

SIMULACION COMPUTACIONAL DE UN ENSAYO ERICHSEN APLICADO A UNA CHAPA DE ACERO DC06

Antunez, N⁽¹⁾; Martynenko, V⁽¹⁾; Abate, G⁽¹⁾; Perez, D⁽¹⁾; Chiapparoli, W⁽²⁾; Martinez Krahmer, D⁽¹⁾.

⁽¹⁾ INTI Mecánica, ⁽²⁾ Instituto Argentino de Siderurgia
nantunez@inti.gob.ar

Introducción

Este trabajo se inserta en el marco de un plan de beca, que tiene por objeto comenzar a desarrollar un grupo de estampado de chapa. Para ello, se aunaron las capacidades del laboratorio de ensayos mecánicos del IAS, con las de simulación de INTI-Mecánica. Esta tarea tiene la importancia de ser la primera de su tipo dentro del grupo, además de haber sido hecha en forma colaborativa. Asimismo, y si bien existen diversas investigaciones publicadas que muestran la utilidad de los softwares de simulación, uno de los trabajos esenciales consiste en contrastar experimentalmente los resultados que entregan. De esta forma, se conoce la confiabilidad del software, y este fue el enfoque adoptado en el presente trabajo.

Objetivos

- Realizar ensayos Erichsen sobre una chapa DCO6, con la finalidad de obtener la carga de estirado y el perfil de espesores sobre la copa.
- Efectuar ensayos pin-on disc para establecer el coeficiente de fricción a ser empleado en las distintas simulaciones.
- Diseñar el modelo CAD 3D del ensayo.
- Simular el ensayo Erichsen.
- Comparar los valores obtenidos.

Descripción

El desarrollo del trabajo se dividió en dos partes. La primera, correspondiente a la caracterización del ensayo, y la segunda, al proceso de simulación.

El ensayo Erichsen fue realizado sobre una chapa de 0,7mm de espesor nominal, de un acero tipo DC-06 base IF, es decir, un material con alta capacidad de deformación, usado en el estampado de diferentes piezas en la industria. La probeta (chapa rectangular de 90 mm de ancho por 170 mm de longitud) se aseguró dentro de la máquina a través de un prensachapa, a continuación, el punzón de 20 mm de diámetro descendió a una velocidad de 2 mm/s 9mm a partir del contacto con la chapa. Seguidamente, se cortó la chapa ensayada mediante electroerosión por hilo paralelamente al plano transversal a la zona deformada y

perpendicularmente a la dirección de laminación. Posteriormente, fueron medidos los espesores de dicho perfil utilizando un sistema de medición óptico de apreciación centesimal.

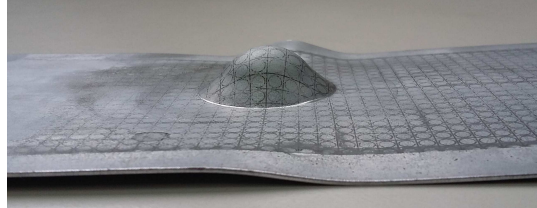


Figura 1: Chapa embutida, entregada por el IAS

En relación al proceso de simulación, se utilizó el módulo Sheet Forming del software Simufact.Forming. En éste se ingresaron los parámetros correspondientes: geometrías de la chapa, punzón, matriz y prensachapa, temperatura del proceso (ambiente), se seleccionó una prensa hidráulica con velocidad de avance de 2 mm/s, se estableció la presión del prensachapa de 1.1 N/mm² y en relación al material se utilizó uno de la biblioteca de composición química similar modificando puntos de fluencia y anisotropía teniendo en cuenta la dirección de laminación (paralela al eje Y) a fin de igualarlos al material ensayado. Finalmente se realizó el mallado de la pieza a ensayar, utilizando una malla de tipo SheetMesh de elementos hexaédricos con un refinamiento de dos grados.

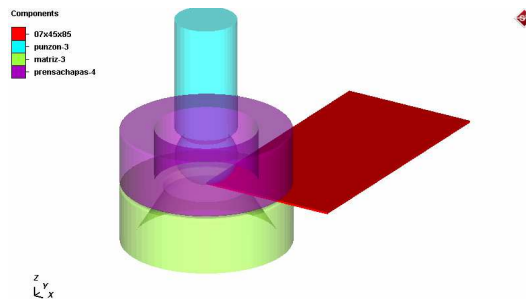


Figura 2: Modelo CAD 3D del ensayo Erichsen

Un parámetro a considerar al momento de la simulación fue el coeficiente de rozamiento entre el punzón y la chapa. Conociendo el tipo de lubricante (grasa grafitada), y el modo de aplicación, se realizó un ensayo Pin on Disk para obtener dicho valor.

