



Foto: www.img.directindustry.es

► Fabricación de Moldes, Hacia el Mecanizado de Alta Velocidad - MAV

Metal Actual

Más de 50 por ciento de las máquinas para moldes han sido adquiridas en los últimos tres años, en Colombia.

La producción de moldes se ve directamente beneficiada de los avances en la tecnología MAV, nuevos aceros para herramientas y el auge de la automatización del proceso a través de sistemas CAD/CAM.

En las últimas décadas se han realizado esfuerzos importantes por parte de la industria, para ajustarse a las nuevas condiciones de la globalización. Aumentó la inversión productiva, se avanzó en la modernización de las empresas y se racionalizaron los costos; las políticas de apertura económica han motivado a los sectores productivos a cambiar completamente sus estrategias de trabajo centrandose en mejorar la calidad de sus manufacturas, productividad y plazos de entrega para competir.

En el siguiente artículo, se trata el caso particular de la industria mundial de moldes para termoformado e inyección de plástico, sector que evolucionó y adaptó sus procesos para desarrollar nuevos productos en periodos de tiempo mucho más cortos y con el menor costo posible.

Con el paso de los años, los 'moldistas' han visto como la globalización aceleró el crecimiento de la demanda y generó en los consumidores la necesidad de poseer más productos y utilizar diferentes tecnologías. En una reacción en cadena, la industria se vio obligada a buscar más y mejores materiales, llevó los procesos al límite y evolucionó. Lo cierto es que avances como las modernas tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), fueron propiciados para ofrecer soluciones a la medida de la sociedad contemporánea.

En ese sentido, hoy los moldes ocupan un puesto fundamental para la fabricación de la mayoría de productos en todos los sectores de la economía, salud, alimentos, transporte, entretenimiento, seguridad y servicios, entre otros; de hecho sin estas herramientas sería imposible la producción de grandes series de piezas y por ello, representan el eje principal para la manufactura a escala industrial, más aún, cuando los nuevos materiales, en especial los polímeros, hacen parte de la mayoría de los productos en todos los sectores.

En este auge de consumo popular, los bienes se tornan obsoletos en menores tiempos debido al vertiginoso avance de la tecnología y la exigencia de los consumidores de disponer de los últimos modelos, como es por ejemplo el caso de la industria automotriz y la electrónica. Así, la empresa que tenga un plazo grande entre un lanzamiento y otro corre el riesgo de perder espacio; un producto que en la década pasada tenía un ciclo de vida de tres años, hoy puede ser de un año, y en determinados casos, como en la informática, ese proceso puede ocurrir en meses.

La rápida obsolescencia de las piezas implica importantes volúmenes de trabajo para los 'moldistas', pues necesitan atender la creciente demanda para las nuevas versiones de celulares, computadores, electrodoméstico, automóviles, motos, accesorios, etc. Productos que cada día tienen una geometría más pequeña



Foto: www.plasticportal.net

► Un sinnúmero de industrias, en especial la automotriz, se beneficiará también de los nuevos desarrollos y tecnología para la fabricación de moldes.

y compleja, hecho que exige que los fabricantes de moldes, productores de software, de herramientas de corte y de máquinas-herramienta, presenten constantemente soluciones mejores y más efectivas para satisfacer las exigencias del mercado.

MAV, un Concepto Revolucionario

En un reciente informe publicado por la Federación Española de Asociaciones Empresariales de Moldistas y Matriceros (Feamm) se explica que los avances en la tecnología de corte y de las máquinas herramientas, sobre todo a partir de los 90, han posibilitando la utilización de mayores velocidades de corte y avances para la fabricación eficiente de moldes. Por ello, independientemente del proceso que se utilice (fresado, electroerosión, chorro de agua con abrasivo), el futuro de la moldelería industrial radica en el incremento de la velocidad, que implica, necesariamente, el uso de la nueva tecnología de Mecanizado de Alta Velocidad (MAV).

