

# Influencia del calentamiento isotérmico del TiH<sub>2</sub> sobre las propiedades de las espumas de aleación de aluminio A356



M. Romero-Romero, C. Domínguez-Ríos<sup>1</sup>, R. Torres-Sánchez, A. Aguilar-Elguezabal<sup>2</sup>  
 Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C., Chihuahua, Chihuahua, C.P. 31136  
<sup>1</sup>Co-asesor: carlos.dominguez@cimav.edu.mx; <sup>2</sup>Asesor: alfredo.aguilar@cimav.edu.mx



## RESUMEN

Espumas de aleación de aluminio A356 se obtuvieron mediante un proceso de fundición a nivel laboratorio. Polvos de TiH<sub>2</sub> pre-oxidados fueron utilizados como agentes espumantes. Los polvos fueron oxidados mediante un calentamiento isotérmico usando temperaturas desde 400 hasta 550 °C. El efecto de la temperatura de oxidación aplicada a los polvos de TiH<sub>2</sub> sobre la estructura y las propiedades mecánicas de las espumas obtenidas, fue estudiado. La distribución del tamaño de poro de las espumas fue analizado usando un software de procesamiento de imágenes y para la determinación de las propiedades mecánicas, las muestras fueron sujetas a ensayos de compresión. Los resultados globales indicaron que al utilizar polvos de TiH<sub>2</sub> pre-oxidados a 500 °C, se obtienen espumas con estructura de poros y propiedades homogéneas.

## METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

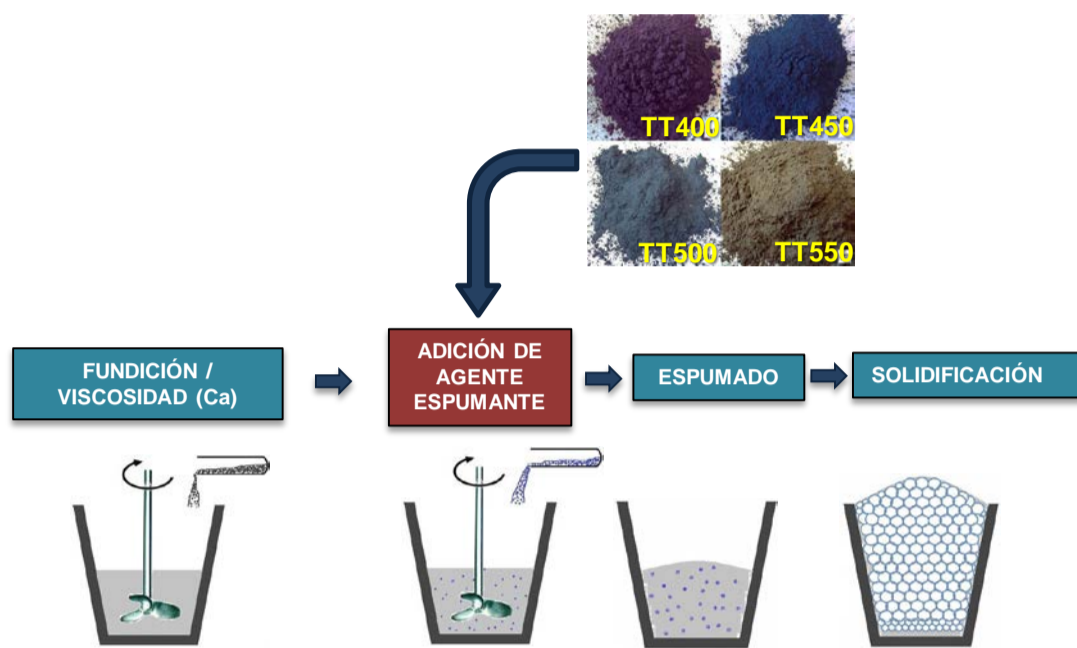


Figura 1. Proceso para obtener espuma de aleación de aluminio A356.

