

EVALUACIÓN POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA ALEACIÓN EQUIATÓMICA Ti-Al POR ATRICIÓN. Raúl Mora(1), Rigoberto González(1), Gustavo Castro(1), Esteban Barrios(1), Gema González(2), Fredy Arenas(1). (1) Laboratorio de Microscopía Electrónica, Departamento de Tecnología de Materiales, Instituto Universitario de Tecnología “Dr. Federico Rivero Palacios”, Km. 8 Carretera Panamericana, Apartado Postal 40347, Caracas 1040-A, VENEZUELA. (2) Laboratorio de Materiales, Centro Tecnológico, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. IVIC. Apartado Postal 21827. Caracas 1020-A. Venezuela. E-mail: gemagonz@ivic.ve

En los últimos años, el uso de la técnica de aleación mecánica se ha encontrado ser muy efectiva en la producción de polvos con propiedades muy interesantes. Por este medio es posible sintetizar aleaciones o materiales compuestos con componentes altamente dispersos ausentes del estado de equilibrio térmico como materiales amorfos o nanocristalinos. El uso de la ruta a través de polvos permite el aleado de elementos o componentes prealeados a materiales los cuales no son aceptables mediante los métodos convencionales de procesamiento debido a por ejemplo no-miscibilidad entre componentes. La energía libre de Gibbs aumenta durante la molienda y resulta en reacciones de menor estado metaestable o estable. La interacción entre los elementos de molienda y las partículas de polvo puede ser caracterizada por la soldadura en frío, deformación plástica y posterior fragmentación de las partículas [1-3].

En esta contribución se informará acerca de los resultados obtenidos en una investigación sobre el aleado mecánico de Ti y Al en un molino de atrición Szegvari en el cual las condiciones de esfuerzos por impacto y cizallamiento no solo promueven la aleación en sí, sino además la procura de un material nano-microestructural. La caracterización de los polvos iniciales y evolución de los polvos producto de la molienda fue llevada a cabo mediante la evaluación de las líneas de difracción por medida del tamaño de partícula y por Microscopía Electrónica. Esta evaluación permite el establecimiento de las condiciones límite críticas de molienda para la obtención de un material aleado mecánicamente sin contaminación en el menor tiempo posible. Sin embargo, en esta investigación aún cuando el material no se contaminó, el rendimiento del polvo fue regular ya que no se utilizó ciclos alternos de r.p.m. y tiempo, tanto en el ciclo operacional como de descarga del material.

El polvo inicial consistió en una mezcla de Ti y Al elemental de alta pureza (>99,9%) y de tamaños de partícula promedio, medidos por difracción láser, de 27 y 95 micrones respectivamente. El análisis granulométrico mostró una menor distribución en el caso del Ti que el Al (*Figs. 1a-1b*), lo cual puede ser corroborado en las imágenes de electrones secundarios de Microscopía electrónica de barrido (MEB), que también muestran sus morfologías: irregular fisurada propia de electrólisis para el caso del Ti e irregular redondeada propia de un proceso de atomizado incompleto para el caso del Al de fabricación nacional (*Figs. 2a-2b*). El patrón de difracción mostró la cristalinidad de las fases.

La figura 3 muestra la evolución progresiva morfológica y de tamaño de la mezcla inicial luego de molida en el intervalo hasta 50 horas. Debido a la alta plasticidad de los polvos iniciales, se observó en las primeras 16 horas la formación de aglomerados bifásicos de tamaño superior a 100 micrones. Ocho (8) horas después, es decir para un total de 24 horas de molienda el tamaño de partícula promedio disminuyó exponencial a 5 micrones, manteniéndose este tamaño constante en el material molido hasta 50 horas. Morfológicamente, tampoco se detectaron cambios significativos luego de 24 horas de atrición pero sí se homogenizó el material progresivamente, de acuerdo a la difracción de rayos X. A las 8 horas de procesamiento, la amortización del material inició y la obtención de la fase no estequiométrica TiAl ocurrió luego de 40 horas de molienda.

En resumen, se puede mencionar que la obtención de la aleación TiAl equiatómica se puede alcanzar, sin contaminación alguna utilizando atrición en molino tipo Szegvari, en cantidades relativamente importantes a nivel de laboratorio, en el orden de 20-100 g. El tiempo total necesario de 40 – 50 horas de atrición en seco, bajo atmósfera controlada de argón, podría ser disminuido si se emplea ciclos alternos de operación, a velocidades diferenciales que faciliten la fragmentación del material.

Referencias:

1. J.S. Benjamín, Metall. Trans, Vol. 1, 1970, 2943.
2. H. Zoz, D. Ernst, H. Weiss, M. Magini, C. Powell, C. Suryanarayana, F.H. Froes, Mechanical alloying of Ti-24Al-11Nb (at%) using the Simoloyer, ISMANAM 1996 Proceedings, Rome, Italy.
3. N. Merlo y F. Arenas, Sinterización y desarrollo microestructural de aleaciones Intermetálicas de Titanio, Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, Vol. 20, No. 1, 2000, 67-73.