Las velocidades de corte hoy en día han pasado de los 70 m/min, lo cual va de la mano al aumento de la presión y calidad de los acabados. Para

que se tenga una idea, en la actualidad hay fabricantes de moldes que alcanzan tiempos de ejecución y procesamiento con velocidades de giro del husillo de más de 35.000 r.p.m y una precisión de 0.02 mm.

Esta tendencia también beneficia la menor afectación estructural de materiales para moldes y matrices que incluso, después del corte, conservan durezas del orden de 60 RockwellC (HRc), lo que posibilita la reducción parcial o total de algunos pasos de trabajo como el rectificado o los tratamientos térmicos en medio de los procesos de desbaste y acabado.

Según, el ingeniero Oswaldo Morales López, especialista en MAV e instructor del Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), el Mecanizado de Alta Velocidad no significa simplemente altas velocidades de corte, debe ser visto como un proceso en el que las operaciones son realizadas con métodos y herramientas de producción cada vez mejores y más eficientes, que logran excelentes resultados no solo por la mejoría en los tiempos de maquinado, sino también por la sustitución o reducción de otros trabajos que forman parte de la cadena productiva.



Foto: www.fabrica_moldes.es

► El aumento de las velocidades de corte, es una de las formas de aumentar la eficiencia de los procesos productivos a través de la reducción de los tiempos de fabricación.

En resumen, las mayores ventajas de la aplicación de la tecnología de corte con altas velocidades están relacionadas con las elevadas tasas de remoción de virutas, reducción de los tiempos entre las diversas operaciones del proceso, bajos esfuerzos de corte –lo que posibilita el maquinado de paredes finas sin distorsión de forma–, mayor disipación de calor a través de la viruta y con ello, reducción de las distorsiones y daños térmicos de la pieza, capacidad de alcanzar excelentes niveles de acabado superficial, reducción de las rebabas; facilidad de remoción de las virutas de la región de corte y simplificación del herramiental.

El MAV también ha permitido el surgimiento y la evolución de los sistemas para el fresado en duro, un proceso de manufactura para el corte de cavidades en matrices y moldes con materiales endurecidos térmicamente de hasta 64 HRc. Morales López explica que, mediante altas velocidades de avance y de giro, en combinación con valores pequeños de profundidad de corte y tolerancias finas, se logra por un lado la reducción de los tiempos de maquinado y por otro, la minimización de tiempos de pulido, como resultado de la alta calidad de superficies que puede obtenerse. En el caso de moldes para fundición a presión, o dados para forja, es incluso posible fabricar las piezas con tal calidad que se elimina la necesidad del pulido.

Gracias a la gran potencia del fresado en duro hoy pueden fabricarse moldes de grandes dimensiones en una forma extremadamente rentable. Para tener una idea, un molde para inyección de plásticos en acero al carbono con una dureza de 50 HRc, por ejemplo de un compartimiento airbag, con dimensiones de 360 mm x 420 mm y profundidad de 55 mm, puede ser maquinado totalmente

en una fresadora MAV en tan solo 12 horas, mientras en un proceso convencional se demora tres veces más. Para el desbaste se emplean herramientas toroidales (de forma anular) de 20 mm de diámetro, mientras el prepulido y el acabado fino se efectúa con herramientas de carburo de tungsteno con recubrimiento de nitruro de titanio y aluminio (TiAlN), con radio mínimo de 1,5 mm, avance 6,0 m/min y velocidad de giro 36.000 r.p.m.

En muchos casos estas sofisticadas máquinas reducen o eliminan el electroerosionado, puesto que el material ya ha sido debidamente templado y la pieza no requiere tratamiento térmico posterior. Según datos de la Asociación de Moldistas de España, para la fabricación de los electrodos y la erosión de un molde particular en material de 67 HRc, con radios pequeños de hasta 0.5 mm, de 200 mm x 140 mm y con una profundidad de fresado de 48 mm, aproximadamente se requieren 32.5 horas, mientras que con el fresado en duro MAV solamente se necesitan 8.5 horas.

Es pertinente decir que estas máquinas se han construido en configuraciones de trabajo horizontal y vertical, siendo las de mayor venta las horizontales.

