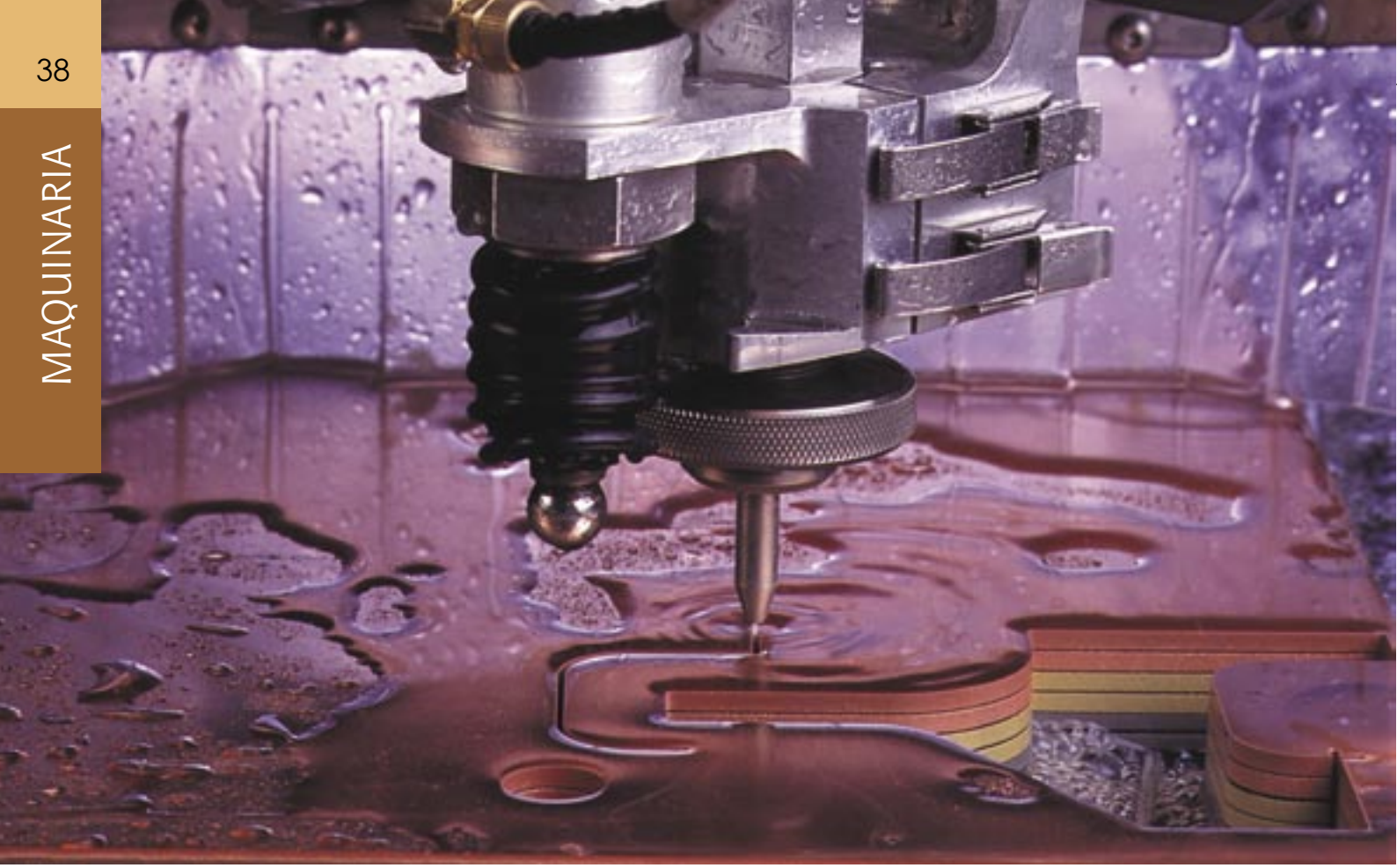

Foto: http://www.titanengineeringth.com

Equipos de corte

Por chorro de agua

Camilo Marín Villar
Periodista Metal Actual

Menos consumibles, menos tiempos muertos, ahorro en costos operativos

Un diminuto chorro de agua es expulsado a tres veces la velocidad del sonido por la boquilla de zafiro; el líquido se junta con una corriente de partículas abrasivas que penetran la superficie de una pieza de acero, en segundos el material es cortado como si fuese mantequilla. El corte es limpio y el borde, reluciente.

