

Defensa de la tesis doctoral de Ritanjali Sethyren

12/10/2017

- **Título De Tesis:** Glass coating effects on Ti-6Al-4V hot forging
- **Programa De Doctorado:** PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA ELÉCTRICA
- **Directores de Tesis:** Lander Galdos Errasti; Joseba Mendiguren Olaeta
- **Tribunal:**
 - Presidente: Dra.Dña. Ana Conde del Campo (CENIM)
 - Vocal: Dr. D. Pedro Jose Jimbert Lacha (Universidad del País Vasco)
 - Vocal: Dr. D. Iñaki Hurtado Hurtado (Mondragon Unibertsitatea)
 - Vocal: Dr. D. Christian Gomez Sanchez (ULMA Lazkao Forging S.L.)
 - Secretario: Dr. D. Eneko Saenz de Argandoña Fernandez de Gorostiza (Mondragon Unibertsitatea)
- **Calificación obtenida:** SOBRESALIENTE



La Doctora Ritanjali Sethyren junto a los miembros del tribunal tras la defensa de su tesis

El objetivo principal de este trabajo fue el de comprender las condiciones de contacto entre una pieza de Ti-6Al-4V y una herramienta de acero con el propósito de calcular el coeficiente de fricción (COF) y el coeficiente de transmisión de calor (HTC) en la intercara de la pieza de trabajo con la herramienta. Ambos coeficientes de la aleación Ti-6Al-4V en situación de forja en caliente fueron determinados mediante la combinación de ensayos experimentales y el uso de simulaciones de elementos finitos (FE) con el software de elementos finitos FORGE3®. Al mismo tiempo, con el objetivo de optimizar el flujo del material entre las herramientas y reducir la capa de “alpha-case” cuando se forjan aleaciones de titanio a altas temperaturas, se analizaron tres tipos de superficies: tochos sin recubrimientos y con recubrimientos de 40-45 y 80-90 μm de CONDAERO 228.

Se ha realizado un estudio paramétrico por elementos finitos (FE) con el objetivo de obtener la sensibilidad de varios parámetros en ensayos de Ring test y T-Shape. El objetivo de este estudio era determinar e interpretar los factores que afectan en el comportamiento de la fricción. Se ha observado que, el HTC es el factor más influyente entre todos y tiene el mayor impacto en las curvas de calibración de los ensayos de fricción, afectando en la medición del factor de fricción de la intercara. Finalmente, las condiciones de contacto tribológicas de ambos ensayos fueron comparadas. Se concluyó que el ensayo T-Shape es el más adecuado para evaluar la condición de fricción ya que en este ensayo se induce a presiones de contacto y expansiones superficiales altas similares a las que se pueden observar en procesos reales de forjado.

Segundo, se realizaron ensayos de compresión para la determinación del HTC de la intercara de la pieza de trabajo a dos presiones de contacto diferentes. Se ha desarrollado un eficiente modelo numérico 3D con el cual se han realizado simulaciones del ensayo definiendo diferentes valores de HTC. Esto da como resultado diferentes evoluciones de la temperatura que han servido para estimar el valor de HTC que mejor se aproxima a las lecturas de temperatura realizadas mediante termopares en los ensayos experimentales. La validación final de los coeficientes determinados por simulación inversa fue realizada comparando los resultados del proceso del ensayo de compresión con el análisis por FE. Se han obtenido las variaciones del HTC a diferentes presiones de contacto con diferentes condiciones superficiales durante la compresión. Por ello, se debería usar coeficientes HTC en función de la presión para generar curvas de calibración para determinar los

coeficientes de fricción de las intercaras en los ensayos de fricción.

Tercero, se realizaron estudios numéricos y experimentales de ensayos Ring test y T-Shape para calcular el COF, analizando la forma geométrica final. El objetivo de este estudio es analizar el mismo Tribo-system, pero a diferentes presiones de contacto y factores de expansión superficial, que puedan afectar al comportamiento del recubrimiento y estimar el COF teniendo en cuenta un HTC dependiente de la presión. Se obtuvieron curvas de calibración para los ensayos experimentales usando simulaciones de elementos finitos. Posteriormente, los COF son calculados comparando los datos experimentales con los resultados de las simulaciones numéricas y usando la técnica de simulación inversa. Los resultados obtenidos muestran que el recubrimiento mejora claramente la forjabilidad de las aleaciones de titanio al reducir el valor del COF.