Por todos estos beneficios, la tecnología MAV tiende a ser más costosa que otras, sin embargo los resultados justifican la inversión.

Integración de Procesos y Alta Velocidad

En un futuro cercano los procesos de moldes adoptarán soluciones integrales como: tornos 'twin' capaces de mecanizar en plato, piezas por dos caras; herramientas motorizadas en la torreta porta-herramientas capaces de fresar, taladrar, roscar, entre otras funciones, y la incorporación de cabezales de fresado independientes, todo esto bajo la utilización del MAV, que simplificará el proceso tecnológico:

- La producción de los moldes se realiza en una única colocación en la máquina pues no es necesaria retirarla para otros procesos.
- Mejoría de la precisión geométrica del molde con el maquinado, reduciendo o eliminando el trabajo manual.
- Procesos intermedios, como tratamiento térmico, fresado de electrodos y electroerosión pueden ser minimizados lo que resulta en inversiones menores, además de simplificar la logística.

La Fábrica de Moldes del Futuro

Así mismo, otra interesante tendencia en el desarrollo de moldes es la integración de los procesos para la optimización del trabajo, en el cual se ejecutan varios pasos en una misma línea de corte, bajo una idea más completa y moderna del actual 'Centro de Mecanizado'.

Actualmente, los fabricantes le están apuntando al desarrollo de nuevos equipos orientados al acabado completo de las piezas, integrando procesos de torneado, fresado, mecanizado de agujeros y en algunos casos rectificado; un ejemplo tangible de lo anterior fue presentado por la compañía ONA, en la Feria EMO 2007 organizada por la Asociación Española de Fabricantes de Máquinas-herramienta (Cecimo), que mostró la cadena de producción automatizada de moldes 'emo-tion'.

Se trata, de un sistema en el que se combinan las más modernas tecnologías en cada una de las fases del proceso de fabricación de un molde, desde su diseño inicial y prototipado, hasta su realización final. En el proyecto 'emo-tion' todos los equipos están integrados en la cadena de trabajo y tanto la fresadora MAV, utilizada para la fabricación de electrodos, como la máquina de electroerosión por penetración, están equipadas con sistemas automáticos de carga y descarga de piezas.

Las operaciones de reglaje y montaje de piezas y electrodos se realizan en una estación de control independiente en un proceso paralelo al de fabricación, con el fin de que las máquinas trabajen de forma ininterrumpida, reduciendo drásticamente el tiempo de puesta a punto de la pieza en la máquina.

Las piezas son montadas sobre palets, de esta manera es posible moverlas de máquina a máquina manteniendo los puntos originales de referencia. Los electrodos fabricados en la fresadora, tras pasar por la estación de reglaje y control de calidad son introducidos en el almacén por el robot al que está conectada la máquina. Toda la información (tolerancias, compensaciones, etc.) proveniente de la estación de reglaje, es directamente introducida en la memoria del CNC de la máquina. El proceso de la cadena está monitorizado, de manera que el estado de cada máquina es visible en todo momento. La transferencia de datos, estadísticas y pronósticos son dados en tiempo real a los usuarios.

El Camino es la Automatización

La tecnología de mecanizado MAV solo es aplicable en máquinas CNC, por lo que necesariamente esta tendencia viene acompañada de la automatización. Sin duda, los recientes desarrollos informáticos: nuevos y más avanzados sistemas de CAD/CAM serán la constante en la fabricación de moldes. Sistemas que no sólo ayudan a mejorar la velocidad y precisión del corte, también hay software especializados en la planificación de la producción, así como programas de ordenador que facilitan la tarea de estimación de costos para, entre otros objetivos, elaborar presupuestos de forma correcta.

WWW.METALACTUAL.COM

TRABAJA MÁS ACERO POR MENOS DINERO

El mayor tonelaje
por dólar.



Fabricado para punzonar, muescar,
y cortar planos, redondos, y ángulos.

EDWARDS IRONWORKERS
le da la capacidad y flexibilidad
para penetrar los trabajos de
fabricación más difíciles sin
afectar su presupuesto.



