

TERMOFORMADO DE PIEZAS PARA USO ELECTRÓNICO

Bertotto, Olivio Augusto⁽¹⁾; Acosta Leiz, José Daniel⁽²⁾; Añasco, Ariel Hernán⁽³⁾; Correa, Gerónimo Rafael⁽⁴⁾; Duré, Alfredo Ramón⁽⁵⁾; Firman, Andrés Danilo⁽⁶⁾

RESUMEN

Este artículo trata sobre el diseño y construcción de una máquina de termoformado por vacío realizada por el Grupo en Energías Renovables (GER) junto a alumnos de las carreras de ingeniería destinada a la fabricación de gabinetes electrónicos.

El termoformado consiste en calentar una lámina plástica para luego depositarse sobre un molde positivo, para luego succionarse alrededor del mismo y adquirir su forma final una vez frío. Dicha máquina consta de cuatro partes principales: la estructura principal de soporte, la cámara de vacío donde se deposita el molde (las cuales se diseñaron con asistencia de herramientas de modelado tridimensional), la fuente de calor destinada a transferir el calor a la lámina plástica y el bastidor de soporte que permite el movimiento de la misma. El tiempo de exposición al calor de los plásticos depende directamente del tipo y espesor del mismo. La construcción de la máquina permitió la determinación experimental de las variables en juego para obtener los mejores resultados y descubrir la forma de la matriz que se requiere para obtener resultados aceptables y de nivel comercial.

Se logró termoformar piezas a partir de plástico de alto impacto, así, establecer las pautas recomendadas de uso, las limitaciones de la máquina y las consideraciones sobre la matricería para lograr piezas de calidad, de esta manera, el equipo diseñado y construido puede ser transferido al medio o utilizado para trabajos de extensión.

Palabras clave: Electrónica, Termoformado por vacío, Gabinetes

INTRODUCCIÓN

Una constante necesidad en el entorno comercial electrónico es la carcasa o gabinetes que permite, por un lado proteger al circuito diseñado de elementos ambientales, la protección contra la manipulación por parte del usuario, y no menos importante, la estética final del producto, la cual puede resultar determinante para el éxito comercial (Crittenden, 1992).

Las opciones con que cuenta el diseñador, es adaptar su desarrollo a gabinetes estándar, la cual tiene la desventaja que en el mercado nacional no se encuentra muy desarrollado, y no se cuenta con un amplio espectro de ofertas. Además, su aspecto es-

Grupo en Energías Renovables, Facultad de Cs. Exactas – UNNE, Avenida Libertad 5460 – CP 3400 Corrientes.

⁽¹⁾ Email: bertotto.olivio@gmail.com / Teléfono: 3794-047709

⁽²⁾ Email: joseanielacostaleiz@gmail.com / Teléfono: 3794-035192

⁽³⁾ Email: airelhernan38@gmail.com / Teléfono: 3794-632213

⁽⁴⁾ Email: correar808@gmail.com / Teléfono: 3794-040056

⁽⁵⁾ Email: alfredoramon33@gmail.com / Teléfono: 3794-532744

⁽⁶⁾ Email: afirman@ger-unne.com.ar / Teléfono: 3794-400227

tético muchas veces se encuentra desactualizado, no ajustándose a los tiempos actuales, o bien, requiere del anexo de mano de obra para lograr un trabajo aceptable, incrementando el costo final del producto. También en esta temática se encuentra la realización en impresión 3D, pero esta es considerada un primer paso de prototipado rápido, antes de recurrir a procesos más costosos y de mejor acabado (Throne, 2013). Otra opción es construir gabinetes a medida mediante procesos de inyección, lo cual se justifica para grandes volúmenes de ventas debido al hecho del elevado costo inicial de la matricería requerida (Engelmann, 2012). Si bien este puede ser diseñado a placer, solo se justifica para fabricación de cientos de unidades, donde para el caso de una PyME no resulta rentable. Por estos motivos, una opción intermedia en costo y calidad de acabado es la realización de piezas para uso electrónico por el proceso de termoformado.