Hoy día, la industria metalmecánica adquiere cada vez más equipos de corte por chorro de agua. Según una encuesta realizada el año pasado por Frost & Sullivan, consultora global sobre crecimiento empresarial, el mercado de la máquina-herramienta de chorro de agua es el segmento que mayor crecimiento ha experimentando en la última década, con un aumento de 11,1 por ciento en promedio, en el período de 1997 a 2004 y de 17,5 por ciento en los últimos cuatro años.

Por el auge de esta tecnología y su importancia para el sector metalmecánico, la Revista **Metal Actual** contactó a los ingenieros de Flow Internacional Corporation, una de las principales compañías fabricantes de equipos de alta presión para el corte por chorro de agua, ellos nos contaron los pormenores del sistema.

Flow, al igual que otras empresas dedicadas al diseño y construcción de soluciones de corte por chorro de agua, basan sus equipos en la tecnología 'waterjet cutting', sistemas que cortan mediante el proceso de hidroabrasión: aceleración supersónica y erosión que puede desbastar, ranurar o cortar, a través de un chorro de agua mezclada con arena abrasiva a presión, prácticamente cualquier material, en espesores de hasta 300 mm.

En suma, el corte se logra gracias a la energía cinética que se genera presurizando agua a más de 40.000 psi (libras por pulgada cuadrada), a través de un pequeño orificio de 0.3 mm, haciendo que el agua alcance velocidades superiores a mach tres, es decir, tres veces la velocidad del sonido en el aire. Así, el chorro es dirigido contra la superficie de la pieza de trabajo y efectúa el mecanizado por los efectos combinados de la velocidad, abrasión y erosión.

La presurización y velocidad del agua se consigue a través de una bomba accionada hidráulicamente, también llamada 'intensificador de presión', considerada el corazón del sistema de corte. Según los requerimientos industriales el proceso puede realizarse con sólo agua o con la mezcla de agua y arena abrasiva. En el primero simplemente se remueve superficies y con la combinación abrasiva se obtiene el corte.

En resumidas cuentas, la velocidad del chorro causada por la intensificación de la presión, más el efecto abrasivo de la arena, permiten cortar cualquier material: acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, bronce, hierro, titanio, plásticos, goma, piedra, etc.

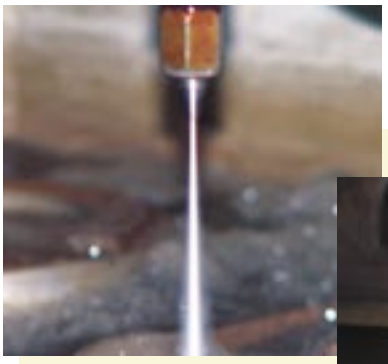

Foto: http://www.advancedquality.com

La mezcla de agua y arena presurizadas corta, gracias a la acción del abrasivo y la velocidad del chorro, la cual supera la velocidad del sonido.

Un Poco de Historia

En la segunda década del siglo XX, estos sistemas se desarrollaron inicialmente para la preparación y limpieza de superficies, la función del agua fue meramente limpiadora: desengrasado de pistas de aterrizaje, lavado de almacenes de carbón, eliminación de aceite, polvo, corrosión o escamas de diversos materiales y otras aplicaciones similares. En aquella época se trabajaba a una presión de 1.400 psi.

En 1968, el ingeniero profesor de la Universidad de Columbia, Norman Franz, patentó la primera bomba intensificadora, con una fuerza de 9.800 psi. Tres años más tarde la compañía estadounidense KMT, perteneciente a la Cartney Manufacturing Company, desarrolló, sobre esta patente, una bomba que alcanzaba las 56.000 psi.

Así las cosas, con el mejoramiento paulatino de las bombas de presión y el consecuente aumento de la potencia, se pudieron utilizar las máquinas también para trozar placas de hormigón, dejando al descubierto y sin dañar el metal. Sin embargo, sólo hasta 1980 y gracias al aditivo de partículas de arena abrasiva al chorro de agua, fue posible cortar, separar y perforar las propias barras de hierro y acero.