De 25 toneladas a 120 toneladas



www.corexpoltda.com

Calle 24 No. 19A - 24 Bogotá D. C. Colombia
PBX (57 1) 268 3209 / FAX (57 1) 269 6938
MÓVIL 300 613 2110 - 313 614 7661
gerencia@corexpoltda.com

Al respecto, Gilberto Pinzón, gerente general de Fundimoldes Ltda, una compañía colombiana especializada en la fabricación de moldes de termoformado plástico, de inyección de poliuretano y para inyección de poliestireno expandido, destacó la importancia del diseño y comentó que, aproximadamente, en promedio 35 por ciento de las horas del trabajo en moldelería se destinan al diseño, 15 por ciento al mecanizado, 35 por ciento en otras operaciones y 15 por ciento al seguimiento y evaluación. Pinzón añadió que hoy, uno de los objetivos de la industria está dirigido a reducir el tiempo de programación para utilizar mejor la capacidad del personal y el equipo en otras actividades.

La factoría del futuro será totalmente automatizada y mínimamente atendida, convirtiendo modelos de piezas en programas completos y ejecutables. Utilizando los conceptos de mecanizado predeterminados, será posible que el mismo software seleccione automáticamente el mejor método, los parámetros y las herramientas de corte para luego crear automáticamente el programa final. El mismo software estará en capacidad de aprender de los expertos en cada taller, con inteligencia de mecanizado actualizada, reflejando los procesos de manufactura preferidos por ellos.

Los sistemas CNC tendrán la capacidad de importar modelos en 3D de CAD directamente al control del equipo y elegir el método de mecanizado más eficiente, conjuntamente con los parámetros establecidos por el programador y los archivos históricos. La clave es que la mayoría de las funciones serán sugeridas por el sistema, 'duplicando modelos anteriores', lo cual significa la disminución del tiempo de la programación. Estos sistemas, son especialmente útiles para evitar demoras por la inexperiencia de los operadores que no dominan bien el tema.



Foto: www.hugomascheroni.com.ar

► El fresado en duro interviene en todo el proceso de producción de un molde, pudiéndose lograr hasta un 51% de reducción del tiempo de producción.

Presente de la industria

Informe Eafit

Un estudio realizado por la Universidad Eafit de Medellín en 2005, concluyó que la fabricación de moldes en el ámbito nacional es todavía muy pequeña, si se compara con los resultados de los diez principales países productores a nivel mundial. Sin embargo, el análisis también destacó el repunte y crecimiento de este proceso en el último lustro y enfatizó que uno de los aspectos más importantes de la industria nacional para mejorar su nivel competitivo, fue la incorporación de nueva tecnología. En efecto, el 50 por ciento de la maquinaria utilizada en 2005 para la manufactura de moldes se había adquirido antes de un año y la mayoría correspondía a tecnología CNC.

El estudio señala que la demanda mensual de fabricación de moldes de inyección en Colombia es de 50 unidades aproximadamente, con un promedio de \$45 millones por molde. La planificación de esta producción se hace bajo pedido y con la infraestructura que tiene el país dedicada a la fabricación de moldes de pequeño y mediano tamaño, se suple perfectamente la demanda nacional.

Frente al mercado, el informe también explica que el avance de la competitividad nacional ha repercutido favorablemente en la disminución del consumo de moldes importados, los cuales superaban el 50 por ciento del total en el 2000 y para el 2005 cayó a un 32 por ciento. Los principales factores que motivaron el crecimiento de la preferencia por el producto local fueron: mejoría de la calidad, disminución del tiempo de entrega y mejoría en el servicio Pre y Post venta, además de los altos precios de las piezas importadas.

En general, los proveedores extranjeros suministran moldes de gran tamaño (1.000 mm x 1.000 mm x 1.000 mm), pues la mayoría de fabricantes colombianos no cuentan con la capacidad de elaborarlos, lo que tiene poco efecto en el sector ya que no es el nicho de los nacionales.

