

ESTADO ACUAL DE LAS TECNOLOGÍAS DE DISEÑO E INGENIERÍA ASISTIDAS POR COMPUTADORAS (CAD/CAE) PARA MOLDES DE INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS.

Ing. Amaury Pérez Torres. Departamento Industrial, Facultad de Ciencias Técnicas, Instituto Superior Pedagógico “José de la Luz y Caballero”, Holguín, Tel. 482160

Resumen

Un gran número de empresas en nuestro país producen artículos plásticos a partir de la tecnología de inyección y en varias de ellas se diseñan y fabrican moldes con estos fines, siendo estas últimas, tareas de importancia crucial para la obtención de productos de alta calidad, por lo que resulta de mucho interés el conocimiento de las tecnologías de punta en este campo. En el presente trabajo se hace énfasis en las técnicas de diseño e ingeniería asistidas por computador (CAD/CAE) por considerarse más asequibles a las condiciones económicas nuestras. Se describen de forma concisa las posibilidades que brindan algunos sistemas de este tipo que se están empleando con éxito en el contexto mundial y se exponen las tendencias mundiales en este sentido.

Abstract

A great number of enterprises in our country produce plastic articles starting from the injection technology and in several of them they are designed and they manufacture molds with these objective. The design and manufacture molds are important task to obtain high quality in products, because of that knowledges about modern technologies result interesting. This paper emphasizes in engineering and design techniques assisted by computers (CAD/CAE) because of considered more affordable to our economic conditions. The possibilities that offer some systems of this type are described in a concise way. The modern tendencies in this branch are also exposed.

Introducción

La industria procesadora de plásticos en el contexto mundial ha experimentado un desarrollo extraordinario en los últimos años. El reporte del 2002 de Association of Plastics Manufacturers in Europe, plantea que en el año 2000 el consumo de plásticos en Europa Occidental aumentó hasta las 36 769 000 toneladas, lo que representa un incremento del 3,4 % respecto a 1999. Este crecimiento fue mayor que el experimentado por otros materiales, constituyendo una clara indicación del continuo aumento de popularidad de estos materiales y continuando la tendencia que ya había sido observada durante varios años.

Muchos artículos que antes se obtenían de otros materiales tales como madera, vidrio y metales, ahora se fabrican con materiales plásticos, lográndose resultados satisfactorios. Esto ocurre debido a una serie de ventajas que poseen estos materiales, entre las más impresionantes podemos destacar: no están sometidos a corrosión; pesan poco, muchas veces son rentables con una buena relación resistencia / peso gracias a lo fácil y rápido que resulta su transformación y producción en serie, lográndose una amplia variedad de diseños y reducido tiempo de montaje entre otras.

Un punto importante es que la eficiencia en los usos de los plásticos les permitirá contribuir al objetivo vital del desarrollo sostenido, al lograrse un impacto medioambiental acorde con las necesidades del planeta. En el año 2000, se le dio una segunda vida, en Europa Occidental, a

cerca de siete millones de toneladas de residuos plásticos a través de distintos tipos de reciclado (mecánico, químico, energético).

Por sus características de fácil transformación y su mayor versatilidad de propiedades, los termoplásticos han resultado ser los materiales más apropiados para componentes moldeados. Existen varios métodos para la elaboración de los materiales plásticos, sin embargo, el más difundido en la actualidad es el proceso de inyección.

Para tener éxito las empresas necesitan introducir sus productos en el mercado más rápidamente que sus competidores, a más bajo costo y con mayor calidad. Esto no es posible en la actualidad sin el empleo de las técnicas de diseño, fabricación e ingeniería asistidas por computadoras (CAD/CAM/CAE – Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing / Computer Aided Engineering).

Nuestro país no está ajeno al creciente desarrollo de la industria de productos plásticos, por lo que es necesario estar actualizados en las nuevas tecnologías que permitan lograr la necesaria eficiencia en esta rama. Nuestro gobierno presta especial atención a la asimilación de tecnologías de punta y muestra de ello es lo planteado en la Resolución Económica del V Congreso de nuestro Partido Comunista de Cuba:

"La ciencia, la innovación y la asimilación de tecnologías son elementos esenciales en la elevación de la eficiencia económica y condición primordial para el desarrollo, por lo que seguirán siendo objeto de máxima prioridad".

