NANOPARTICULAS DE ZnO SINTETIZADAS A PARTIR DE UN MATERIAL DE DESECHO COMO REFORZANTE EN MATRICES METALICAS

M. F. Bujanda-Sanchez[1], I. Estrada-Guel[2], C. D. Gómez-Esparza[2], M. Rocha-Rubio[1], R. Martínez-Sánchez[2]

[1]Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Av. Universidad Tecnológica No. 3051, Col. Lote Bravo II, Cd. Juárez, Chih. C.P. 32695

[2]Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Laboratorio Nacional de Nanotecnología, Miguel de Cervantes 120, 31109, Chihuahua, Chih., México.

RESUMEN

Se sintetizaron mediante aleado mecánico y sinterización convencional dos aleaciones de alta entropía base CoCrFeMoNi, con contenidos equiatómicos de Mn o W. Se observó que la aleación con W adquirió mayor endurecimiento, duplicando el valor de la microdureza en relación con la aleación con Mn. Estas dos aleaciones se seleccionaron para evaluar el desempeño de nanopartículas de ZnO (ZnOnp) como reforzantes en matrices metálicas. Dichas nanopartículas fueron sintetizadas a partir de baterías alcalinas de desecho. Las características estructurales y microestructurales de las aleaciones de alta entropía así como las de los elementos puros con adiciones de ZnOnp fueron estudiadas mediante difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido. Los resultados de microdureza revelaron que la adición de ZnOnp favorece el endurecimiento de la aleación CoCrFeMnMoNi, propiciando la formación de óxido de cromo, mientras que en la aleación que contiene W incrementa la porosidad posiblemente a la formación de óxidos.

INTRODUCCIÓN

Las aleaciones de alta entropía (HEA's – High Entropy Alloys) se caracterizan por tener cinco o más elementos metálicos en porcentajes equiatómicos. Tienen buenas propiedades mecánicas y un gran campo de aplicación en diferentes áreas de alto desempeño [1-4]. Desde su desarrollo se ha estudiado el impacto del diseño de la composición química sobre la microestructura y propiedades. Se ha reportado que además de formar soluciones sólidas tienden a formar fases en escala nanométrica. Se han estudiado el efecto de adición de elementos como el C y Nb en cantidades pequeñas, sin embargo no se ha estudiado el efecto de la adición de nanopartículas en este tipo de aleaciones.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la adición de nanopartículas de ZnO como reforzante en aleaciones equiatómicas de alta entropía: CoCrFeMoMnNi y CoCrFeMoNiW. Se elegió utilizar ZnOnp como reforzante ya que estas nanoparticulas fueron porporcionadas por la UACJ [5-3], quienes desarrollaron un método de obtención a partir de baterías alcalinas de desecho.