El termoformado consiste en calentar una lámina plástica a temperaturas de entre los 120 °C y los 180 °C, de manera que alcance nuevamente su punto de "plasticidad" de forma momentánea, lo que permite que esta lámina pueda depositarse sobre un molde positivo, para luego succionarse alrededor del mismo y adquirir su forma final una vez frío. Los materiales susceptibles de ser termoformados son muy diversos; Plástico de alto impacto (PAI), Polipropileno (PP), Tereftalato de polietileno (PET), Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), Polietileno de alta densidad (PEAD), Policloruro de vinilo (PVC), entre otros (Moroa, 2001).

La mayoría de los casos de máquinas termoformadoras que se encuentran en el mercado regional, están destinadas a usos odontológicos (piezas pequeñas), o bien máquinas mucho más costosas de mayor tamaño, donde se fabrican exhibidores,

bandejas, blísteres, etc. Resulta difícil encontrar una que se ajuste al tamaño adecuado para la realización de gabinetería electrónica. Es por ello y con la finalidad de realizar trabajos de extensión desde la Universidad al medio, se decidió realizar un prototipo experimental de una máquina termoformadora desde el Grupo en Energías Renovables (GER) junto a alumnos de las carreras de ingeniería, de manera de que la misma sirva como artefacto educacional (Knowhow) y además pueda ser transferido al medio para fortalecer líneas productivas de PyMEs locales de manera que la facultad acompañe tales emprendimientos.

En el apartado siguiente se describe el diseño del primer prototipo de una máquina termoformadora manual, de la cual se prevé en un futuro su automatización para uso a escalas mayores de producción e incorporación de etapas de medición y visualización de temperatura y vacío. Convirtiéndose este desarrollo en una primera etapa de investigación de la temática.

Diseño e implementación

La termoformadora fue diseñada con el fin de poder lograr sus objetivos a bajo costo y con una construcción sencilla. En el diseño se pueden distinguir cuatro partes principales: la estructura principal, la cámara de vacío, la fuente de calor y el bastidor.

Para su estructura se decidió utilizar caños estructurales de 20x20 mm, material que resulta ser resistente, económico y aprovechable en su totalidad, además, se cuenta con todas las herramientas necesarias para trabajar con este tipo de material. En lo que respecta a la fuente de calor, se eligió utilizar resistencias blindadas estándares ya que las mismas pueden llegar a las temperaturas necesarias para termoformar los distintos

plásticos empleados, además de ser económicas, de fácil instalación, eléctricamente aisladas y en sus extremos poseen contactos eléctricos roscados, lo que facilita su instalación. El alojamiento de las resistencias, las cuales son soportadas por la estructura, se encuentra recubierto por chapa galvanizada cuyo interior, a su vez, se encuentra recubierto con papel aluminio, a fin de reflejar y así dirigir la mayor cantidad de calor posible al bastidor. Este bastidor, fue diseñado con el mismo material de la estructura, su función es sostener firmemente al plástico a termoformar y permite desplazarlo. Este desplazamiento se realiza manualmente de forma vertical desde la fuente de calor

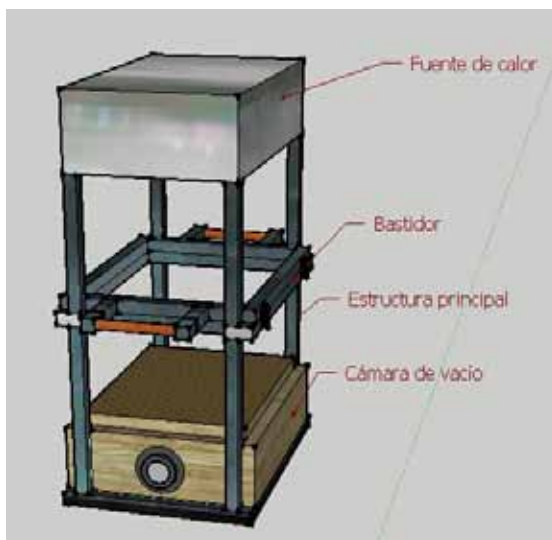


Fig. 1. Modelo en tres dimensiones de la máquina de termoformado. Se destacan las partes principales de la misma.

