

TITANIO-ALUMINIO

COMPONENTES PARA APLICACIONES EN INGENIERÍA AEROSPAACIAL

Recibido: mayo 2019

Revisado: junio 2019

Por MD Julio Alberto Aguilar Schafer¹
Ingeniero Químico Metalúrgico

RESUMEN

Las nuevas aleaciones y el desarrollo de procesos de altas temperaturas en las aplicaciones de turbinas en el sector aeroespacial están destinados principalmente para alcanzar la importante demanda en la reducción de emisiones CO₂ responsables en el efecto invernadero. Basado en la reducción de peso, el principal objetivo reside en mejorar el desempeño y eficiencia de la turbina.

La última generación intermetálica titanio aluminio (γ -TiAl) tiene un alto potencial para alcanzar estas metas. El (γ -TiAl) es sin embargo un material muy exigente que requiere procesos muy sofisticados. El desarrollo reciente de aleaciones para aplicaciones a alta temperatura en la industria aeroespacial está destinado principalmente a reducir las emisiones CO₂ por medio de reducción de peso y mejoramiento de eficiencia a altas temperaturas en los componentes de turbinas. La última generación Titanio-Aluminio (TiAl) tiene un potencial probado para alcanzar esas metas. Sin embargo, TiAl es también un material muy demandante por lo que se tienen

que desarrollar tecnologías especiales en sus procesos. Se han desarrollado pruebas muy exigentes en los procesos de producción integrados para componentes TiAl de alta calidad, basados en procesos de fundición centrífuga.

La fase única (γ -TiAl) intermetálica existe en aleaciones TiAl binarias con más de 48% de Al y provee muy poca solubilidad para impurezas intersticiales. Por esta razón pequeñas cantidades de H, C, N y O llevan a una fractura violenta. Adicionalmente, la ductilidad y dureza se pueden solamente incrementar parcialmente por las modificaciones de las aleaciones. A través del último desarrollo de las dos fases de aleaciones (γ -TiAl) ha sido posible mejorar ambas propiedades considerablemente. Estas aleaciones contienen además de la fase principal (γ -TiAl) pequeñas cantidades de α_2 (Ti₃Al). El α_2 (Ti₃Al) es más frágil y duro que (γ -TiAl), pero tiene una mayor solubilidad para impurezas intersticiales, reduciendo así la cantidad de impurezas dentro de (γ -TiAl). La figura 1 muestra un diagrama de fase actualizada Ti-Al. Se desarrollaron algunos cambios especialmente de concentraciones de Al sobre 40%. Las aleaciones de fundición modernas contienen de 44 a 49% Al y han sido bien evaluados en diferentes proyectos de investigación.

Elementos de aleación.

Para incrementar las propiedades a altas temperaturas y la ductilidad a temperatura ambiente suelen agregarse más elementos aparte de Ti y Al para fases de formación inter-metálica. Aunque el efecto de mecanismo de

¹ MD. Julio Alberto Aguilar Schafer:
Ingeniero Químico Metalúrgico, UNAM, México.
Maestrías en Docencia Universitaria y Maestría en Asesoramiento Académico Personalizado.
Gerente y dueño de Cobre y Aleaciones, S.A., Cupro Perfiles de Centro América, S.A.
Catedrático de Ciencia de los Materiales y Procesos de Manufactura: USAC, URL y UVG

TITANIO-ALUMINIO

COMPONENTES PARA APLICACIONES EN INGENIERÍA AEROSPAZIAL

algunos de ellos no está totalmente entendido, los elementos de aleación usualmente se dividen en 3 clases para la mayoría de las aleaciones más comunes. Es importante enfatizar que el efecto de algunos elementos de aleación cambia drásticamente agregando otros elementos.

TiAl, Trazas de: Cr, Mn, V, Nb, W, Mo, Ta.

Las aleaciones TiAl para fundición.

Los primeros objetivos buscados durante el inicio del desarrollo de aleaciones intermetálicas TiAl se centraron en optimizar la resistencia a la ruptura de la aleación arriba de los 750° C y la ductilidad por adición de Cromo y Manganeso. La llamada 2a generación de aleaciones posee mayores alternativas de proceso, mayor resistencia a la corrosión y las propiedades de fricción que permiten su aplicación a más de 760° C. Estas cualidades fueron ya

suficientemente importantes para introducirlas en aplicaciones industriales y condujeron a los primeros intentos de mejorar las propiedades de fundición. Además de un análisis detallado de procesos de recocido para inducir el refinamiento del grano, se desarrolló el llamado proceso XD. XD es un tratamiento complicado de una mezcla de TiB₂ para obtener una microestructura fina laminar en procesos de fundición.

