

## **Título del proyecto**

Efecto de la precipitación sobre las propiedades mecánicas de espumas metálicas de Al-Mg-Cu

## **Profesor responsable**

Dr. Omar Novelo Peralta

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

## **Introducción**

Actualmente, las espumas metálicas se han convertido en un atractivo campo de investigación de nuevos materiales debido a su multifuncionalidad y aporte científico, creando nuevas perspectivas en las aplicaciones industriales. Las espumas metálicas son un caso particular de los materiales porosos o materiales celulares, y tienen una combinación muy interesante de propiedades físicas y mecánicas tales como elevada rigidez con un bajo peso específico o gran permeabilidad a los gases combinada con elevada resistencia mecánica. Estas propiedades pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones estructurales.

Actualmente, las investigaciones de las espumas se han centrado en las espumas metálicas de aluminio ya que combinan baja densidad, resistencia a la corrosión y un punto de fusión relativamente bajo, que las hacen fáciles de manipular. Mediante las técnicas de procesamiento, tales como metalurgia de polvos, hydro/Alcan, Alporas, entre otros, es posible controlar la distribución, tamaño y característica (abierta o cerrado) de los poros, así como, el porcentaje de porosidad. Sin embargo, existen pocos trabajos relacionados con los mecanismos de endurecimiento operantes en las espumas metálicas con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas y en consecuencia su desempeño para determinadas aplicaciones.

Por otra parte, se ha observado que al agregar pequeñas cantidades de Cu a la aleación Al-Mg puede incrementar su resistencia al ser sometida a un tratamiento térmico debido a un fenómeno de endurecimiento por precipitación. En algunos estudios se ha observado que la secuencia de precipitación en las aleaciones Al-Mg-Cu tienen un comportamiento similar a las aleaciones Al-Cu-Mg, dicha secuencia de precipitación únicamente involucra la aparición de la fase S ( $\text{Al}_2\text{CuMg}$ ) y sus fases metaestables.

## **Hipótesis**

El desempeño mecánico de las espumas metálicas depende en gran medida de la homogeneidad, concentración y características de los poros. Sin embargo, las propiedades mecánicas de la matriz también desempeñan un papel predominante en el comportamiento

mecánico global de las espumas. Por lo tanto, el endurecimiento por precipitación podría mejorar de manera considerable el desempeño mecánico de una espuma metálica.

## **Objetivos**

- Determinar el cambio en el comportamiento mecánico de una espuma metálica de la aleación Al-Mg-Cu al ser sometida a un tratamiento térmico de envejecimiento a 180°C con distintos tiempos de permanencia.

## **Metas**

1. Obtener espumas metálicas de la aleación Al-Mg-Cu empleando la técnica de infiltración con matriz soluble en agua con un tamaño y porcentaje de porosidad determinado.
2. Establecer la relación entre las propiedades mecánicas (Ensayos de Compresión) y la precipitación inducida mediante tratamientos térmicos de envejecimiento a 180°C con distintos tiempos de permanencia, iniciando con las propiedades de la muestra con tratamiento de solubilidad en estado sólido.

## **Metodología**

Se obtendrán lingotes de 1 kg de la aleación Al – 4.2 Mg – 0.6 Cu (% peso). Para obtener los lingotes se empleará aluminio con pureza comercial, cobre 99.6% de pureza y magnesio de alta pureza, los materiales se fundirán empleando un horno de inducción con una atmósfera de argón para evitar pérdidas de Mg por evaporación. Se analizará la composición mediante espectroscopía por dispersión de energía EDS empleando un espectrómetro marca Oxford INCA X-Act acompañado a un microscopio electrónico de barrido marca JEOL JSM-7600F.

Se obtendrán las espumas de la aleación Al-Mg-Cu por la técnica de infiltración empleando una preforma de NaCl. El sistema de infiltración que se empleará se desarrolló por nuestro grupo de investigación dentro del Instituto de Investigaciones en Materiales. El cloruro de sodio se removerá empleando una solución acuosa con un pH determinado para evitar problemas de corrosión.

Una vez obtenidos los lingotes de espuma con poro abierto, se cortarán en dimensiones estandarizadas para llevar a cabo los análisis de compresión empleando una máquina de tensión universal de la marca Instron. Se verificará el tamaño y distribución de los poros empleando un microscopio estereoscópico marca Olympus.

Los lingotes cortados se someterán a un tratamiento térmico de solubilización en estado sólido a una temperatura de 550°C por 1 hora seguido de un enfriamiento rápido empleando agua. Posteriormente, se realizarán tratamientos térmicos de envejecimiento a 180°C con distintos tiempos de permanencia (5 min, 120 min, 1000 min y 10000 min) seguido de un enfriamiento rápido empleando agua.

Posteriormente, se realizarán las pruebas de compresión de las muestras con los tratamientos térmicos a distintos tiempos de permanencia.

## Infraestructura

En el laboratorio se cuenta con los materiales empleados para desarrollar el proyecto, así como con la infraestructura necesaria para la fabricación y caracterización de los materiales a desarrollar.

- Horno de inducción con atmósfera controlada
- Sistema para infiltración de espumas metálicas
- Microscopio Electrónico de Barrido JEOL JSM-7600F equipado con espectrómetro por dispersión de energía EDS marca Oxford INCA X-Act
- Microscopio Estereoscópico Olympus equipado con cámara Reflex marca Olympus y software para la obtención de imágenes digitales
- Máquina de ensayos universal marca INSTRON
- Aparato de ultrasonido y parrillas con agitador magnético rotatorio
- Equipos de corte y preparación metalográfica

## Calendarización o cronograma

	Mes/Semana 2018															
	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
Actividad	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Investigación bibliográfica																
Obtención de lingotes de aleación Al-Mg-Cu																
Obtención de espumas de la aleación Al-Mg-Cu																
Tratamientos térmicos																
Caracterización mecánica																

<b>Análisis de resultados y discusión</b>																
<b>Elaboración del reporte final</b>																

**Comentarios adicionales**

El proyecto se realizará en su totalidad en las instalaciones del Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. El laboratorio de materiales metálicos avanzados cuenta con la infraestructura y los materiales necesarios para llevar a buen término dicho proyecto.