

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA PIN-ON-DISK PARA LA DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES DE FRICCIÓN Y EJEMPLO DE APLICACIÓN

V. Martynenko¹; L. Lebedev¹; L. Pazos¹; G. Abate^{1,2}; D. Martínez Krahmer^{1,2}

¹ Centro de Mecánica, Instituto Nacional de Tecnología Industrial

² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora

vmart@inti.gov.ar

OBJETIVOS

- Diseñar y construir una máquina para realizar ensayos de desgaste del tipo Pin-on-Disk, según la Norma ASTM G99 [1].
- Validar el funcionamiento, determinando los coeficientes de fricción entre un disco de acero SAE H13 y pernos de SAE 5120, SAE 5140, y SAE 1026 respectivamente.

DESCRIPCIÓN

Una máquina del tipo Pin-on-Disk (es decir, un perno sobre un disco), es un equipo que se utiliza para estudiar el desgaste y la fricción entre materiales que interactúan mecánicamente entre sí. El ensayo consiste básicamente en presionar un perno estacionario, con una carga específica, sobre un disco giratorio, resultando así, con el transcurso del tiempo, una pérdida gradual de material (tasa de desgaste), resultado de la acción del rozamiento entre ambas partes.



Fig. 1: Esquema conceptual de un equipo pin-on-disk

Los resultados de desgaste pueden ser reportados como una pérdida de volumen en mm^3 tanto para el pin, como para el disco. Asimismo, se puede establecer la fuerza de rozamiento existente entre el par de materiales sujetos a ensayo, mediante la incorporación de una celda de carga.

Como consecuencia de lo explicado, conociendo la fuerza de rozamiento (medida con la celda), y la carga normal (aplicada mediante pesas), es factible obtener el valor del coeficiente de rozamiento resultante, establecido este como el cociente entre la fuerza de rozamiento y la fuerza normal.

Dado que, un equipo de estas características era necesario para realizar ensayos en distintos laboratorios de INTI-Mecánica. Que como primer medida, se solicitaron

cotizaciones a posibles proveedores de máquinas pin-on-disk, y dados los valores presupuestados (alrededor de 60000U\$S), se decidió realizar en INTI-Mecánica, el diseño, construcción y puesta a punto, a partir de una máquina existente y relevada en la Universidad Nacional del Sur.

Con la finalidad de validar su funcionamiento, adjuntaremos un ejemplo de aplicación, en relación a la necesidad de medir el coeficiente de fricción entre diversos materiales, a los efectos de aplicar los valores obtenidos, en la simulación numérica de proceso de forjado en caliente.

RESULTADOS

Máquina pin-on-disk

Se buscó realizar un diseño de máquina flexible, en la cual puedan aplicarse de manera sencilla, distintas cargas al pin (pesas), para variar la presión de contacto, así como modificar la velocidad de rotación del disco, para ensayar a diversas velocidades. Incluso se consideró en el diseño realizado, la posibilidad de hacer ensayos sumergidos, agregando para ello, una batea contenedora del líquido, al plato de la máquina.

Asimismo, cambiando de posición del soporte de los pines, es posible aumentar o disminuir el radio de desgaste, y de esta manera se pueden ensayar discos grandes o chicos. En la figura siguiente se observa una imagen de la máquina desarrollada:



Fig. 2: Fotografía de la máquina

Seguidamente presentamos la nómina de las principales características técnicas:

- Carga de ensayo: 2,5 N a 15 N.
- Velocidad: 10 rpm a 700 rpm.
- Diámetro de huella: 38 mm a 75 mm .
- Batea para ensayos en húmedo.

El equipo puede destinarse a variadas aplicaciones: a) Determinar coeficientes de rozamiento, b) estudiar el desgaste entre diferentes pares de materiales (metálicos, polímeros, cerámicos, materiales recubiertos), c) evaluar la influencia de los líquidos (aceites, soluciones acuosas) sobre la fricción y las tasas de desgaste.

Desde otra mirada, estos ensayos son importantes porque permiten ayudar a determinar la vida útil de piezas sometidas a desgaste, así como también comparar la resistencia de distintos recubrimientos.