Otros resultados del estudio, fueron:

- El 62 por ciento de los materiales utilizados por los fabricantes de moldes son importados, debido a la calidad y garantías ofrecidos por los proveedores extranjeros.
- Más del 85 por ciento de las empresas cumplen todas las políticas de calidad interna, donde la verificación de éstas, se encuentran a cargo de personal integrado a un programa de reuniones sistémicas.
- Más del 65 por ciento de las empresas cuentan con un departamento de diseño. La mayoría de ellas utiliza software especializado.
- Sólo el 20 por ciento de las fábricas en el medio tienen o conocen un software que les permite conocer un dato preciso del precio del molde.
- El 80 por ciento de las empresas manufactureras de moldes prestan servicio post-venta y mantenimiento de moldes.
- El 31 por ciento de las empresas usuarias de moldes no actualiza su maquinaria hace dos o tres años atrás; mientras que el 19 por ciento adquirió maquinaria nueva, por última vez, hace cuatro años.
- Aunque el 78 por ciento de las empresas dicen estar exportando moldes, el 22 por ciento restante dice no exportar por falta de contactos en el exterior y por los costos competitivos del mercado internacional.



Foto: www.sve.siemens.com

► El CAD/CAM es la tecnología de vanguardia para la moldelería industrial.

En opinión de Gilberto Pinzón, las tecnologías de la información cada día contarán con mejores avances para solucionar las necesidades de la industria y hacer a los 'moldistas' más competitivos. "De hecho, este año queremos adquirir un nuevo centro de mecanizado CNC, con el cual, según cálculos estimados, se podrá acelerar la producción en 30 o 40 por ciento", afirmó el empresario.

Para aplicar el MAV no sólo es prerequisite el uso de la tecnología CNC, también deben reunirse una serie de condiciones indispensables, entre las cuales se pueden mencionar:

- Disponer de herramientas de corte fabricadas específicamente para el MAV.
- Disponer de controles numéricos con tiempo de ciclo del servoaccionamiento de 100 m/s; función look-ahead; tiempo de proceso de bloque no mayor de 1 m/s; entre otros.
- Poseer conos portaherramientas que formen un sistema equilibrado con la herramienta.
- Poseer máquinas herramienta con amplias gamas de r.p.m, avances y potencias.
- Disponer de sistemas CAD/CAM que respondan a las exigencias del MAV.
- Contar con recursos humanos debidamente calificados.

En cuanto a los materiales para moldes a mecanizar con el MAV, las tendencias han evolucionado así:

- Una disminución del mecanizado de materiales féreos, aunque su porcentaje relativo entre los materiales mecanizados continúa siendo preponderante.

LOS ESPECIALISTAS EN SOLDADURA

EQUIPOS PARA SOLDAR VENTA Y REPARACIÓN

• Arco Manual * MIG * TIG *

• Equipos para soldar Inoxidable y Aluminio *

• Equipos Corte Plasma

• Equipos de Oxícorte

• Venta de consumibles y accesorios para soldar

**Todo un Equipo Humano
de *excelencia*
a su *disposición*.**

Sede Cali:
Calle 25 No 1N-65
PBX: (2) 8881288 FAX: (2) 8896553
ventasoccidente@sager.com.co

Sede Bogotá:
Calle 13 No. 34-17
PBX (1) 3600311 FAX: (1) 2473059
ventas.bogota@sager.com.co



Fotos: www.badiemold.com



► De cara a un futuro no muy lejano y ante las múltiples perspectivas de las tecnologías CAD/CAM, se espera realizar todos los proyectos en 3D, tal y como lo imponen las nuevas tendencias del mercado.

- b) Un incremento, lento pero constante, del mecanizado de superaleaciones y materiales compuestos, particularmente en los sectores aeronáutico y energético.
- c) Un fuerte incremento del mecanizado de aleaciones ligeras de base aluminio y la irrupción de aleaciones de base magnesio.
- d) Aplicaciones limitadas de mecanizado de materiales cerámicos.