EXPERIMENTACIÓN

ALEADO MECANICO – 10H

COMPACTACION UNIAXIAL EN FRIO – 3 TON/3MIN

SINTERIZADO – 1200 C/3H

MICRODUREZA – 50 CARGA

MEB

DRX

MET

RESULTADOS

NANOPARTÍCULAS DE OXÍDO DE ZINC

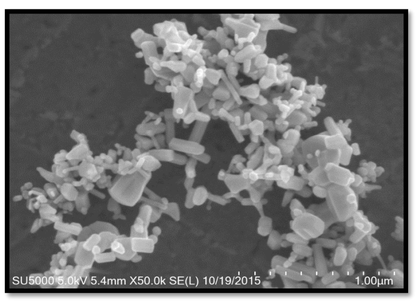

Figura 1- Imagen de MEB de Nanopartículas ZnO

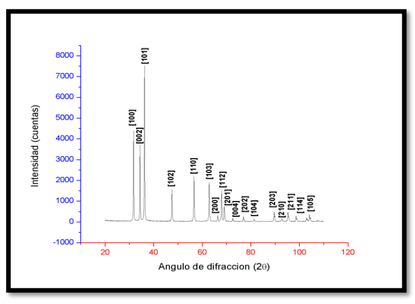

Figura 2- Patron de difracción de ZnOnp

ALEACIÓN CoCrFeMnMoNi+ZnOnp

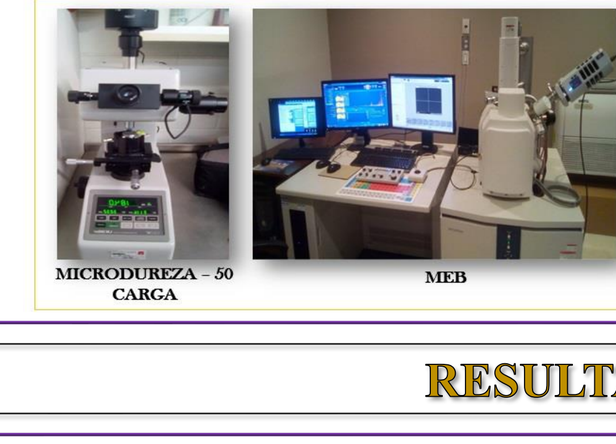

Figura 3 – Imágenes de MEB de la aleación sinterizada CoCrFeMoNiMn con adiciones de ZnOnp: a)0%, b)0.05%, c) 1%, d) 2%

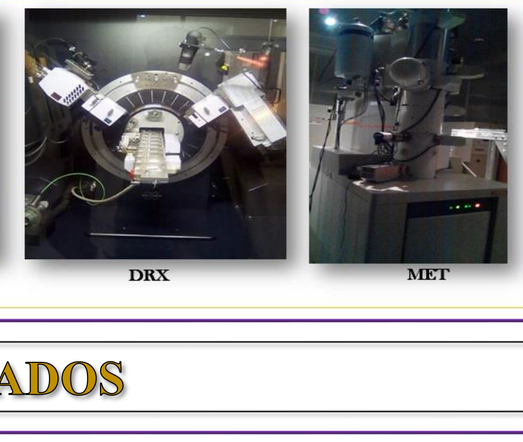

Figura 4 - Mapeo de aleación CoCrFeMoNiMn-2%ZnOnp después de proceso de sinterizacion

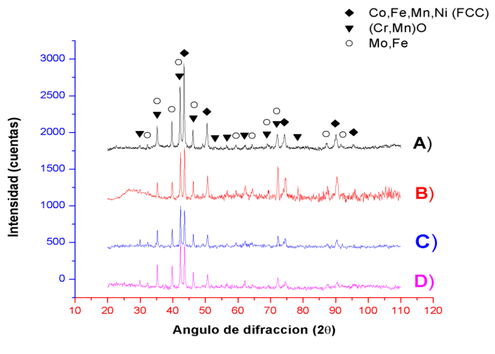

Figura 5 - Patron de difraccion de la aleación sinterizada CoCrFeMoNiMn con adiciones de ZnOnp: a)0%, b)0.05%, c) 1%, d) 2%

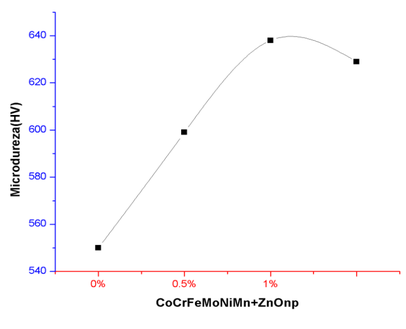

Figura 6 – Microdureza (HV) de aleacion CoCrFeMoNiMn en relacion al porcentaje agregado de nanoparticulas