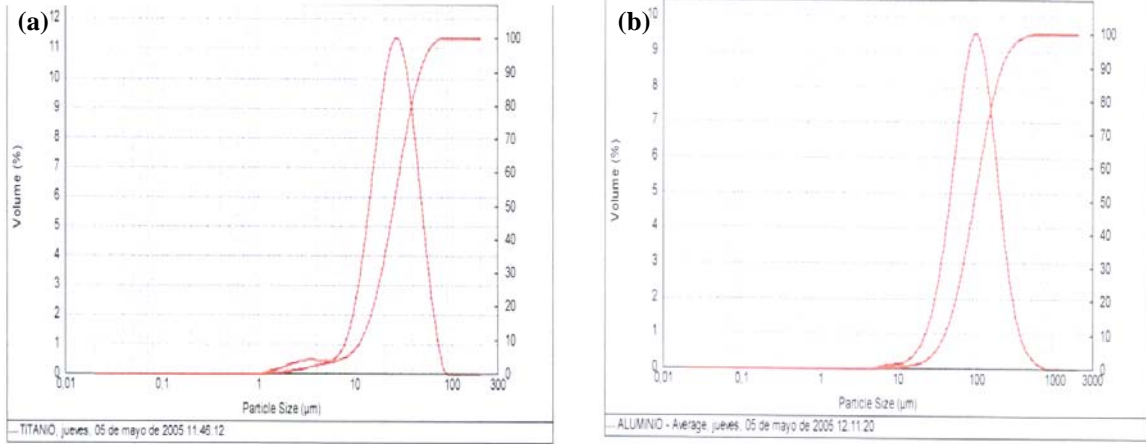


Figura 1. Distribución Láser de materias primas iniciales: (a) Titanio, (b) Aluminio.

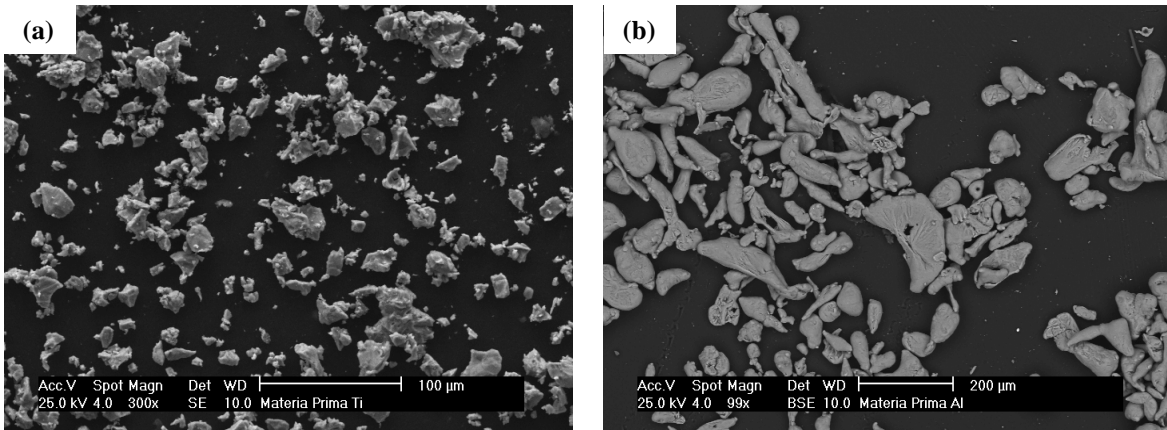


Figura 2. Morfología de las materias primas iniciales: (a) Titanio, (b) Aluminio.

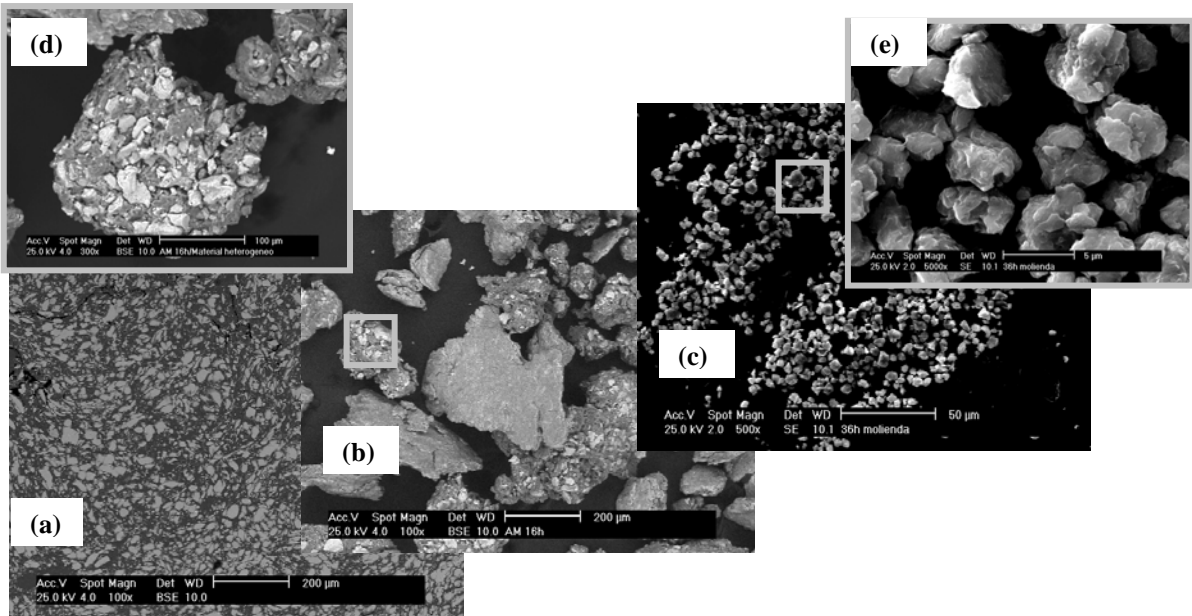


Figura 3. Evolución microestructural de la aleación mecánica TiAl, mediante atrición a: (a) 8 h, (b) 16 h, (c) 40 h (d) detalle de partícula a 8h y (e) detalle de partícula a 40 h.