## ESTRUCTURA DE POROS

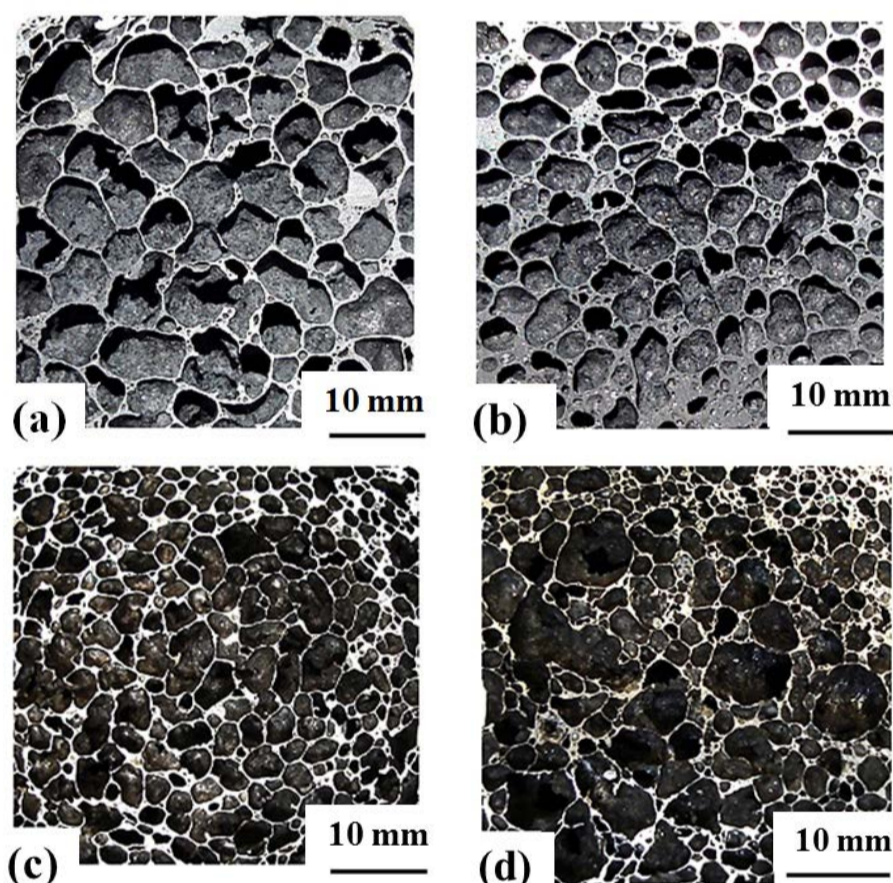


Figura 2. Estructura de poros de espumas de aleación de aluminio A356, usando (a) TT400, (b) TT450, (c) TT500 y (d) TT550.