Validación / Aplicación práctica

Dentro de la Unidad Técnica Máquinas y herramientas se simulan procesos de forjado en caliente. Uno de los datos necesarios y difíciles de fijar, es el coeficiente de fricción. Por técnicos que trabajan intensamente en el tema [2], teníamos como referencia un valor de 0,3 para el forjado de acero en caliente. Asimismo, S. Abachi [3] sugiere que es posible determinar coeficientes de fricción para procesos de forjado en caliente, mediante un ensayo pin-on-disk. Entonces, dada la actividad de simulación, y la disponibilidad de la máquina, y también a modo de validación, se realizó un trabajo experimental, utilizando para el disco y los pines, materiales de uso habitual en las forjas argentinas [4].

Fue así que se construyó un disco de acero SAE H13 templado y revenido a 45 HRC, material empleado con esa dureza en la fabricación de matrices de forja, y pines mecanizados en tres aceros, de los que comúnmente se forjan en Argentina, como son los designados SAE 5120, SAE 5140, y SAE 1026 (ver figura).



Fig. 3: Muestras del disco y pin ensayados

Las condiciones de los ensayos fueron:
Velocidad: 0,4 m/s; carga: 6,5 N; y lubricante similar al empleado en los procesos de forjado.
Muestras: disco de $\varnothing 60$ mm y 6 mm de espesor; pin de punta semiesférica de $\varnothing 4$ mm.

Se obtuvieron los siguientes diagramas:

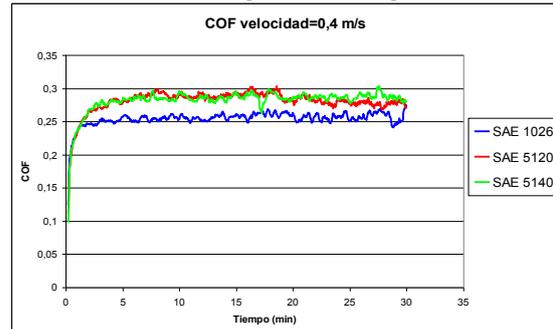


Fig. 4: Curvas de coeficientes de rozamiento

Dado que se efectuaron 4 repeticiones por material, abajo se presentan los diagramas de caja respectivos en forma conjunta:

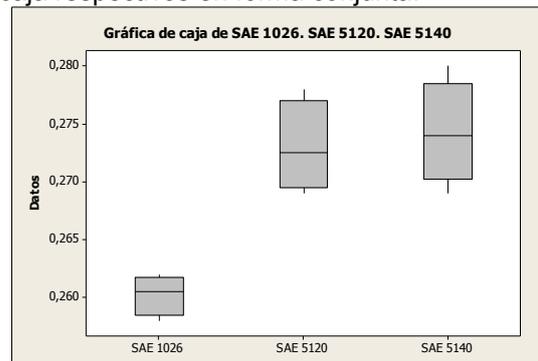


Fig. 5: Diagramas de caja de los materiales ensayados

Se desprende que el coeficiente de rozamiento del SAE 5120 y SAE 5140 son similares, en tanto que, el SAE 1026 es inferior a ambos.

Los valores obtenidos difieren muy poco de 0,3 , valor expresado por el personal del Laboratorio de Transformación Mecánica[4]. Finalmente, estos datos se aplicaron en simulación de forjado realizada en UT MyH.

CONCLUSIONES

- Se logró diseñar y construir una máquina de ensayos tipo pin-on-disk a un costo muy bajo.
- La misma fue aplicada con éxito para determinar coeficientes de fricción, que fueron usados en la simulación de procesos de forjado en caliente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Norma ASTM G99 – 05 (2010): Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus.
- [2] www.ufrgs.br/ldtm
- [3] S. Abachi, Wear analysis of hot forging dies, 2004.
- [4] Martynenko y M. Kraemer, Determinación de coeficientes de fricción, para la simulación numérica de los procesos de forjado, por el método pin on disk, Congreso TriBaires, Buenos Aires, Argentina (2013).