El ritmo de evolución en estas tendencias depende de cada sector. Mientras los cambios son poco significativos en renglones como la construcción de maquinaria, en otros sectores como el del automóvil, aeronáutica e industria naval, los cambios son más evidentes. Actualmente en Colombia, se utilizan en gran medida las aleaciones ligeras, principalmente aluminio, bronce, magnesio y zamak.

Nuevos Retos

El desafío para los próximos años de la industria nacional de moldes –afirmó Gilberto Pinzón– es lograr combinar los actuales componentes mecánicos y la experiencia de los operarios, con máquinas CNC y nuevas tecnologías, entre ellas la robótica, para dar respuestas satisfactorias a las necesidades de los clientes. Tecnificar los procesos sin necesidad de prescindir del recurso humano.

De la misma manera, es muy importante el desarrollo de materiales de alto rendimiento y de gran resistencia al desgaste o a las deformaciones, entre los que se destacan las resinas termoestables del tipo epoxi, “mejoras que sin duda permitirían desarrollar moldes más económicos y ligeros, con una especificación mecánica que ofrezca buenos resultados”, dijo.

En cuanto a lo comercial, este empresario cree que el reto más importante está en la creación de alternativas de crédito y apalancamiento financiero para que un mayor número de empresas tengan la posibilidad de contar con máquinas-herramienta innovadoras que faciliten el desempeño industrial.

Así las cosas, es indudable que existe una tendencia real e importante hacia la reingeniería total en la industria de moldes, la cual es un reflejo de la evolución de las necesidades de los consumidores y el esfuerzo de los ‘moldistas’ para dar respuesta eficiente a dicha demanda.

Utilizar las técnicas de mecanizado de alta velocidad para reducir o eliminar operaciones, es una estrategia que toma fuerza en la industria. Aparentemente, resulta más conocido en Europa, Estados Unidos y Japón, donde casi la totalidad de los trabajos de moldes y matrices cuentan con una alta complejidad y tolerancias. Sin embargo, en América Latina y por supuesto Colombia en los últimos diez años, la tendencia ha crecido considerablemente, cada vez son más los talleres que acceden a los grandes beneficios de los procesos MAV. ▲

Fuentes

- **Oswaldo Morales López.** Ingeniero mecánico, especializado en Mecanizado de Alta Velocidad. Actualmente instructor del Sena, en el área de metalmecánica. omorales@sena.edu.co
- **Gilberto Pinzón.** Gerente General de Fundimoldes Ltda. ventas@fundimoldes.com
- Estudio del Estado del Arte de Moldes de Inyección en Colombia. Revista Universidad Eafit. **Álvaro Guarín Grisales**, ingeniero Mecánico de la Universidad de Antioquia, Profesor del departamento de ingeniería de producción, Universidad Eafit. aguarin@eafit.edu.co - **Gabriel Jaime Páramo**, ingeniero Mecánico de la Universidad de Antioquia, Master en Educación y Desarrollo. gparamo@eafit.edu.co
- Estudio Eti – Economical And Technological Intelligence para El Sector de Moldes y Matrices. Globalmold. Federación Española de Asociaciones Empresariales de Moldistas y Matriceros. Fundacion Ascamm.
- www.ona-electroerosion.com/, www.interempresas.net.

Reciba todo el apoyo que necesita en tecnología para su empresa



 **IMOCOM**

Con nuestro equipo humano y la mejor solución industrial optimiza la producción de su empresa y hace más futuro. Invierta en maquinaria especializada en: Control numérico computarizado CNC, Electroerosión, Convencionales, Chapa, Movimiento de materiales, Soldadura, Control de calidad, Herramientas y Aire comprimido.

Bogotá: (1) 413 7755 – Cali: (2) 665 0200 – Medellín: (4) 301 1110 – Barranquilla: (5) 353 0661 – Bucaramanga: (7) 643 2317
Manizales: (6) 884 6711 – Quito: 593 (2) 244 7662 – Guayaquil: 593 (4) 223 2456 – Valencia: 58 (241) 832 5794.

www.imocom.com.co