La potencia de las bombas alcanza actualmente presiones de 87.000 psi, generando la energía cinética suficiente para que el fluido abrasivo se mueva a altas velocidades y corte cualquier tipo de material.

Tipos de Equipos

Actualmente la industria tiene a su disposición sistemas que logran velocidades desde mach uno a mach tres, y presiones desde 40.000 psi hasta los 87.000 psi, siendo la de mayor presión en el mercado y permite cortar espesores de hasta 30 cm, del material más duro.

Si bien es cierto todos los equipos son automáticos, existen dos tipos de sistemas básicos: los que permiten realizar cortes en plano, es decir, en dos dimensiones, basados en cualquier diseño, y los sistemas que trabajan sobre 5 ó 6 ejes con los cuales se obtienen piezas de tres dimensiones (3D), de las más sencillas a las más complejas. Se podría decir que sí lo puedes dibujar, lo puedes cortar.

El sistema clásico de corte por chorro de agua es capaz de hacer cortes de cualquier dibujo geométrico sobre una mesa XY (bidimensional: corte con movimientos en alto y ancho) controlado por un operario. Para el segundo sistema, cuando las figuras a cortar tienen perfiles en tres dimensiones, se hace necesario un sistema robotizado de seis ejes, convenientemente protegido dentro de una cabina no accesible mientras el

Centro de Mecanizado por Chorro de agua. El equipo permite la personalización para satisfacer una variedad las necesidades individuales de cada industria.

Áreas de trabajo XYZ: 2m X 2m a 4m X 6m.

Foto: Flow Internacional Corporation

IFB – Flying Bridge Integrada es uno de los equipos más populares en el mundo, incorpora el control de movimiento, bomba, y componentes de alta presión.

Áreas de trabajo XYZ: 0,6m X 1,2 m a 2m X 3m.

equipo está en marcha. Ambos sistemas pueden trabajar con más de una unidad de chorro de agua, trozando materiales de hasta 300 mm de espesor, con cortes de tolerancias de más o menos 00,1 mm y piezas que resultan prácticamente acabadas.

Ambas máquinas cuentan con programas informáticos de interfase –software CAD/CAM– para el mecanizado, donde se fijan los parámetros del corte y se introduce el diseño de la pieza. Aunque el corte es completamente sistematizado, es necesario que el operario realice una o varias acciones manuales, que resultan sencillas y fáciles de programar.

Las compañías fabricantes ofrecen el software, desarrollado para entornos Windows, Macintosh e incluso de código abierto como Linux. El manejo de la mayoría de programas es excepcionalmente simple, cualquier diseño en formato dxf./ iges., etc., puede ser importado o creado en la función CAD. Incluso, algunos programas incluyen una base de datos integrada con parámetros de corte preestablecidos para cualquier material y espesor.

En materia de precios hay una buena diversidad: los sistemas con mesas pequeñas (0,5m x 1m; 0,6m x 1,2m; 1,2m x 1,2m), equipados con bombas de 11HP y 40.000 psi, parten del orden de US$70.000 hasta grandes equipos estándar con mesas de hasta 3m x 8m, equipados con bombas de 100HP y 87.000 psi que superan los US$ 500.000.

Componentes

Todos los equipos de corte por chorro de agua cuentan con una bomba hidráulica, que es la encargada de la presurización; una mesa de corte donde se coloca el material a cortar, que posee diversas dimensiones para poder ajustarse a los diferentes requerimientos de la industria; uno o varios cabezales de corte, que finaliza en una boquilla, a través de la cual sale el delgado chorro de agua; el hardware y software de control numérico –CNC–, desde donde se programa todo el proceso, y por último, un sistema de alimentación de abrasivo.

• Bomba intensificadora

Tal como se mencionó antes, el corazón de la máquina es la bomba hidráulica, en el mercado básicamente existen dos tipos de bombas: las más comunes se llaman intensificadoras, y otras especiales denominadas hyplex. Ambos tipos de bombas son capaces de trabajar a las más altas presiones.

En el primer caso la bomba se basa en el principio de intensificación, que paulatinamente aumenta la presión durante el proceso según los requerimientos. Dicha fuerza es producida por la acción de aceite inyectado a presión en un pistón, que a su vez empuja el agua y multiplica su salida 20 veces, generando la presión necesaria para el corte.