(en su punto superior) hasta la cámara de vacío (en su punto inferior). Por su parte, la cámara de vacío tiene la finalidad de lograr que el plástico previamente calentado se contraiga por succión sobre un objeto (matriz positiva) y adquiera su forma, la misma fue construida en madera de 10 mm de espesor, dado que es un material económico

y fácil de trabajar. Consta de una cama de vacío con orificios equidistantes de pocos milímetros de diámetro, con el fin de proveer un canal conductor del vacío logrado. Dicho vacío es producido por una turbina de aspiración convencional de 1100 W instalada dentro del recinto de la cámara.

En el diseño se utilizó la asistencia de modelado en 3D con el fin de obtener una vista preliminar del mismo, y de esta manera, tener un panorama más realista de las soluciones planteadas (Fig. 1).

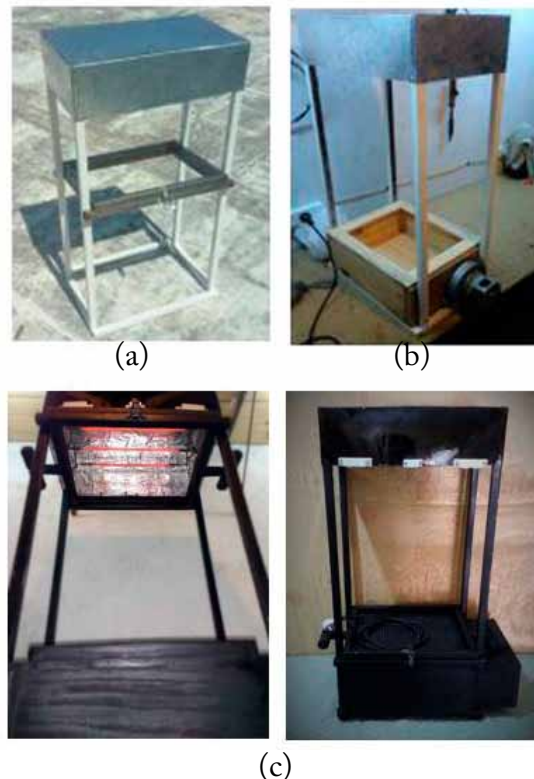


Fig. 2. Fotografías del proceso constructivo

En la Fig. 2 se muestra el proceso destinado a la construcción e implementación de la máquina construida, donde se destaca;

(a) Construcción de la estructura principal, con el agregado de la fuente de calor y el bastidor.

(b) Construcción y sellado de la cámara de vacío, y montaje de la turbina de aspiración.

(c) Producto final, con el agregado de pintura de alta temperatura, instalación eléctrica y detalles de terminación.

Resultados

Del diseño y la implantación de la máquina se extraen los siguientes parámetros técnicos principales;

Temperatura de trabajo: 160 °C

Corriente máxima: 9,6 A

Tensión: 220 V AC

Frecuencia: 50 Hz

Dimensiones exteriores: Altura: 80 cm, Ancho: 30 cm, Largo: 41,5 cm

Dimensiones de la cama de vacío: 26,0cm x 37,5cm

Capacidad de vacío: -510 mmHg

La verificación del funcionamiento y los primeros ensayos fueron realizados con PAI de 0,5, 1,5, y 2 mm de espesor. La matriz utilizada en este caso consiste en una carcasa de uso comercial y una matriz de madera fabricada para los ensayos. El tiempo de exposición a la fuente de calor se calculó en base al comportamiento de los distintos plásticos a la hora de ser termoformados. Parámetro fundamental a controlar, debido a que el tiempo de exposición a la fuente de calor insuficiente produce que el plástico que no se amolde a la matriz. En cambio, para tiempos de exposición muy prolongados el

resultado final tampoco es satisfactorio, produciendo arrugas sobre la matriz.

Tras las primeras pruebas de tiempos de exposición se determinó que para la lámina de 0,5 mm el tiempo necesario es de unos 2 minutos, para la de 1,5mm el tiempo es cercano a los 3 minutos y para la lámina de 2mm de espesor de unos 3,5 minutos. Todos estos tiempos fueron calculados a 23 °C de temperatura ambiente.