La adición de alto contenido de Neobio en aleaciones de la 3ª generación dio como resultado una ductilidad aceptable que permitió un mejor maquinado en piezas de fundición. Además, pequeñas adiciones de Boro dieron como resultado finalmente una microestructura de grano fino laminar (FL), permitiendo el uso directo de componentes de fundición sin necesidad de tratamiento térmico.

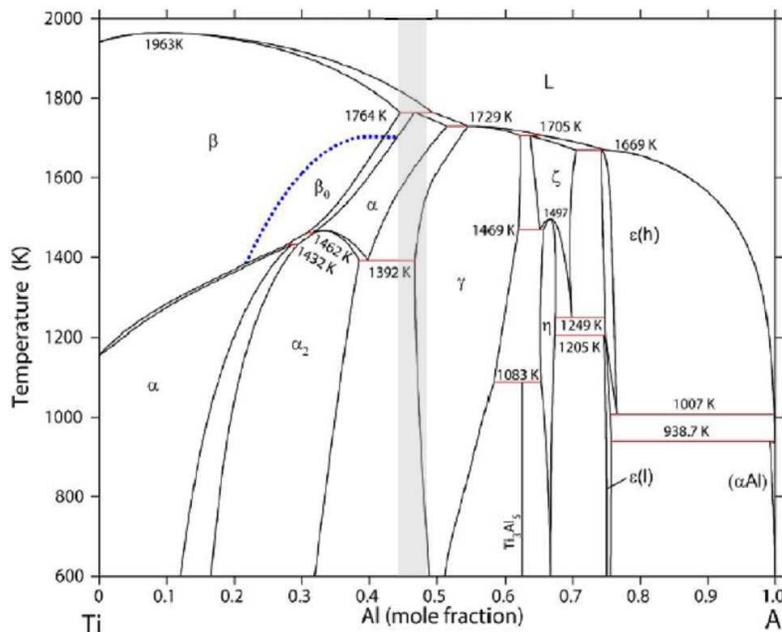


Fig. 1, Diagrama de fases Ti-Al, con la zona del componente intermetálico 44-49% de Al.

TITANIO-ALUMINIO

COMPONENTES PARA APLICACIONES EN INGENIERÍA AEROSPAZIAL

Lo antes expuesto son solo algunos rasgos de lo que implica la investigación y el desarrollo de nuevas alternativas para el mejor desempeño de los distintos materiales metálicos a base de titanio-aluminio. Es importante resaltar la disminución substancial que se logra en el efecto invernadero debido a la reducción de alta emisión de CO₂, reducción que se logra en buena medida

por la eficiencia y la disminución de peso de las turbinas, lo que conlleva la disminución en el consumo de combustibles fósiles. De acuerdo con lo dicho, no es remoto que este tipo de aleaciones puedan llegar a usarse en diferente componente de piezas en automóviles, barcos, etc.

Bibliografía:

- [1].-Qualification of a Casting Technology for Production of Titanium Aluminide Components for Aero-Engine Applications", Julio Aguilar, Andre Schievenbusch y Oliver Kätzlitz.
- [2].- H. Kestler, H. Clemens, „Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von γ_2 (TiAl)-Basislegierungen“, In: M. Peters, C. Leyens, Titan und Titanlegierungen, WILEY-VCH Verlag, 2002, Seite 269-396
- [3].- Witusiewicz, V.T. , A.A. Bondar, U. Hecht, S. Rex und T.Ya. Velikanova: The Al-B-Nb-Ti system III. Thermodynamic re-evaluation of the constituent binary system Al-Ti. Journal of Alloys and Compounds, 465, 64-77, 2008

- [4].- J. C. Schuster, M. Palm, "Reassessment of the Binary Aluminium-Titanium Phase Diagram" Journal of Phase Equilibria and Diffusion, 27 (2006), pages 255-277
- [5].- Y. W. Kim (1994): "Ordered Intermetallic Alloys, Part III: Gamma Titanium Aluminides", JOM, 46 (7), Pages 30-39
- [6].- D. Bala Wortberg, "Feinguss von Turbinenrädern aus TiAl", Promotion, TU Hamburg-Harburg, 2003
- [7].- J. Schädlich-Stubenrauch, „Entwicklung einer Schleuderfeingießstechnologie für kleine, dünnwandige und filigrane Gussteile aus Titan und Titanlegierungen“, Promotion, Gießerei-Institut RWTH Aachen, 1989