Desarrollo:

1. VENTAJAS DEL EMPLEO DE LOS SISTEMAS CAD/CAM PARA MOLDES DE INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS.

Ya desde la década de los ochenta varios autores (Smolvk, 1985; Borda, 1989) exponen una serie de ventajas de los sistemas CAD/CAM, entre las más interesantes se encuentran:

- Permiten analizar y evaluar nuevos productos y diseños de molde, incluso antes de cortar el acero. La simulación de los flujos de materiales plásticos y modelos de refrigeración en el diseño propuesto de molde, sirven para descubrir diversos inconvenientes; todo esto evita la necesidad de costosos ensayos;
- Se ha comprobado que, las principales ventajas económicas, especialmente a corto plazo, se obtienen a partir de la inversión en el terminal CAM. Esto es debido a que la mayor parte del costo de fabricación de un molde concierne al mecanizado, al diseño le corresponde sólo alrededor del 15% (por lo que se aconseja a los fabricantes como primera etapa familiarizarse con las técnicas NC o CNC);

- La terminal CAD puede utilizarse de forma ventajosa, aún en el caso de los moldeadores que no fabriquen sus propios moldes;
- Los fabricantes de moldes pueden utilizar sistemas CAD, por ejemplo, para analizar los diseños de los moldes ya existentes, así como los propuestos y poder descubrir las posibles mejoras, las cuales pueden dar lugar a ahorros económicos reales en la fabricación de productos plásticos;

En este punto es necesario señalar, que a pesar de las ventajas señaladas, los sistemas integrados CAD/CAM son muy costosos (un sistema básico sobrepasa los \$ 100 000), por lo que una inversión de este tipo debe estar plenamente justificada para no convertirse en una carga financiera para la empresa. Debido a que se ha demostrado que los sistemas CAD/CAE pueden utilizarse de forma ventajosa y que en este caso el costo se ve drásticamente reducido, es que nuestro país debe prestar especial atención a la evolución de esta tecnología.

2. TENDENCIAS ACTUALES EN EL DISEÑO E INGENIERÍA PARA EL DISEÑO DE MOLDES DE INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS.

Existen en el mundo una serie de sistemas y otros en desarrollo que dan solución en mayor o menor medida a los problemas del diseño de moldes, por lo que a esta actividad se le denomina con frecuencia CAMD (Diseño de Moldes Asistido por Computadoras).

Como regularidad, los paquetes informáticos que están disponibles en el mercado para el diseño de moldes y el control del proceso de inyección, se basan en la modelización y la discretización de la geometría mediante métodos de elementos finitos, por lo que esta se puede considerar la *principal tendencia en esta rama*.

Entre los programas más utilizados en estos momentos, tanto en Estados Unidos como otros países, se encuentran C-MOLD y Dr. CMOLD (A.C. TECHNOLOGY). Para el trabajo en el programa C –MOLD la pieza puede ser importada de otro sistema CAD y luego se realiza el mallado de la superficie. El programa consta de una base de datos de la cual se extraen las características del material utilizado.

El primer paso a realizar es establecer la llamada *ventana de proceso* que consiste en centrar los diferentes parámetros de inyección (temperaturas, presiones y tiempos) dentro de los márgenes de costos y calidad de fabricación dentro de las especificaciones.

Posteriormente se procede a realizar lo que se denomina *balanceado de la cavidad*. Este paso tiene como objetivo el de buscar que la pieza se acabe de llenar a la vez para evitar zonas más compactadas que otras. Esta primera fase del análisis permite la *optimización del sistema de alimentación*, lográndose moldes balanceados, la correcta situación y dimensiones de la entrada, situación de salidas de gases y de líneas de soldadura, existencia de puntos calientes, etc.

