

PROYECTO: Incremento de las propiedades súper-plásticas de la aleación eutéctica Zn-Al-Cu, con la adición de bismuto.

PROFESOR: Dr. Gabriel Jorge Torres Villaseñor.

INTRODUCCIÓN:

La súper-plasticidad es una propiedad que presentan algunas aleaciones para resistir deformaciones por arriba del 1000% en una prueba de tensión a una temperatura dada y a una rapidez de deformación específica. La súper-plasticidad tiene sus bases en que la deformación plástica se efectúa por resbalamiento de granos en lugar de por resbalamiento de planos atómicos asistidos por dislocaciones. Este mecanismo no produce endurecimiento por deformación.

Para lograr este resbalamiento de granos se requiere de un tamaño de grano menor a 10 micrómetros en la temperatura crítica (0.5 veces la temperatura de fusión en Kelvin del material), además de la presencia de dos fases diferentes en la aleación. El zinalco es una de las aleaciones que presentan propiedades súper-plásticas. En este caso, las fases presentes son el Zn y el Al. La rapidez de deformación es propia de cada aleación y del tamaño de grano que presente desde 10^{-3} y 10^2 s^{-1} .

Cada vez se incrementan más las aplicaciones de estos materiales en la industria metalúrgica por su ahorro de energía para ser conformados, la buena resistencia mecánica de los materiales resultantes y el hecho de que no se requiere de soldadura para la fabricación de piezas complejas. Se utilizan, por ejemplo, en la industria automotriz (fabricación de carrocería, puertas, etc.), la fabricación de partes arquitectónicas (paredes, divisores, etc.), la industria aeroespacial (con el Ti superplástico), entre otras.

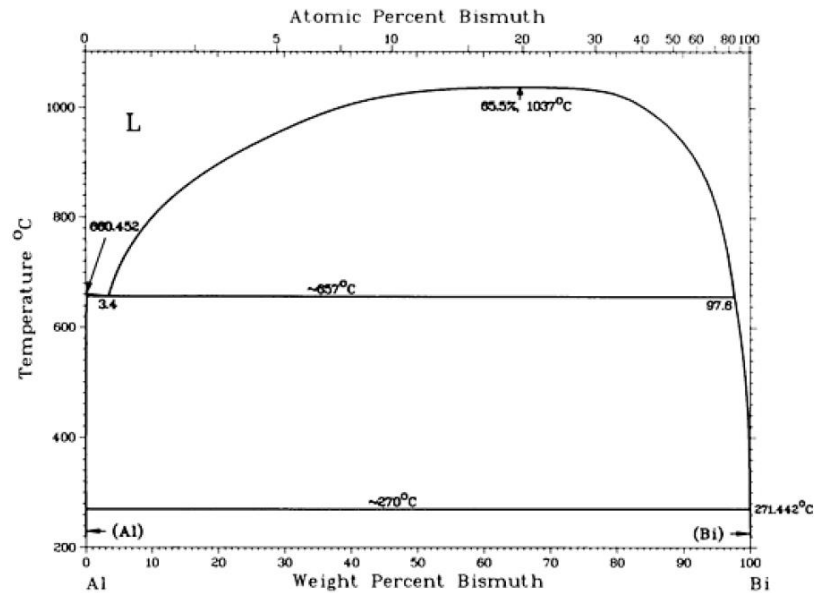
En la anterioridad se han realizado estudios en el IIM acerca de la superplasticidad del zinalco y se creó una compañía nacional que comerciaba con esta aleación. Ésta, sin embargo, ya no existe y la producción industrial de zinalco en México desapareció.

En este proyecto se realizará un estudio con el objetivo de mejorar las propiedades súper-plásticas de esta aleación mediante la adición de un cuarto elemento: el bismuto. Este elemento es muy poco o nada soluble en los elementos principales de la aleación inicial (Figuras 1 y 2)

[<Previous section in this article](#)

Al-Bi (Aluminum - Bismuth)

A. J. McAllister, 1984



Al-Bi phase diagram

Al-Bi crystallographic data

Phase	Composition, wt% Bi	Pearson symbol	Space group
(Al)	0 to ~0.23	cF4	$Fm\bar{3}m$
(Bi)	100	hR2	$R\bar{3}m$

Figura 1. Diagrama de fases Al-Bi. Se observa que a temperatura ambiente el bismuto es completamente insoluble en el aluminio.