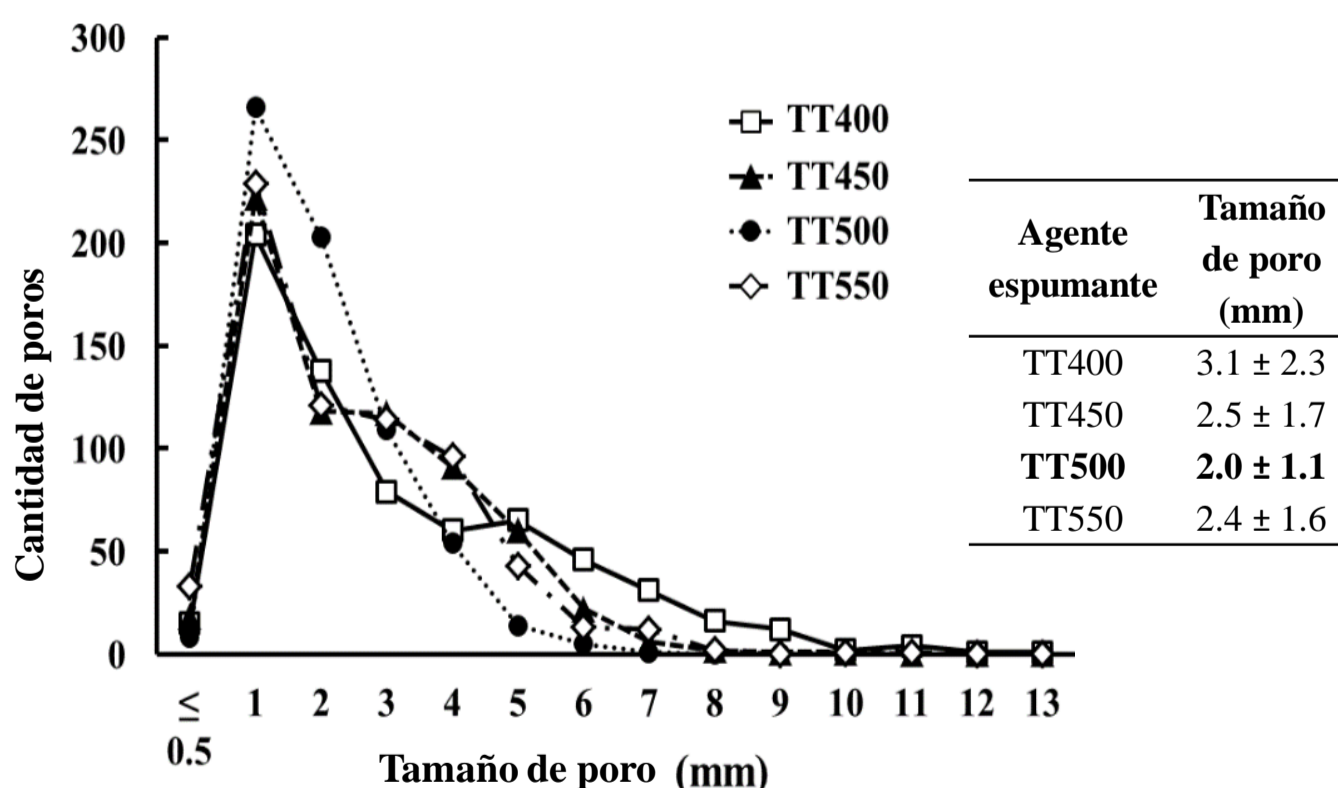


Figura 3. Frecuencia de la distribución de tamaño de poro.

## CONCLUSIONES

Espumas de aleación de aluminio A356, usando polvos de TiH<sub>2</sub> calentados isotérmicamente, fueron fabricadas exitosamente mediante un proceso sencillo de fundición. Espumas con estructura homogénea de poros, en base a la medición realizada de la distribución del tamaño de poro, fueron obtenidas usando polvos calentados isotérmicamente a 500 °C como agente espumante. Además, estas espumas producidas presentaron propiedades uniformes ya que mostraron una baja dispersión en los valores de densidad, resistencia a la compresión, deformación de densificación y energía absorbida, los cuales fueron de 0.351 ± 0.014 g cm<sup>-3</sup>, 2.7 ± 0.7 MPa, 0.75 ± 0.02 y 1.9 ± 0.3 MJ m<sup>-3</sup>, respectivamente, asociado a la variación en el tamaño de poro, la cual fue la más reducida para este tipo de espumas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ashby MF, Evans AG, Fleck NA, Gibson LJ, Hutchinson JW y Wadley HNG (2000) Metal Foams: a design guide, Butterworth-Heinemann, USA. / [2] Banhart J (2001) Manufacture, characterization and application of cellular metals and metal foams, Prog Mater Sci 46:559-632. / [3] Gergely V y Clyne B (2000) The FORMGRIP process: foaming of reinforced metals by gas release in precursors, Adv Eng Mater 2:175-178. / [4] Kennedy AR y Lopez VH (2003) The decomposition behavior of as-received and oxidized TiH<sub>2</sub> foaming agent powder, Mater Sci Eng A357:258-263. / [5] Matijasevic-Lux B, Banhart J, Fiechter S, Gorke O y Wanderka N (2006) Modification of titanium hydride for improved aluminium foam manufacture, Acta Mater 54:1887-1900. / [6] Kadoi K, Babcsán N y Nakae H (2009) Heat Treatment of TiH<sub>2</sub> powder to control decomposition phenomenon for aluminum foam fabrication by melt route, Mater Trans 50:727-733. / [7] Lehms D y Busse M (2014) Mechanical performance of structurally optimized AISI7 aluminum foams – an experimental study, Materialwiss Werkst 45:1061-1071.

Espumas de aleación de aluminio (EAA) son composites ligeros que consisten de un gas disperso en una matriz metálica, las cuales poseen una combinación única de propiedades físicas y mecánicas. Interés en las EAA ha ido creciendo debido a sus prometedoras aplicaciones como nuevo material de ingeniería [1,2]. La metalurgia de polvos y los métodos de fundición, que usan TiH<sub>2</sub> calentado isotérmicamente, mostraron que EAA con estructura de poros más homogénea pueden producirse. Sin embargo, la estructura de poros no ha sido estudiada ampliamente y la reproducibilidad de las propiedades no es considerada [3-7]. Tomando en cuenta lo anterior, este trabajo se enfoca en preparar EAA A356 con estructura de poros homogénea así como evaluar la influencia del calentamiento isotérmico en la estructura de poros, la densidad y las propiedades mecánicas de las espumas.