Para entender el efecto intensificador del pistón sobre el agua, hay que recordar que la presión es igual a la fuerza multiplicada por el área que la empuja, es decir, si la presión del aceite es 1 y el área del cilindro del pistón es 20, entonces la fuerza de empuje será 20.

Por su parte, las bombas hyplex son mecanismos de accionamiento directo, cuentan con tres pistones que presionan el agua de forma constante. Con esta bomba se alcanzan presiones continuas de trabajo de hasta 55.000 psi, mejorando el caudal de agua, disminuyendo los tiempos muertos y aumentando la eficiencia en un 30 por ciento respecto a las bombas intensificadoras.

En el mercado existen equipos con dos bombas que surten simultáneamente hasta cuatro boquillas de corte con la posibilidad de programar diferentes diámetros y presiones. Así mismo y sí el trabajo lo requiere, se puede activar una o las dos a través de una sola boquilla, para operar como si se tratará

Generalmente la boquilla de corte está hecha de materiales superduros cómo el zafiro o diamante.

Foto: www.directindustry.es

de una superbomba de alta potencia. La versatilidad de los modernos equipos deja al usuario elegir el caudal y la presión única o progresiva con tan sólo pulsar un botón.

• Mesa y cabezal

La plancha horizontal donde se apoya el material para ser cortado se llama mesa de corte; los equipos estándar poseen una amplia variedad de tamaños de mesa de corte que van desde a 0,5m x 1 m hasta 3m x 8m. Además, los fabricantes ofrecen sistemas de corte por chorro de agua y abrasivo hechos a la medida de las necesidades, cuyas áreas de trabajo se fabrican de acuerdo a los requerimientos del cliente.

Por su parte, el cabezal o los cabezales de corte se encuentran adosados a un sistema de movimiento de dos ejes, X-Y, y un control de altura en el eje Z, con la posibilidad de regular la boquilla y permitir el corte de espesores diferentes.

El sistema es controlado por motores comandados por un complejo software que tiene en cuenta parámetros como: propiedades del material, caudal de chorro, tolerancia de corte y promedio de tiempo para el mecanizado, entre otros. Todo esto determina el comportamiento físico del cabezal y del chorro al desplazarse sobre el material y cortarlo.

El proceso comienza partiendo del diseño geométrico de la pieza dibujada en computadora, se programa el recorrido que llevará el cabezal, reproduciendo fielmente la geometría del modelo en el material a cortar. Se indica, por ejemplo, cuáles agujeros se deben cortar primero, la dirección del movimiento y el tiempo de trabajo. Luego se registran en el sistema las propiedades del material, el espesor a cortar y los requerimientos de calidad.

• Abrasivo

En el corte por chorro de agua y abrasivo se agrega un compuesto pétreo en forma de polvo que previamente es separado según el tamaño de grano, haciendo una selección de los más finos. Posteriormente el abrasivo se deposita en una tobera a través de un tubo plástico por gravedad –caen libremente– y de allí hasta la entrada del cabezal de corte.

El chorro de agua de muy alta velocidad produce un vacío mediante el llamado Efecto Venturi [1] por donde se incorporan los diminutos granos y se mezclan con el liquido. De esta manera los granos se aceleran a la misma velocidad del chorro y luego de pasar por el tubo colector, el chorro es lanzado a presión por la boquilla, chocando sobre la superficie y erosionando el material a cortar. Debe tenerse en cuenta que el poder abrasivo de los granos incrementa mil veces el del agua.

Foto: www.news.thomasnet.com

Foto: www.advancedquality.com

Los equipos pueden trabajar con uno o hasta 4 cabezales robotizados de corte sobre amplias mesas, perforando casi cualquier material de hasta 300mm.