ALEACIÓN CoCrFeMoNiW+ZnOnp

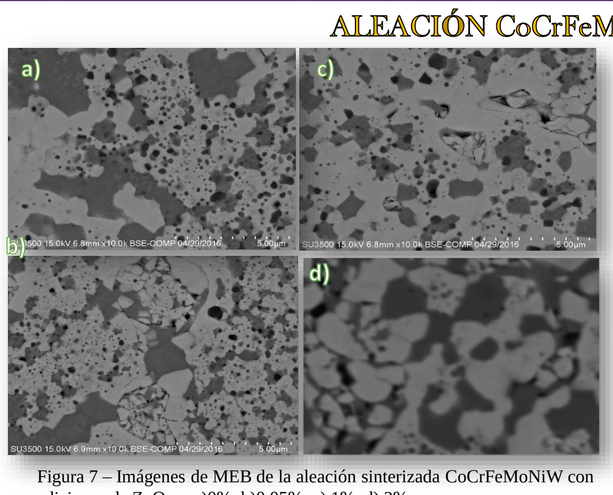

Figura 7 – Imágenes de MEB de la aleación sinterizada CoCrFeMoNiW con adiciones de ZnOnp: a)0%, b)0.05%, c) 1%, d) 2%

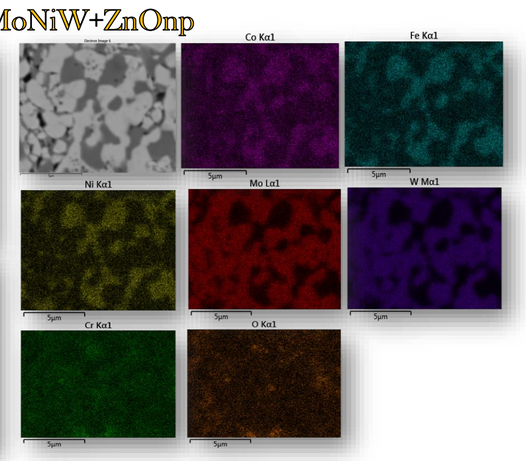

Figura 8 – Mapeo de aleación CoCrFeMoNiW-2%ZnOnp después del proceso de sinterizacion

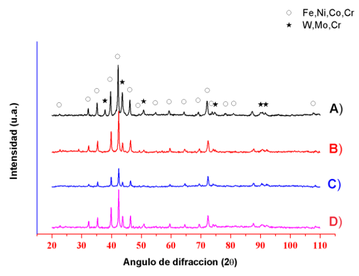

Figura 9 – Patron de difraccion de la aleación sinterizada CoCrFeMoNiW con adiciones de ZnOnp: a)0%, b)0.05%, c) 1%, d) 2%

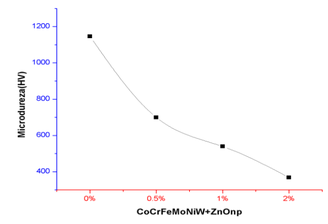

Figura 10 - Microdureza (HV) de aleacion CoCrFeMoNiW en relacion al porcentaje agregado de nanoparticulas

