

# TRATAMIENTO DE HOMOGENEIZACIÓN DE UNA ALEACIÓN Cu-40%Ag

## RESPONSABLE

M. en I. María Gabriela González Flores

## 2) INTRODUCCIÓN

La industria metalúrgica continúa desarrollando materiales metálicos para cubrir nuevas demandas con motivos ornamentales, decorativos y de joyería, para competir en el mercado ya existente además de potencializarlo. Históricamente el cobre y sus aleaciones han sido empleados en este sector debido a la gran gama de colores y texturas superficiales que se pueden producir en función de la composición y tratamientos térmicos aplicados. El cobre siempre ha fascinado a las personas por su maleabilidad y sus características visuales únicas por lo que hoy en día, el cobre se mezcla con una mayor variedad de metales incluida la plata, el oro, el aluminio, el níquel, el silicio, el manganeso y el telurio [1-4].

Un aspecto determinante que permite obtener una aleación con las propiedades deseadas para aplicaciones ornamentales, es la selección adecuada de los elementos de aleación. Para la selección de estos elementos, se deben considerar su color y brillo, su dureza, el proceso de fabricación, así como la colabilidad y la pulabilidad que alcanzará el material [1,3,4]. Propiedades ópticas como el color y el brillo superficiales contribuirán en gran medida a la selección del material; sin embargo, la selección del mismo no solo dependerá de los puntos mencionados. Factores como la distribución de los elementos, la cantidad de fases presentes y el tipo de morfología, son de gran importancia para su buen desempeño y también deben ser contemplados [4,5].

El presente trabajo tiene como punto central estudiar el efecto del tratamiento térmico de homogeneización sobre la estructura de colada y la dureza de una aleación Cu-40%wt. Ag. Preparación metalográfica y pruebas de microdureza antes y después del tratamiento de homogeneización serán llevadas a cabo a fin de evaluar los cambios microestructurales y la dureza de la aleación Cu-40%wt. Ag. Adicionalmente, se identificarán defectos superficiales (poros) y microestructurales (microrechupes, inclusiones)) y se determinará la variación del color en función del tratamiento aplicado. Los resultados permitirán evaluar la calidad metalúrgica, así como el aspecto y calidad superficial desde el punto de vista ornamental.

## Referencias

- [1] Copper & Copper Alloy. Castings Properties and Applications. Copper Development Association, TN42, 1991.
- [2] ASM. ASM Handbook: Heat Treating, vol. 4 (ASM International, 1991).
- [3] Kurtz, M., Conrad J., Copper and Copper Alloys in Mechanical Engineers' Handbook: Materials and Mechanical Design, Vol. 1, 3rd edition, Ed. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, 2006.
- [4] Corti, C. Basic Metallurgy of the Precious Metals, Part II: Development of Alloy Microstructure through Solidification and Working. The Santa Fe Symposium, May 2012.
- [5] Taylor, S. An Investigation of the Mechanical and Physical Properties of Copper-Silver Alloys and the use of these Alloys in Pre-Columbian America. Bachelor of Science at the MIT, June 2013.
- [6] Zhao, Z., Huadong F. Effect of Ag content and drawing strain on microstructure and properties of directionally solidified Cu-Ag alloy. Vacuum, volume 154, august 2018, page 190-199.

### **3) HIPÓTESIS**

El tratamiento de homogeneización modificará el patrón dendrítico de colada y mejorará la distribución de la fase eutéctica. Se espera que al incrementar la temperatura y tiempo de tratamiento, las inclusiones presentes en el material y la presencia de terceras fases se fragmenten, lo anterior probablemente provocará una reducción de la dureza y una variación en el color y brillo de la aleación Cu-40%wt. Ag.