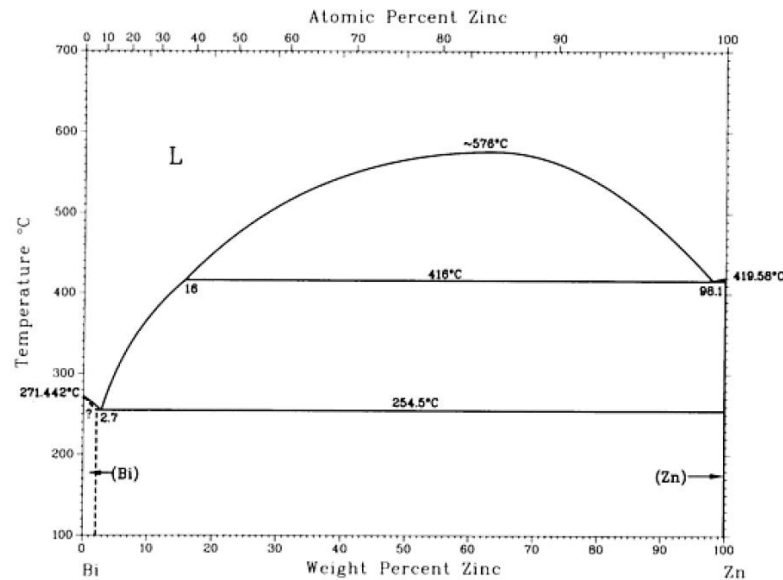
Se espera que el Bi se segregue a las fronteras de los granos de la aleación debido a su baja solubilidad y que, a temperaturas cercanas o mayores a 200 °C, éste comience a presentarse como una capa pastosa o semi-líquida que permita un mejor resbalamiento de los granos, logrando así un incremento en la capacidad de deformación del material.

Este efecto no ha sido estudiado anteriormente en el zinalco. Sin embargo, se han realizado estudios del fenómeno de la formación de una capa líquida en los bordes de grano utilizando galio en aluminio y aleaciones de aluminio-titanio. Se espera que el Bi, por ser un elemento con un punto de fusión relativamente bajo y que se encontrará en las fronteras de grano del material, produzca un efecto similar a lo observado con el galio en las aleaciones de aluminio.

[<Previous section in this article](#)

Bi-Zn (Bismuth - Zinc)

H. Okamoto, 1990



Bi-Zn phase diagram

Bi-Zn crystallographic data

Phase	Composition, wt% Zn	Pearson symbol	Space group
(Bi)	0 to ?	$hR2$	$R\bar{3}m$
(Zn)	~100	$hP2$	$P6_3/mmc$

Figura 2. Diagrama de fases Bi-Zn. Se observa que a temperatura ambiente el bismuto es muy poco soluble en el Zn.

HIPÓTESIS: Al añadir un elemento que sea segregado a las fronteras de grano por las fases que componen la aleación y se forme una capa líquida del mismo, se espera que el proceso de resbalamiento de granos sea más efectivo.

OBJETIVO: Aumentar la deformación súper-plástica de 2000% a 3000% en las aleaciones Zn-Al-Cu (zinalco).

METAS: La meta es comprobar que la formación de una capa semilíquida en las fronteras de fase favorece la súper-plasticidad.

PRODUCTOS: Un estudio del efecto de la formación de la capa líquida de Bi en las propiedades superplásticas del zinalco.

METODOLOGÍA: A la aleación Zn-21%Al-2% Cu se le añadirá 1% de Bi bajo condiciones de vacío. Los lingotes de la aleación obtenidos por fundición en moldes de 10x3x1cm y se laminarán en caliente (200°C) hasta llegar a un espesor de 2mm. A esta temperatura no hay endurecimiento por deformación en el Zinalco.

Se fabricarán probetas de tensión por corte en máquinas de control numérico.

Las pruebas de tensión se efectuarán a temperatura ambiente y a 200 grados C. a una rapidez de 10^{-3} s^{-1} . El análisis de los resultados se hará con MEB y difracción de RX.

CRONOGRAMA:

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Fabricación de aleaciones Zinalco	X			
Adición de Bismuto	X			
Análisis estructural y de fases		X		
Fabricación y ensayo de probetas de tensión.			X	X
Escritura y publicación de los resultados				X

INFRAESTRUCTURA: En el IIM se cuenta con hornos con cámaras de vacío, máquina Instron para pruebas mecánicas, microscopios MEB y TEM y equipos para realizar estudios de difracción por rayos X.

REFERENCIAS:

S.K. MARYA and G. WYON. "TEMPORARY EMBRITTLEMENT FOLLOWED BY INCREASE IN DUCTILITY AFTER GALLIUM PENETRATION IN COLD ROLLED ALUMINIUM". Scripta METALLURGICA. Pergamon Press, Inc. Vol. 9, pp. 1009-1016, 1975.

F. Weill and G. Wyon. "Superplastic Behaviour of Fine Grained Aluminium Alloys Whose Grain-boundaries Have Been Enriched by Gallium". Centre des Matériaux de l'Ecole des Mines de Paris, B.P.87.