

REFORZAMIENTO DE UNA ALEACIÓN DE ALUMINIO 7075 CON ÓXIDO DE GRAFENO REDUCIDO SINTETIZADO MEDIANTE UN MÉTODO AMIGABLE AL AMBIENTE.

E. Cuadros-Lugo, D. Lardizabal-Gutiérrez, J.M. Herrera-Ramirez, C. Carreño-Gallardo.

Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Laboratorio Nacional de Nanotecnología, Miguel de Cervantes No. 120, C.P. 31109, Chihuahua, Chih., México

INTRODUCCIÓN

Los compuestos de matriz metálica (CMM) tienen una amplia aplicación en áreas como la electrónica, aeroespacial y automotriz [1, 2]. Recientemente los CMM reforzados con elementos nanométricos han sido de gran atractivo para muchos investigadores. El óxido de grafeno (OG) y óxido de grafeno reducido (OGR) han sido recientemente estudiados en campos como la electrónica, almacenamiento de energía, aplicaciones biomédicas, bio-sensores y como reforzantes para matrices metálicas y poliméricas. El óxido de grafeno puede ser obtenido utilizando el método de hielo seco (Atmosfera de CO₂) [3]. Este método produce cloruro de magnesio (MgCl₂) y ácido clorhídrico (HCl) como desecho después de obtener el óxido de grafeno [4].

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La aleación de aluminio 7075 (Al7075) fue utilizada como la fase matriz y el OGR como reforzante, ambos componentes fueron utilizados como materiales base para producir los compósitos GNP/Al7075. La rebaba de Al7075 fue obtenida mediante el maquinado de una barra comercial de esta aleación, el OGR fue sintetizado por el método de hielo seco. Ambos materiales fueron mezclados en distintas concentraciones (0.0, 0.05, 0.10, 0.30, 0.50, 0.80 y 1.0pp.%). La molienda mecánica de los polvos mezclados fue llevada a cabo en un molino de alta energía (SPEX 8000) dentro de una atmosfera inerte de gas Argón. Se utilizó un vial de acero inoxidable y como medio de molienda se utilizaron bolas de acero endurecidas al cromo, se utilizaron 8 gotas de metanol como agente de control de proceso para evitar una excesiva soldadura en frío de las partículas de polvos de los compósitos GNP/Al7075 usados para preparar probetas de compresión. Todas las muestras fueron molidas 2h.

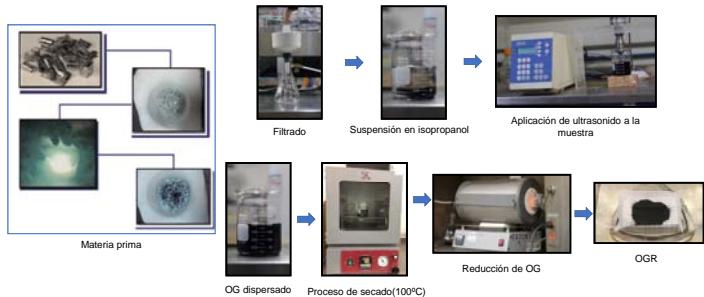


Figura 1. Síntesis de grafeno.

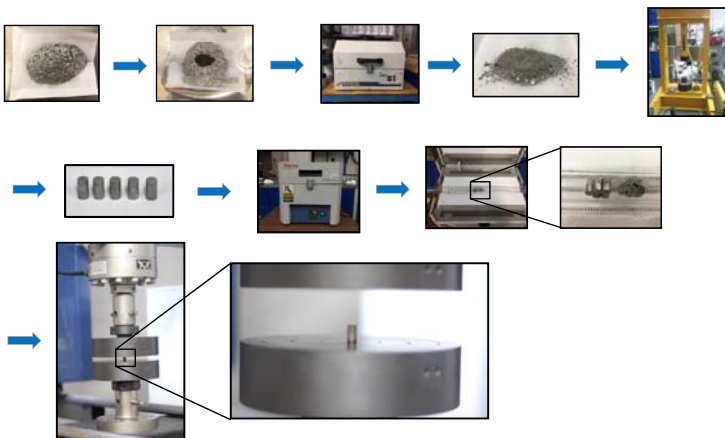


Figura 2. Consolidación y pruebas de compresión de los compósitos GNP/Al7075.

RESULTADOS

La figura 3 muestra los patrones de difracción de rayos x del óxido de grafeno y el óxido de grafeno reducido, en los cuales se puede ver claramente la disminución de la reflexión del óxido de grafeno debido al proceso de reducción previamente mencionado. De igual manera se puede observar una reducción en la reflexión del MgO la cual se deriva de los residuos en el proceso de lavado con HCl. Mediante microscopia electrónica de transmisión (MET) podemos observar en la figura 4 las micrografías del OGR. La figura 4a muestra óxido de grafeno de capa múltiple con una estructura de 7 capas. En la figura 4b es notable una estructura de capas múltiples en el OGR con un grosor de 0.312nm.