Uno de los análisis fundamentales que permite el programa C – MOLD es el del *atemperado del molde*, lo cual influye en la calidad de las piezas, en su rentabilidad, especialmente si se utilizan materiales no cristalinos.

Otra de las importantes prestaciones que brinda el software analizado es la *evaluación de las contracciones y deformaciones*, lo cual es uno de los principales objetivos del diseño de moldes.

El programa Dr C - MOLD es calificado como software inteligente de moldeo, así como un método avanzado de datos de materiales para la evaluación “a tiempo real” de un sistema completo de moldeo (C – MOLD – Europe, 1997).

Entre las principales características que presenta este sistema se pueden mencionar las siguientes: uso de parámetros geométricos simples para describir la pieza, molde y máquina en pocos minutos, sin necesidad de un programa CAD; un avanzado sistema de datos de materiales; de forma simultánea, resultados a tiempo real y visualizaciones; facilita una ventana de proceso para cada pieza basada en el sistema de moldeo completo, en un tiempo muy breve, para esta ventana el programa se apoya en la viscosidad del material; el programa indica a los usuarios cómo preparar la máquina de moldeo en condiciones óptimas; como se aprecia, este sistema se aparta de la tendencia anterior, debido a que no se apoya en el modelado de elementos finitos.

Para que se tenga una idea de cómo funciona el software, a continuación se exponen las etapas a través de las cuales Dr. C – MOLD va guiando a los usuarios para obtener un buen diseño, así como una breve descripción de cada una de ellas:

Para cada etapa hay un *objetivo de diseño* como parámetro que puede ser optimizado. Las etapas son secuenciales, lo que significa que los valores de salida en etapas previas son valores de entrada para las etapas posteriores.

Etapa n. 1: *Entrada de parámetros del diseño*: se introduce la geometría de la pieza y del molde: se utilizan valores para describir la geometría básica de la cavidad y del sistema de entradas, entre los que se encuentran la longitud del flujo, área proyectada y volumen de la pieza, espesor máximo, longitudes del bebedero;

Etapa n.2. *Comparar tipos específicos de resina*: el objetivo de diseño de esta etapa es comparar unas resinas con otras, con el objeto de determinar cuál puede ser procesada en el llenado del molde para nuestra longitud de flujo específica e intervalo de espesor.

Etapa n. 3. *Comparar máquinas de moldeo*: permite seleccionar máquinas de 50 a 5 000 toneladas o puede usar las características de su propia máquina.

Etapa n. 4. *Minimizar el espesor de la pared nominal*: El espesor de la pared es indiscutiblemente el parámetro de diseño simple más importante que afecta la procesabilidad del molde y la calidad del producto final. En esta etapa el usuario ajusta el espesor nominal de la pieza y la ventana del proceso de moldeo cambia dinámicamente para determinar la probabilidad de éxito.

Etapa n.5. *Optimizar las condiciones de inyección*: los objetivos de diseño de esta etapa son: optimizar la temperatura del fundido, optimizar la presión de inyección y el tiempo de llenado.

Etapa n. 6 *Optimizar las condiciones de enfriamiento*: el objetivo de diseño en esta etapa es determinar cómo al cambiar la temperatura del molde o la temperatura de expulsión, y cómo este cambio afectaría el tiempo de enfriamiento.

Etapa n. 7 *Optimizar las condiciones de mantenimiento*: la calidad de la pieza es la consideración más importante en esta etapa. Los objetivos de diseño son determinar el tamaño del bebedero, presión y tiempo de mantenimiento.

Una tendencia muy difundida en la actualidad es la elaboración de programas que se ejecutan bajo entornos gráficos de los paquetes CAD más empleados en el mundo. Entre los sistemas CAD más conocidos se encuentran Pro/ENGINEER, Mechanical DeskTop, SolidsWorks, Katia, AutoCAD.

