

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

## **FACULTAD DE QUÍMICA**

### **DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALÚRGICA**

#### **CONVOCATORIA ASIGNATURA PROYECTO 2019-1**

##### **1. TÍTULO DEL PROYECTO:**

### **RESISTENCIA A LA CORROSIÓN EN VIDRIOS METÁLICOS BASE Cu**

**Responsable:** Dr. Octavio Lozada Flores, Departamento de Ingeniería Metalúrgica.

##### **2. INTRODUCCIÓN**

Los vidrios metálicos son materiales que presentan una falta de orden de largo alcance en su estructura cristalina. Desde su primer reporte [1], los vidrios metálicos han generado una gran cantidad de interés en la comunidad científica debido a su combinación única de propiedades estructurales y funcionales. Distintos estudios han sido realizados en estos materiales para intentar explicar la habilidad para formar vidrios, GFA, por sus siglas en inglés, y la cinética de cristalización, tanto para aleaciones binarias como para las multicomponentes. Por otro lado, distintos parámetros termodinámicos han sido propuestos para intentar explicar este fenómeno [6-14].

Adicionalmente, se ha demostrado que algunos vidrios metálicos poseen una mayor resistencia a la corrosión, en comparación con sus contrapartes cristalinas. Lo anterior, unido a sus excelentes propiedades mecánicas, hacen de los vidrios metálicos unos excelentes candidatos para reemplazar a las aleaciones convencionales en casos específicos.

##### **3. HIPÓTESIS**

Se ha observado que algunos vidrios metálicos presentan una mayor resistencia a la corrosión que sus contrapartes cristalinas, por lo tanto, se espera que las aleaciones vítreas base Cu a estudiar presentarán este mismo comportamiento.

## **OBJETIVOS**

- Fabricar vidrios metálicos base Cu mediante la técnica “melt-spinning” y succión en molde de cobre.
- Determinar los parámetros térmicos de las aleaciones propuestas mediante calentamiento continuo.
- Estudiar la resistencia a la corrosión de los vidrios metálicos fabricados.

## **4. METAS (PRODUCTOS ENTREGABLES)**

- Entrega del avance escrito del 70% de la Tesis del alumno.
- Elaborar el reporte correspondiente a ser entregado al Comité Académico de Metalurgia.
- Entrega de la presentación en Power Point, Prezi o algún otro software elegido por el alumno de los principales resultados.

## **5. METODOLOGIA**

A continuación, se enumeran, en orden, las actividades que el alumno y el profesor realizarán durante el proyecto de investigación.

El alumno:

- Realizará una búsqueda bibliográfica relativa a la formación vítrea y cinética de cristalización.
- Realizará los cálculos necesarios para producir lingotes de 5 gramos de cada aleación base Cu.
- Realizará la fusión de los lingotes mediante un horno de arco eléctrico.
- Realizará pruebas de fluorescencia de rayos X para determinar si el proceso de fusión fue realizado de manera adecuada.
- Fabricará vidrios metálicos en bulto mediante la técnica de succión en molde de cobre.
- Analizará si se obtuvo una estructura vítrea mediante difracción de rayos X (DRX, por sus siglas en inglés).
- Caracterizará térmicamente las cintas obtenidas mediante calorimetría diferencia de barrido (DSC, por sus siglas en inglés) mediante calentamiento continuo.
- Estudiará la resistencia a la corrosión de los vidrios metálicos fabricados.

El profesor:

- Dará una serie de clases de los fundamentos teóricos de la formación vítrea y la cinética de cristalización.
- Capacitará al alumno en el uso de los equipos de laboratorio.
- Supervisará al alumno cuando realice los procesos experimentales.

- Analizará los resultados obtenidos junto con el alumno para orientarlo en una correcta interpretación de los datos.

## 6. INFRAESTRUCTURA

El proyecto será realizado en el Laboratorio de Materiales Metálicos Avanzados, del Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM en conjunto con el grupo de corrosión del Departamento de Ingeniería Metalúrgica. En caso de que esto último no sea posible, se realizarán las pruebas de corrosión en el laboratorio CENISA de la Facultad de Ingeniería.

El alumno dispondrá de todos los reactivos y equipos necesarios para llevar a cabo el proyecto de investigación:

Reactivos:

- Cu (99.99% de pureza).
- Distintos elementos aleantes con purezas certificadas.

Equipos:

- Horno de arco eléctrico, MAM-1, de BÜHLER (proceso de fundición).
- TA SDT Q 600, de TA Instruments (caracterización térmica).
- Equipo de rayos X, Diffractometer D 5000, de SIEMENS (caracterización estructural).
- Microscopio electrónico de barrido, JCM-6000 BENCHTOP, de JEOL (caracterización estructural).
- Espectrómetro S1 TITAN, de BRUKER (caracterización química).
- Pulidoras, montadoras, cortadoras y desbastadoras (preparación de muestras).
- Distintos equipos para realizar las pruebas de resistencia a la corrosión seleccionadas.