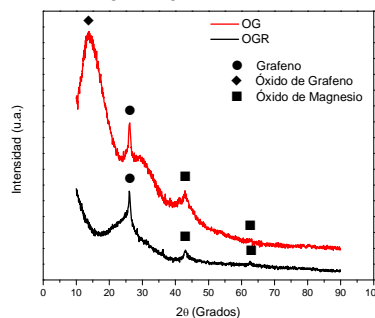


Figura 3. DRX de OG y OGR.

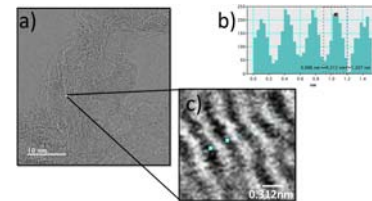


Figura 4. MET de OGR y medición del grosor de las capas.

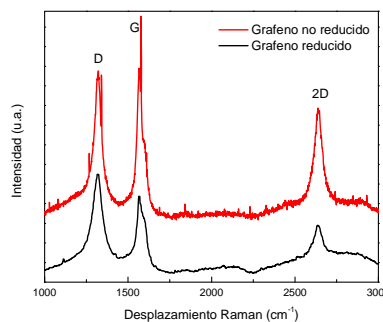


Figura 5. Raman de OG y OGR.

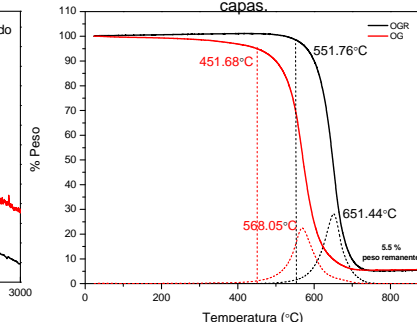


Figura 6. Curvas TGA de OG y OGR.

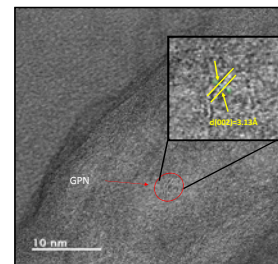


Figura 7. Imágenes de MET de la distribución de OGR en el Al-7075.

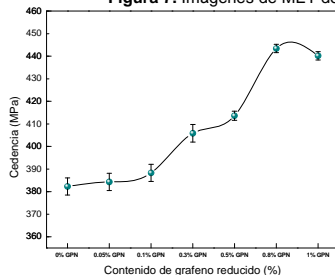


Figura 8. Cedencia de los compósitos GNP/Al-7075.

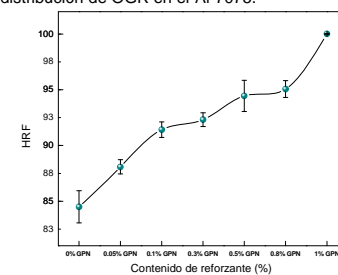


Figura 9. HRF de compósitos GNP/Al-7075.

Composición	σ_y (MPa)	Error Std	σ_{max} (MPa)	Error Std	Def. (%)	Error Std	M.Young (GPa)	Error Std	HRF	Error Std
0.00% GPN	387.27	3.76	468.33	11.26	9.90	1.00	19.07	0.34	84.5	1.44
0.05% GPN	384.30	3.80	562.83	11.86	23.06	1.10	17.76	0.76	88.08	0.63
0.10% GPN	388.32	3.79	596.29	9.34	23.33	1.12	18.81	0.18	91.41	0.69
0.30% GPN	405.82	3.91	625.03	9.87	27.22	0.47	18.74	0.36	92.31	0.61
0.50% GPN	413.60	2.02	642.37	11.99	24.80	1.38	20.75	0.35	94.45	2.20
0.80% GPN	443.41	3.82	602.04	11.41	17.38	1.87	19.78	0.32	95.06	0.75
1.00% GPN	440.17	1.84	562.81	7.29	4.47	0.48	19.65	0.38	100.01	0.43
Al7075	96	---	221	---	---	---	---	---	---	---
Al7075-T6	503	---	572	---	---	---	---	---	82HRB	---

Figura 10. Propiedades mecánicas de los compósitos GNP/Al-7075.

CONCLUSIONES

- El OG y OGR obtenido por el método de hielo seco y reducción térmica tienen una potencial aplicación en los materiales compuestos como reforzante, así como en otras aplicaciones de los mismos.
- Al agregar cantidades entre 0.3 a 0.8% de OGR a la matriz de Al-7075 se obtiene un incremento significativo en las propiedades mecánicas de la matriz metálica.
- Basados en las pruebas mecánicas de compresión, se determinó el tipo de grafeno que interactúa con la matriz de Al-7075 en la cual se encontraron grafenos de pocas capas los cuales son grandes aportadores del incremento en las propiedades mecánicas de esta.

REFERENCIAS

[1] Chawla N, Chawla KK. Metal matrix composites. Springer Science; 2006.
 [2] Calister W. Materials science and engineering. John Wiley & Sons; 2007.
 [3] Juan Zhang. Synthesis of graphene from dry ice in furnaces and its application in supercapacitors. Chemical Physics Letters 591 (2014) 78-81.
 [4] Ananya Chakrabarti. Conversion of carbon dioxide to few-layer graphene. J. Mater. Chem., 2011, 21, 9491.