Otro factor que afecta la calidad final del producto es la forma específica de la matriz, las matrices cuyos bordes son suaves no presentan mayores inconvenientes, pero con aquellas matrices que contenían vértices pronunciados induce defectos de copiado y debilitamiento. Este inconveniente se resolvió por elevación de la matriz mediante suplementos, dejando un pequeño espacio libre por debajo de sus límites, del orden de 1mm para las láminas de 0,5 y 1,5 mm y del orden de 1,5mm para las láminas de 2 mm, donde esta distancia debe ser lo suficientemente grande para que el plástico pueda doblarse bajo la matriz y lo suficientemente pequeña como para que la matriz no quede tan elevada y el material sufra demasiada elongación, afectando la calidad final del producto. En la Fig. 3 se muestran algunos ensayos realizados.

Conclusiones

Se logró efectivamente diseñar y construir una máquina destinada al termoformado por vacío de gabinetería destinada para uso electrónico.

Se lograron termoformar piezas de gabinetería para uso electrónico a partir de láminas estándar de PAI.

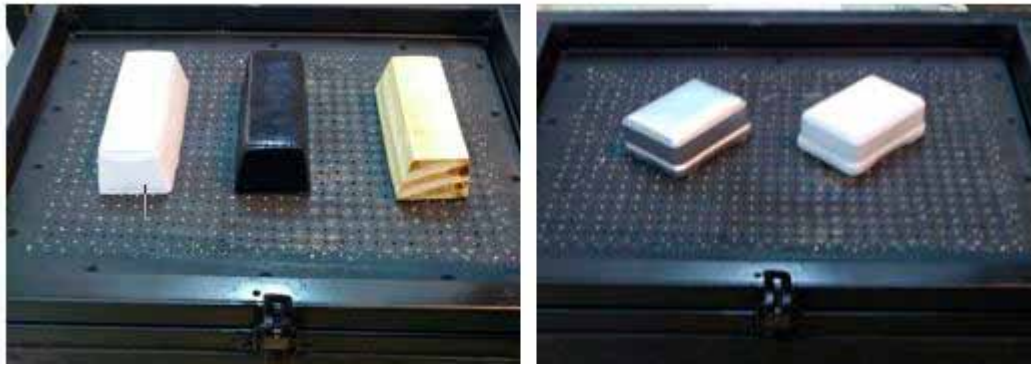


Fig. 3. Fotografías de gabinetes de 2 mm de espesor realizados de PAI termoformado.

Mediante el uso metodológico de la máquina y la experimentación se logró establecer las pautas recomendadas de uso, las limitaciones de la misma, y la manera adecuada que debe poseer la matricería para lograr piezas de calidad, de esta manera, el equipo diseñado y construido, puede ser transferido al medio o utilizado para trabajos de extensión.

Para continuación del trabajo se prevé estudiar el punto óptimo de trabajo de diferentes plásticos, estudiar e implementar alternativas de mejoras para la máquina, como automatización del proceso y agregar etapas de medición y visualización de temperatura alcanzada y de vacío logrado de manera de obtener una visión más específica y mayor control del proceso de termoformado por vacío.

Bibliografía

- Bralia, J. G. (1986). *Handbook of product design for manufacturing: a practical guide to low-cost production*. McGraw-Hill Book Company, 1986,, 1120.
- Crittenden, V. L. (1992). *Close the marketing/manufacturing gap*. Sloan Management Review, 33(3), 41.
- Engelmann, S. (2012). *Frontmatter. Advanced Thermoforming: Methods, Machines and Materials, Applications and Automation*, I-XI.
- Gruenwald, G. (1998). *Thermoforming: a plastics processing guide*. CRC Press.
- Illig, A., &Schwarzmann, P. (2001). *Thermoforming: a practical guide*. Munich: Hanser.
- Moroa, L. (2001). *Starch-based biodegradable materials suitable for thermoforming packaging*. Starch/Stärke, 53, 368-371.
- Throne, J. L. (2013). *Technology of thermoforming*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.