### **4) OBJETIVOS**

- Determinar el efecto de un tratamiento térmico de homogeneización sobre la microestructura y dureza de la aleación Cu-40%wt. Ag en comparación a la condición de colada.
- Estudiar el efecto que tiene la temperatura y tiempo de tratamiento sobre la variación del color en el material

### **5) METAS**

- Se obtendrá información de las principales características microestructurales de la aleación Cu-40%wt. Ag fabricadas por procesos de fundición (estructura dendrítica, espaciamiento inter-dendrítico, nivel de porosidad, presencia de inclusiones, etc.).
- Se diseñará un tratamiento térmico que permitirá homogeneizar la microestructura de una aleación Cu-40%Ag fabricada mediante un proceso de colada en cera perdida (Investment Casting).
- Se determinará la temperatura y tiempo de homogeneización que elimine el patrón de estructura dendrítica, reduzca la segregación y evite el crecimiento de las fases.
- Se podrá relacionar las características microestructurales con la dureza del material antes y después del tratamiento de homogeneización.
- Se generará información sobre la variación del color en el material después de ser sometido al tratamiento de homogeneización.

### **6) METODOLOGÍA**

El procedimiento a seguir para cumplir con los objetivos planteados en este trabajo se menciona a continuación. Se documentará el estado del arte del proceso de fabricación y tratamiento de homogeneización del material bajo estudio. Se seleccionarán las zonas de corte para la obtención de muestras representativas. Se caracterizará microestructuralmente la aleación antes del tratamiento térmico y se medirá su dureza.

Se aplicarán los tratamientos de homogeneización a temperaturas en un intervalo 500-800° C y por tiempos de 1-6 horas en un horno mufla, considerando algunas referencias bibliográficas y el diagrama de fases Cu-Ag, ya que esta es una aleación hipoeutéctica. Se llevará a cabo la caracterización microestructural mediante microscopía óptica. Se llevarán a cabo pruebas de microdureza Vickers y finalmente análisis de color mediante espectroscopia óptica. Por último, se analizarán los resultados obtenidos y se justificará la aplicación del material para fines ornamentales.

## 7) INFRAESTRUCTURA

La infraestructura que se usará es la siguiente:

Equipos del laboratorio de tratamientos térmicos: horno mufla Thermo Scientific.

Equipos del laboratorio de metalografía: cortadora, desbastadora gruesa y fina, microscopios metalográficos y cámara con software para el análisis de imágenes.

Equipo para ensayo de microdureza Vickers (HMV-2).

Equipo de espectroscopía óptica

## 8) CRONOGRAMA DE AVANCE

La siguiente tabla presenta el cronograma de avance del proyecto.

Actividad	Semana
Revisión bibliográfica del estado del arte de aleaciones Cu-Ag para aplicaciones ornamentales.	1, 2
Análisis de normas con base a los requerimientos metalúrgicos solicitados	2, 3
Selección y acopio de piezas para realizar los cortes pertinentes	4
Tratamientos térmicos	5, 6
Preparación metalográfica, toma de imágenes e interpretación	6, 7, 8
Evaluación de microdureza	9
Pruebas de color mediante Espectroscopia	10, 11
Análisis de resultados obtenidos y redacción del trabajo	12, 13
Revisión del reporte y entrega al comité	14, 15

## 9) COMENTARIOS ADICIONALES

Se dispone de los materiales consumibles necesarios para la realización de las metalografías: lijas, alúmina, discos de corte, reactivos de ataque, etc., así como, muestras de la pieza ornamental Cu-40%wt. Ag que proveerá el Dr. J. Alejandro García H.

Las pruebas de color y brillo serán realizadas en el Laboratorio Universitario de Caracterización Espectroscópica (LUCE) con la asistencia de la Dra. Selene Islas técnico del LUCE y responsable del Cary 5000 el espectrofotómetro UV-visible.

El Dr. José Alejandro García Hinojosa cubrirá los gastos que se generen de estos estudios.

Al concluir este proyecto, el alumno contará con el 60% del trabajo de tesis a desarrollar.