Para esto, se obtuvieron mediante corte por router CNC discos de geometría normalizada, y se mecanizaron cuatro punzones de acero SAE H13, los cuales adquirieron una dureza de 62 HRC luego de ser templados y revenidos.

Se realizaron cuatro ensayos aplicándose en dos la lubricación solo sobre el punzón, y en los restantes sobre el punzón y la chapa; de los valores obtenidos se calculó el promedio, arrojando un coeficiente de rozamiento de 0,15. La modalidad del ensayo fue ésta ya que, si bien en el test Erichsen solo se lubrica el punzón, el desplazamiento por estiramiento de la superficie de la chapa, provoca que el lubricante se desplace junto con la chapa.



Figura 3: Anillos y punzones usados en el pin-on disk

Resultados

Terminado el proceso de simulación, se efectuó una comparación entre los resultados obtenidos respecto a los medidos en la chapa real. En este análisis fueron considerados: la variación de espesor de la chapa en diferentes puntos de la copa, así como el valor máximo de la fuerza del punzón.

En cuanto a la fuerza del punzón, el valor arrojado por el software resultó muy próximo al experimental, 1178,6 kg contra 1250 kg, una diferencia del $-5,7\%$.

Respecto a los espesores, la situación fue similar. Los valores numéricos obtenidos se presentan en la tabla 1. De allí surge que la diferencia porcentual promedio fue de un $4,1\%$.

Zona	Valor real (mm)	Simulado (mm)	Diferencia (%)
Espesor en altura máxima	0,59	0,57	- 3,4
Espesor en altura media	0,58	0,61	+ 5,2
Espesor mínimo	0,55	0,53	- 3,6
Diferencia promedio (%)			+ 4,1

Tabla 1: Comparación de espesores reales y simulados

Otro detalle a tener en cuenta es el pliegue de la chapa aparecido durante el proceso de estampado en la zona exterior al prensachapa. Éste aparece debido al desplazamiento de la

chapa hacia la zona interna de la matriz y el prensachapa debido a una baja presión en éste último. Dicha deformación también fue replicada por la simulación, y a pesar que no sea un valor cuantitativo, el surgimiento de este defecto indica la representatividad de la misma.

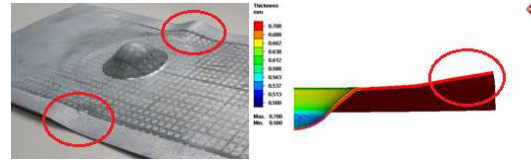


Figura 4: Representación de los pliegues en la simulación

Para lograr una visualización del desvío entre los valores reales y los simulados en cada uno de los parámetros analizados se confeccionó un gráfico donde se le asignó el equivalente al 100% al resultado numérico medido en el ensayo físico, y su correspondiente porcentual a los valores obtenidos por simulación.

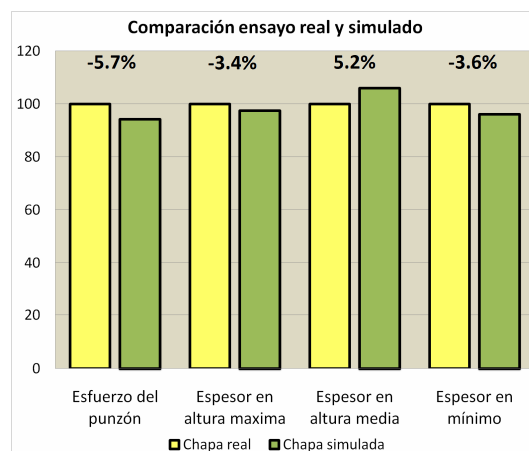


Figura 5: Comparación de mediciones realizadas en la chapa real y la simulada

Conclusiones

A partir del análisis de los resultados se visualiza una clara correspondencia entre los valores obtenidos por simulación y los ensayados, brindando un antecedente válido en la simulación de este tipo de procesos. Ésto posibilita realizar nuevos estudios sobre geometrías más complejas, así como también sobre diferentes materiales para chapas finas.