mapa atómico de carbono, superficies de iso-concentración 2, 5 y 8 %at. y perfiles de concentración de soluto a través de la intercara ferrita-austenita de una muestra del nuevo acero transformada a 200 °C

Las excelentes propiedades mecánicas de este nuevo acero bainítico nanoestructurado de alto contenido en carbono y silicio ha motivado su inclusión en la exposición permanente “Materials Update” del Museo de Ciencias de Londres.

El diseño y desarrollo de estos nuevos aceros bainíticos ha dado lugar a varias publicaciones del *Science Citation Index*, entre las que se destacarían los siguientes artículos:

- F.G. Caballero and H.K.D.H Bhadeshia, 'Very Strong Bainite', *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, Vol. 8, 2004, 251-257.
- F.G. Caballero, M.K. Miller, S.S. Babu, and C. Garcia-Mateo, 'Atomic scale observations of bainite transformation in a high carbon high silicon steel', *Acta Materialia*, Vol. 55, No. 1, 2007, pp 381-390.
- F.G. Caballero, M.K. Miller, C. Garcia-Mateo, C. Capdevila and S.S. Babu, 'Redistribution of alloying elements during tempering of a nanocrystalline steel' *Acta Materialia*, vol. 56, No. 2, 2008, 188-199.

*Patente en explotación "Improved Bainitic Steel", International Publication Number: WO 01-11096 A1, de J.A. Mawella, F.G. Caballero y H.K.D.H. Bhadeshia, recientemente ampliada a Estados Unidos: US6884306 2005-04-26.

En la actualidad NANOBAIN se usa como material para blindajes. Las primeras pruebas de balística, desarrolladas por Qinetics en el Reino Unido, han demostrado que su comportamiento es superior al de los aceros más resistentes y al de las aleaciones de titanio (ver Figuras 3 y 4).



Figura 3: Blindaje NANOBAIN después de un ensayo de balística

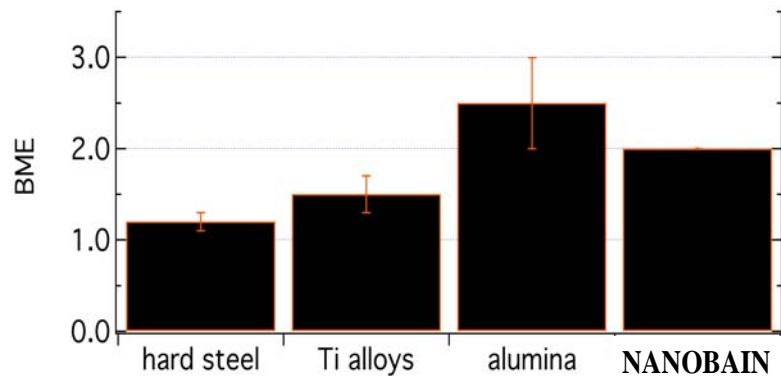


Figura 4: Resultados de eficiencia balística (BME) de NANOBAIN y otros materiales