## INTRODUCCIÓN

## DENSIDAD Y PROPIEDADES MECÁNICAS

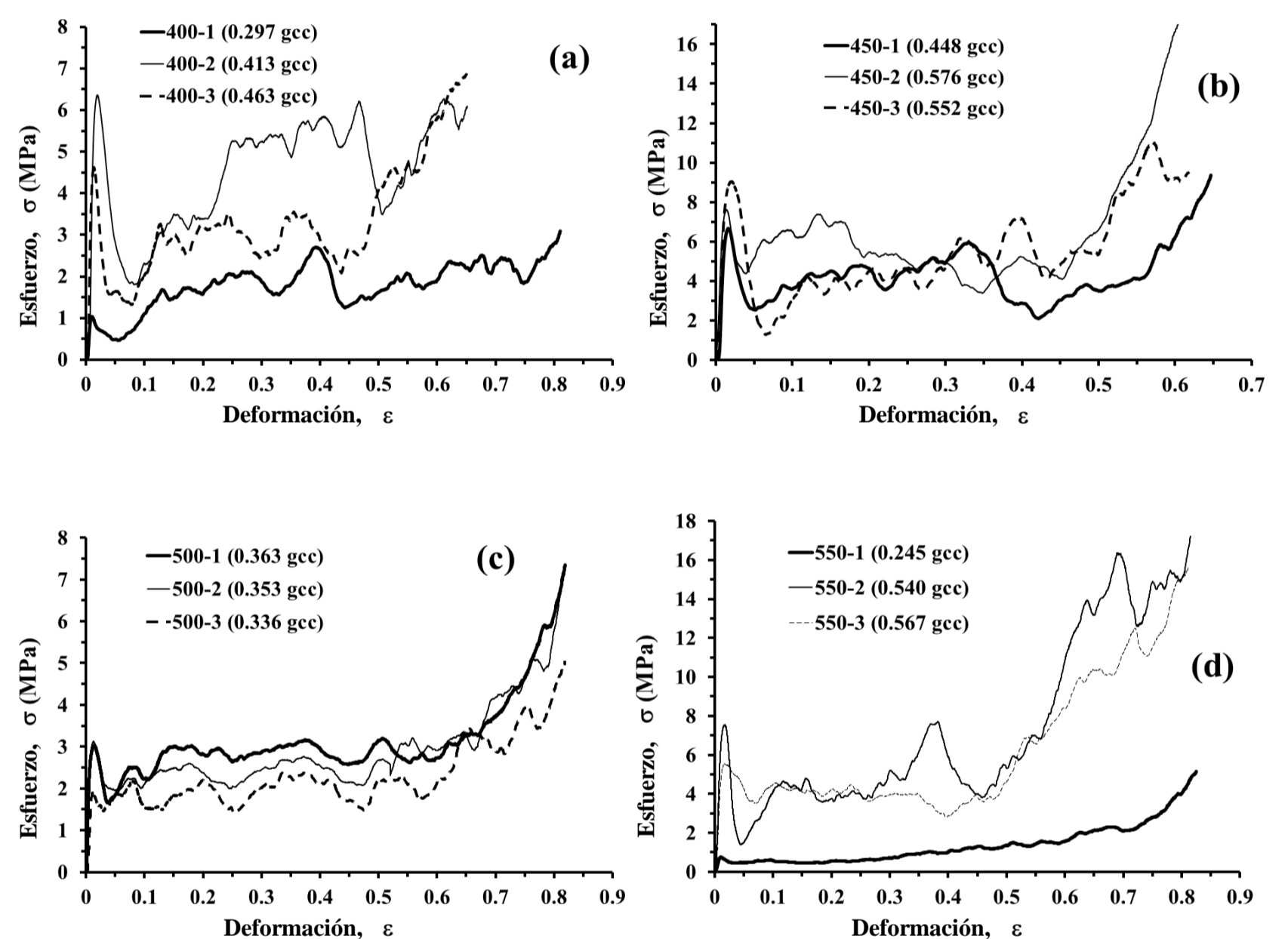


Figura 4. Curvas de esfuerzo-deformación de compresión de las espumas de aleación de aluminio A356 producidas usando polvos de TiH<sub>2</sub> como agente espumante, calentado isotérmicamente a (a) 400, (b) 450, (c) 500 y (d) 550 °C.

Tabla 1. Densidad y propiedades mecánicas de las espumas de aleación de aluminio A356 usando agente espumante calentado isotérmicamente.

Agente espumante	Propiedades de las espumas				
	Densidad (g cm <sup>-3</sup> )	Resistencia a la compresión (MPa)	Energía absorbida (hasta 0.5 de deformación) (MJ m <sup>-3</sup> )	Deformación de densificación	Energía absorbida (hasta deformación de densificación) (MJ m <sup>-3</sup> )
TT400	0.391 ± 0.085	4.0 ± 2.7	1.9 ± 0.7	0.65 ± 0.10	1.9 ± 0.8
TT450	0.525 ± 0.068	7.8 ± 1.2	2.7 ± 0.4	0.56 ± 0.04	2.7 ± 0.5
TT500	<b>0.351 ± 0.014</b>	<b>2.7 ± 0.7</b>	<b>1.2 ± 0.3</b>	<b>0.75 ± 0.02</b>	<b>1.9 ± 0.3</b>
TT550	0.451 ± 0.179	4.6 ± 3.5	1.5 ± 1.0	0.73 ± 0.06	3.2 ± 2.4