Un grupo de programas para el diseño de moldes de inyección desarrollados por el Taller de Inyección de la Industria de Plástico (TIIP), unidad asociada al área de Ingeniería Mecánica del Centro Politécnico Superior de Zaragoza, España, posee entre sus principales características las siguientes:

- Se aprovechan todas las herramientas interactivas que proporciona un entorno como el de AutoCAD;
- Se genera el molde completo en tres dimensiones compuesto por elementos sólidos;
- Permite el diseño a partir de elementos generales así como el acceso a bases de datos de elementos normalizados de empresas de ámbito internacional;

El programa instruye acerca de la metodología a seguir para el correcto diseño de moldes, la cual ha sido desarrollada en el propio centro de investigación, un aspecto de suma importancia ya que un diseñador de moldes necesita mucho tiempo para adquirir la experiencia necesaria.

Para el desarrollo de moldes de inyección Pro/ENGINEER ofrece la solución Pro/MOLDESIGN; la cual proporciona a los proyectistas de moldes para plásticos herramientas, de fácil uso que permiten, entre otras cuestiones, generar las cavidades y los machos del molde y documentar el conjunto del molde completo. Asimismo, genera automáticamente las placas del molde, los conductos de refrigeración, expulsores y superficie de partición.

A continuación mostramos al lector algunas imágenes generadas en sistemas CAD/CAE que, aunque no corresponden a los programas descritos arriba, ofrecen una visión de la potencia de estos programas.

Fig 1. Ejemplo de molde de dos cavidades generado por el programa IMOLD.

Fig. 2. Ejemplo de simulación del llenado de una *cavidad* empleando el programa Moldflow.

Conclusiones

Existen en el mundo numerosos sistemas asistidos por computadoras que permiten enfrentar de forma rápida y con calidad el proyecto para el diseño de moldes de inyección. Las tendencias fundamentales en este campo están relacionadas con la ingeniería asistida por computador (CAE), la cual permite la simulación del flujo de material y la optimización de los parámetros más importantes del molde. La otra tendencia importante es la incorporación de módulos específicos para el diseño de moldes a los paquetes CAD profesionales. Estas vertientes se complementan entre sí, debido a que generalmente los moldes generados en un sistema CAD son transferidos a un sistema CAE para su posterior análisis.

Las empresas que de una forma u otra están implicadas en el diseño y fabricación de moldes de inyección de termoplásticos deben prestar especial atención a estos aspectos debido a que *es el desarrollo de estas tecnologías las que marcan el estado actual en este campo.*

Bibliografía

1. ASSOCIATION OF PLASTICS MANUFACTURERS IN EUROPE (APME),
“Análisis del consumo y de la recuperación de plásticos en Europa Occidental

- durante el año 2000". -p. 152 - - 167 -- En Revista de Plásticos Modernos. - - n. 554. - - Madrid, dic. 1985.
2. BOLUR, PRBODH C. Technological tools for part design, mould design ∓mp; fabrication of mould. - - En <http://in.geocities.com/bolurpc/>. -- 1999.
 3. BORDA ELEJABARRIETA, J. CIM en la inyección de termoplásticos (ITP). - -p. 325 - - 326. - - En Revista de Plásticos Modernos. - - n. 435. - - Madrid, sep. 1992.
 4. C – MOLD - Europe. Nuevo software inteligente de moldeo. -p. 51 - - 58. - - En Revista de Plásticos Modernos. - - n. 487. - - Madrid, ene. 1997.
 5. [Http://www.imtechdesign.com](http://www.imtechdesign.com) Moldflow analysis services by Imtech Design - Worldwide moldflow, dic 2002.
 6. PARAMETRIC TECHNOLOGY ESPAÑA, S.A. Solución integrada para la automatización de la concepción y la fabricación mecánica. -p. 149 - - 158. - - En Revista de Plásticos Modernos. - - n. 488. - - Madrid, feb. 1997.
 7. SHAEFER, R. La simulación mediante CAE se utiliza como herramienta creativa para piezas grandes y complejas. -p. 325 - - 326. - - En Revista de Plásticos Modernos. - - n. 435. - - Madrid, sep. 1992.
 8. SMOLVK, G. Sistemas CAD/CAM para la fabricación de moldes. -p. 482 - - 486. - - En Revista de Plásticos Modernos. - - n. 352. - - Madrid, octub. 1985.