

## Lectura de la tesis de Irantzu Sacristan Perez

14/04/2016

El 13 de abril, a las 15:00h, la Doctorando Irantzu Sacristan Perez de la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea presentó su tesis doctoral en el Auditorio del Polo de Innovación Garaia de Mondragon Unibertsitatea. El título de la tesis: *Rough turning of Ti-6Al-4V and Ti-10V-2Fe-3Al: understanding machinability by looking at the link between machining parameters and material properties*, y sus directores: Pedro José Arrazola y Ainara Garay. Además, obtuvo la calificación de Sobresaliente mención Cum Laude y la mención de doctor europeo.

### En el tribunal de la tesis participaron:

- **Presidente:** Dr. D. Jonas Allan Östby (R&D Sandvik Coromant)
- **Vocal:** Dr. D. Julien Jourdan (TIMET Savoie)
- **Vocal:** Dr. D. Denis Bechet (R&D Aubert et Duval)
- **Vocal:** Dr. D. Guénaél Philippe Germain (Arts et Métiers)
- **Secretario:** Dr. D. Patxi Xabier Aristimuño Osoro (Mondragon Unibertsitatea)

### Resumen de tesis:

Las aleaciones de titanio se emplean comúnmente en muchos componentes aeronáuticos debido a su elevada resistencia específica, excelente resistencia a la corrosión y buenas propiedades a fatiga, que además, se mantienen a temperaturas relativamente altas. Sin embargo, algunas características inherentes del material hacen que las aleaciones de titanio sean difíciles de mecanizar. El mecanizado de estos materiales de forma eficiente se ha convertido en un desafío para un sector en el que exigen altos índices de productividad y tiempos mínimos de fabricación.

En la presente tesis doctoral se ha estudiado la maquinabilidad de las aleaciones Ti-6Al-4V (alfa-beta) y Ti-10V-2Fe-3Al (near beta), en condiciones de desbaste (60,000-105,000 mm<sup>3</sup>/min). En primer lugar, se ha realizado la caracterización química, microestructural y mecánica de todos los materiales a mecanizar. A continuación, se ha estudiado la influencia de las propiedades del material y de las condiciones del proceso de corte en la vida de la herramienta, basándose en el método estadístico Taguchi.

Puesto que el oxígeno es uno de los elementos químicos que más afecta a las propiedades mecánicas de las aleaciones de titanio, se ha determinado su influencia sobre la maquinabilidad en las aleaciones Ti-6Al-4V ( $\Delta(O_{max}) = 800$  ppm) y Ti-10V-2Fe-3Al ( $\Delta(O_{max}) = 300$  ppm), ambas en estado de recocido. Por otro lado, se ha estudiado la influencia de una capa externa de óxido sobre la maquinabilidad de la aleación Ti-10V-2Fe-3Al. Para todo ello, se han realizado ensayos de torneado longitudinal con plaquitas de metal duro y lubricación convencional. La maquinabilidad se ha evaluado mediante la correlación entre las propiedades del material y la vida de la herramienta, a través del análisis del desgaste de las plaquitas. En un estudio más fundamental, se han analizado las fuerzas de corte y la tipología de las virutas. Además, debido a los beneficios ya estudiados de la lubricación con alta presión, lubricación criogénica y de las herramientas de PCD en acabado, se ha evaluado su eficacia para condiciones de desbaste.

Este trabajo concluye que la maquinabilidad de las aleaciones Ti-10V-2Fe-3Al en estado de recocido, puede ser incluso mejor que la de las aleaciones Ti-6Al-4V, dependiendo del contenido de oxígeno, y de la microestructura. Para una aleación dada, un porcentaje de oxígeno más elevado aumenta el valor de límite elástico, y proporciona una mayor



dureza de la fase alfa, lo que dificulta la maquinabilidad del material. Por lo tanto, el oxígeno es un elemento clave en la composición química de las aleaciones de titanio que debe ser controlado, para obtener resultados robustos en vida de la herramienta. La presencia de la capa de óxido externa también es un factor que reduce la maquinabilidad de las aleaciones Ti-10V-2Fe-3Al, debido al efecto de entalla producido por el contacto entre la herramienta y la capa externa de elevada dureza. Entre los métodos de lubricación estudiados, la lubricación a 70 bar es la mejor opción para mejorar la productividad de las aleaciones de titanio en condiciones de desbaste. Por otro lado, las plaquitas de PCD no han resultado satisfactorias para el mecanizado en condiciones severas.