

IP-I-8

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN MOLDE DE TERMOFORMADO UTILIZANDO HERRAMIENTAS CAD/CAE/CAM

*Daniel I. Centeno Biasini, Rosa A. Morales Nieves.**

*Grupo de Polímeros USB, Departamento de Mecánica y Laboratorio "E", Sección de Polímeros
Universidad Simón Bolívar, Apartado 89000, Caracas 1080-A, Venezuela.*

e-mail: rmorales@usb.ve, dcenteno@cantv.net

Resumen: El objetivo principal de este proyecto consistió en el diseño y producción de una pieza termoformable, utilizando herramientas CAD/CAE/CAM, a través de un programa modelador de sólidos en 3D, para el diseño de la pieza y su molde, y un programa de simulación del proceso de termoformado, para determinar las correcciones en las geometrías. Se realizó un prototipo de la pieza, por técnicas de prototipado rápido y se compararon datos experimentales con los obtenidos por medio del programa simulador.

Introducción: El Diseño Asistido por Computador (CAD) permite llevar conceptos del diseño a una representación gráfica manipulable, para establecer geometrías y dimensiones de piezas. Las representaciones CAD son consideradas como el punto de partida para el diseño y elaboración de moldes y prototipos. Adicionalmente, la Ingeniería Asistida por Computador (CAE) permite realizar simulaciones controladas de los procesos, con el fin de corregir fallas en el diseño de los moldes y/o piezas, antes de su construcción ahorrando tiempo y dinero. La Manufactura Asistida por Computador (CAM) permite optimizar los procesos de producción de los moldes y/o piezas, generando secuencias de control utilizadas por máquinas con centros de control numérico (CNC) o de prototipado rápido que permiten fabricar réplicas precisas del modelo virtual.

Metodología: Se dividió en las siguientes etapas: Etapa I: Conceptualización y diseño de la pieza mediante el proceso de termoformado, utilizando el programa modelador de sólidos Pro/DESKTOP 2000i²®. Etapa II: Diseño del molde para la nueva pieza, mediante un programa modelador de sólidos en 3D, elaboración de un prototipo de la pieza, por medio de la técnica de prototipado rápido de deposición de material por fusión, en una máquina Stratasys 3D Printer y construcción del molde. Etapa III: Validación del molde construido, por medio del programa de simulación del proceso de termoformado T-SIM ® y a través de corridas experimentales.

Resultados: En la Figura 1, se muestra la distribución de espesores obtenida mediante la simulación en conjunto con los espesores experimentales correspondientes para la misma longitud de la línea corte. Al comparar los resultados obtenidos mediante la simulación con los experimentales se observan tendencias similares en la distribución de espesores. En esta figura, se evidencia en ambos casos, que los espesores a través de la cara correspondiente al fondo del recipiente son mayores que los obtenidos en las paredes del mismo ^(1, 2), debido a la menor deformación producida en esta área.

El espesor en la pared tiende a disminuir al alejarse del borde superior del vaso, hasta un valor mínimo, a partir del cual progresivamente la pared se va haciendo más gruesa hasta llegar al fondo del vaso. Este comportamiento se debe a que las zonas correspondientes a la pared son las que sufren una mayor deformación por la elongación en la dirección del formado. Al estirarse la lámina, el espesor tiende a disminuir ya que la lámina se comporta como un sólido elástico donde el volumen debe permanecer constante. Asimismo, cierta cantidad de material de las zonas adyacentes (fondo del vaso y lámina sin deformar), es arrastrado hacia las paredes por lo cual se obtiene un mayor grosor de pared en los extremos cercanos a éstas ^(1,3).

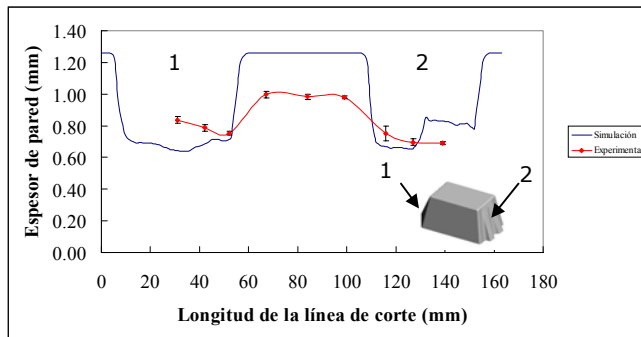


Figura 1: Simulación de la deformación de la lámina.

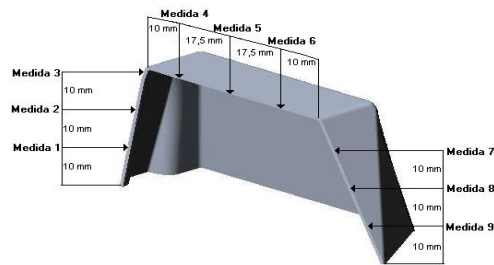


Figura 2: Línea de corte definida para la pieza en estudio.

En general, en la figura 1 se observa, para ambos casos, que el espesor en el fondo del vaso es mayor que el mínimo obtenido en las paredes, esto se debe a que esta es la parte del vaso que primero entra en contacto con la superficie del molde, por lo cual se deforma en menor grado. Además, otro factor que influye en el mayor grosor de esta área, es que al entrar en contacto el macho (pulg.) con la lámina en esta zona, la enfría rápidamente haciéndola mas resistente a la deformación⁽⁴⁾.

La variaciones observadas entre las curvas se deben principalmente a posibles diferencias entre el valor de fricción tomado para la simulación y el comportamiento real, mientras mayor fricción exista entre los materiales mayor será el espesor en esta zona ya que se restringe el desplazamiento de material hacia las zonas adyacentes. Otra diferencia importante entre la simulación y el proceso real es la forma en la que se realiza el vacío. Aunque las herramientas de simulación utilizadas no presentan resultados exactos en cuanto a la distribución de espesores de la pieza, el comportamiento es lo suficientemente cercano para predecir fallas mayores en el diseño del molde. Además, permiten realizar virtualmente los ajustes respectivos en el diseño de la pieza y en el molde, como por ejemplo, reducción de esquinas o ángulos vivos en la geometría de la pieza y la mejor ubicación del sistema de vacío.

Al promediar los porcentajes medidos a través de la línea de corte mostrada en la figura 2, se obtiene una variación de espesores de pared de 18,18% entre los datos obtenidos mediante la simulación y los experimentales, lo cual se considera como aceptable en la literatura estudiada⁽⁵⁾.

Conclusiones: El uso de herramientas CAD/CAE/CAM permite predecir las fallas que se pudieran presentar en el procesamiento de las piezas y realizar las modificaciones en el diseño del molde necesarias para corregirlas de forma rápida y sencilla, antes de elaborar el prototipo del molde.

Referencias: 1. Throne, J. "Understanding Thermoforming", Hanser Publishers, Primera Edición, Alemania (1999), 2. Harron, G., Harkinn-Jones, E., Martin, P., "An Experimental Investigation of the Plug Assist in Thermoforming Process", SPE's ANTEC Proceedings, 825-829 (2001), 3. Throne, J. "Thermoforming", Hanser Publishers, Primera Edición, Alemania (1987), 4. Harron, G., Harkinn-Jones, E., Martin, P., "Influence of Thermoforming Parameters on Final Part Properties", SPE's ANTEC Proceedings, 3723-3727 (2000), 5. Throne, J., "Computer Aided Thermoformed Product and Process Design", SPE's ANTEC Proceedings, 2989-2996 (2000).