Cada equipo cuenta con sus respectivos consumibles para su uso.

## 7. CRONOGRAMA

<b>Actividad</b>	<b>Semana</b>
Revisión bibliográfica, clases de fundamentos teóricos y capacitación en el uso del equipo experimental a utilizar.	1, 2
Fundición de las aleaciones seleccionadas.	3,4
Fabricación de los vidrios metálicos y caracterización estructural mediante DRX.	4,5
Caracterización mediante DSC de los parámetros térmicos.	5,6
Pruebas de resistencia a la corrosión de los materiales fabricados.	7-10
Presentación de los resultados obtenidos por el alumno.	10,11
Análisis, discusión de resultados y planeación de escritura del reporte del proyecto.	11,12
Escritura del reporte y los entregables.	13,14
Revisión del reporte y entrega al comité	15, 16

## 8. COMENTARIOS ADICIONALES

En caso de ser necesario, el alumno podrá utilizar la infraestructura del Instituto de Investigaciones en Materiales para realizar las pruebas que sean necesarias para el proyecto de investigación. Adicionalmente también se podrá hacer uso de la infraestructura del laboratorio CENISA de la Facultad de Ingeniería.

Es necesario que el alumno tenga conocimiento mínimo del idioma inglés a nivel lectura y escritura, dado que toda la información relacionada al tema del proyecto se encuentra en dicho idioma.

## 9. REFERENCIAS

1. W. Klement, R.H.W., P. Duwez, *Non-crystalline structure in solidified gold silicon alloys*. Nature, 1960. **187**: p. 869-870.
2. S. Kavesch, J.J.G., H.L. Leamy., *Metallic Glasses*. ASM International, Metals Park, 1978.
3. T. Masumoto, R.M., *The mechanical properties of palladium 20 at/o silicon alloy quenched from the liquid state*. Acta Metallurgica, 1971. **19**(7): p. 725-741.
4. H.J. Fetch, J.H.P., M.C. Lee, W.L. Johnson, *Thermodynamic properties and crystallization kinetics of glass-forming undercooled liquid Au-Pb-Sb alloys*. Journal of Applied Physics, 1990. **68**(9): p. 4494-4502.
5. F.X. Qin, K.W., X.J. Yang, X.M. Wang, M. Yoshimura, K. Asami, A. Inoue, *Bioactivity of a Ni-Free Ti-Based Metallic Glass*. Materials Transactions, 2010. **51**(3): p. 529-534.
6. A. Inoue, W.Z., *Formation, Thermal Stability and Mechanical Properties of Cu-Zr and Cu-Hf Binary Glassy Alloy Rods*. Materials Transactions, 2004. **45**(2): p. 584-587.
7. I.A. Figueroa, J.D.P., G.A. Lara-Rodríguez, O. Novelo-Peralta, I. Todd., *Metallic glass formation in the binary Cu-Hf system*. Journal of Materials Science, 2012.
8. A. Pratap, K.N.L., T.L. S. Rao, P. Majmudar, N.S. Saxena, *Kinetics of crystallization of amorphous Cu<sub>50</sub>Ti<sub>50</sub> alloy*. Journal of Non-Crystalline Solids, 2004. **345&346**: p. 178-181.
9. I. Kalay, M.J.K., R.E. Napolitano, *Crystallization Kinetics and Phase Transformation Mechanisms in Cu<sub>56</sub>Zr<sub>44</sub> Glassy Alloy*. Metallurgical and Materials Transactions A, 2015. **46 A**: p. 3356-3364.
10. Turnbull, D., *Under what conditions can a glass be formed*. Contemporary Physics, 1969. **10**: p. 473-488.
11. Inoue, A., *High strength bulk amorphous alloys with low critical cooling rates*. Materials Transactions. JIM, 1995. **36**: p. 866-875.
12. Z.P. Lu, C.T.L., *A new glass-forming ability criterion for bulk metallic glasses*. Acta mater., 2002. **50**: p. 3501-3512.
13. X.H. Du, J., C. Huang, C.T. Liu, Z.P. Lu, *New criterion of glass forming ability for bulk metallic glasses*. Journal of Applied Physics, 2007. **101**: p. 086108-1-086108-3.
14. Z.-Z. Yuan, S.-L.B., Y. Lu, D.-P Zhang, L. Yao, *A new criterion for evaluating the glass-forming ability of bulk glass forming alloys*. Journal of Alloys and Compounds, 2008. **459**: p. 251-260.