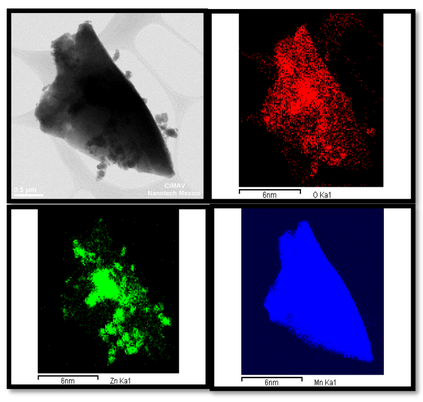

Figura 11 - Mapeo en particula de Mn cubierta con ZnOnp

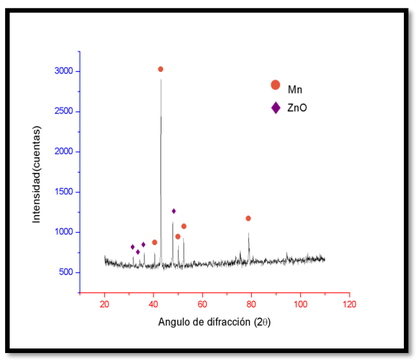

Figura 12 - Difractograma de Mn+ZnOnp 5%

EVALUACIÓN DE REFORZAMIENTO EN ELEMENTOS PUROS

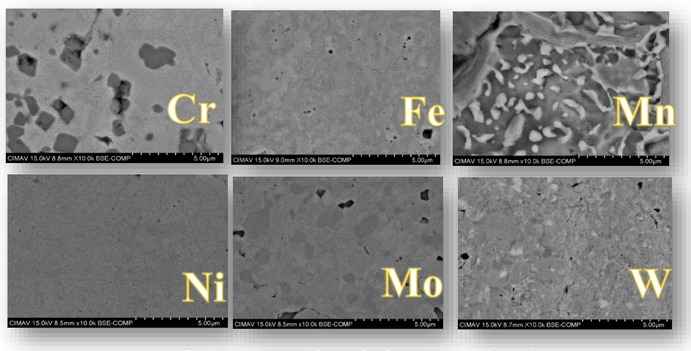

Figura 13 – MEB – Morfologia de elementos+ZnOnp 5%

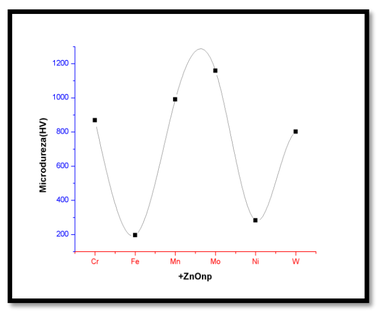

Figura 14 – Microdureza de elementos+ZnOnp 5%

CONCLUSIÓN

Fue possible sintetizar aleaciones de alta entropía CoCrFeMoMnNi y CoCrFeMoNiW, con adiciones de ZnOnp, mediante aleado mecánico y sinterización. El efecto de reforzamiento de las ZnOnp sólo fue beneficioso en la aleación que contiene Mn, con 1[% en peso la dureza incrementó 16%. De acuerdo a los resultados de MEB la distribución del Zn en la aleación con Mn es homogénea después de la sinterización, mientras que en la que contiene W no se detecta en las fases formadas. De los resultados de DRX se puede concluir que la adición de ZnOnp afecta la formación de fases en las aleaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco…
A la UACJ por proporcionarnos la nanopartículas de oxido de zinc, a la empresa AERIS clean room por proporcionar apoyo para los viáticos, al CIMAV por aceptarme en el programa y en especial para mi familia por su apoyo.

REFERENCIAS

1. ***J.W. Yeh, Y.L. Chen, S.J. Lin, S.K. Chen,.*** *High-Entropy Alloys – A New Era of Exploitation, Mater. s.l. : Sci. Forum, 2007.*
2. ***Jien - Wei Yeh, Swe - Kai Chen, Su - Jien Lin, Jon - Yeiw Gan, Tsung - Shune Chin, Tao - Sung Shun, Chun - Huei Tsau, Shou - Yi Chang.*** *Nanoestructured high-entropy alloys with miltiple principals elements: Novel alloy design concepts an outcomes. Taiwan : Wiley - VCH, 2004.*
3. ***C.D. Gómez-Esparza, F.J. Baldenebro-López, R. Martínez-Sánchez, I. Estrada-Guel, H. Camacho-Montes, C. López-Díaz de León, C.A. Rodríguez-González.*** *Microstructural Characterization of a Metal Matrix Composite CoCrFeMnMoNi-ZnO Nanoparticles. Chihuahua, Chihuahua : s.n., 2016.*
4. ***SVENSSON, DANIEL O.*** *High Entropy Alloys: Breakthrough Materials for Aero Engine Applications? Gothenburg, Sweden : CHALMERS, 2015.*
5. ***C. L. DÍAZ DE LEÓN, I. OLIVAS-ARMENDARIZ, J.F. HERNÁNDEZ PAZ, C. D. GÓMEZ-ESPARZA, H. REYES-BLAS, M. HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, C. VELASCO-SANTOS, J.L RIVERA-ARMENTA, C. A. RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ.*** *SYNTHESIS BY SOL-GEL AND CYTOTOXICITY OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES USING WASTED ALKALINE BATTERIES. Ciudad Juarez : s.n., 2017.*