Aplicaciones

Los waterjet poseen aplicación en infinidad de industrias, a saber: centros de servicio de corte, fabricantes de maquinaria, industria automotriz, aeroespacial, aeronáutica, producción de pisos, molduras etc. Incluso, con diseños ornamentales que con otras tecnologías consumirían mayor tiempo. En general, el corte por chorro de agua abrasivo se utiliza en los siguientes sectores:

- Metalúrgico y metalmecánico (aceros, acero inoxidable, aluminio, latón, hierro aleado, bronce, etc.)
- Aeronáutico (corte de fibra de carbono, aleaciones, aluminio, polímeros, titanio, etc.)
- Automotriz (carrocería, corte de aleaciones, autopartes, caucho, cuero, etc.)
- Construcción (concreto, láminas, corte de acero, barras, cerámica, mármol, vigas, etc.)
- Mueble (cristal, madera, cuero, aluminio, tejidos, etc.)
- Publicidad (metacrilato, polietileno, PVC, vinilo, forex, etc.)
- Juguetería (espumas, fibras sintéticas, polímeros, polipropilenos, etc.)

Ventajas

Las máquinas 'waterjet', se caracterizan por lograr desempeños muy limpios, pues suprimen los deshilachados o deslaminados, produciendo cortes de alta calidad, con excelente acabado y generalmente haciendo innecesaria cualquier otra operación.

Comparados con otros procesos de mecanizado, corte por láser, por plasma y oxicorte, por ejemplo, la gran diferencia radica en que el corte por chorro de agua es un proceso en frío por erosión, mientras los demás son sistemas esencialmente térmicos, elevan la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada.

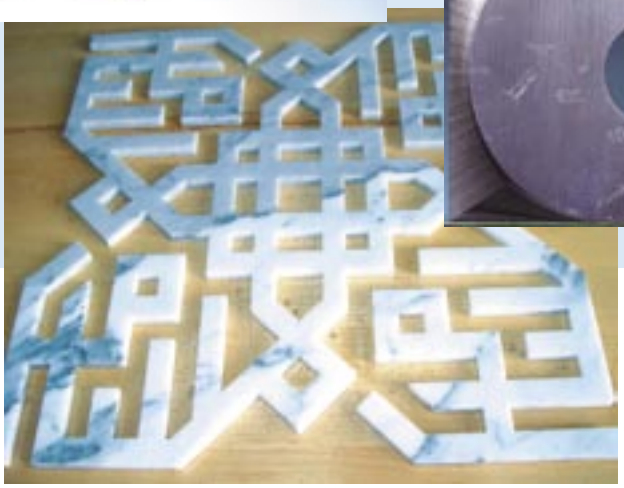

Foto: www.advancedquality.com

Con la tecnología de corte por chorro de agua se logran cortes en 2 y 3 dimensiones, con acabados finales y limpios.

Generalmente las piezas cortadas por procesos térmicos presentan alguna deformación requiriendo un posterior proceso de acabado, aumentando el tiempo de trabajo, el desperdicio de material y los costos operativos. Problemas que se reducen con el corte por chorro de agua, que, por ser un proceso en frío, no genera modificaciones de ningún tipo en la textura del material o tensiones en el mecanizado.

Así mismo, los mecanizados térmicos poseen mayores limitaciones en cuanto a los materiales a cortar y los espesores, el láser logra ranuras de hasta 20 cm, mientras el plasma corta sólo 16 cm, además no completan con igual calidad las perforaciones en aleaciones de extrema dureza o en metales como el titanio.

Otra ventaja, es la eficiencia y economía del proceso, gracias al aprovechamiento casi por completo del material, al contrario de otras técnicas, la precisión del software permite diseñar y trabajar todas piezas al mismo tiempo, optimizando el área y disminuyendo la generación de recortes, que muchas veces se desechan o se venden por reciclaje a menor precio. En lugar de desperdiciar material, el corte por chorro de agua logra cortar piezas casi hasta el contorno final, con exactitud que no supera las décimas de milímetro.

Además, el corte por chorro de agua ofrece la alternativa de mecanizar no sólo geometrías exteriores sino también elementos geométricos internos como por ejemplo, agujeros perforados o huecos, también gracias a la fuerza y velocidad se pueden cortar varias piezas al mismo tiempo, por corte multicapa, intercalando material de manera adecuada uno sobre otro.

Continuando con las bondades de la tecnología, ésta no resulta en absoluto contaminante, mientras que las otras sí generan vapores y gases altamente perjudiciales para el operario y el medio ambiente.

Los waterjets no requieren cambiar el herramental ni cambiar el abrasivo de acuerdo al material que se desea cortar, a diferencia del láser y del plasma que utilizan diferentes gases dependiendo del material a cortar.

En resumen las ventajas del waterjet son:

Los robots de corte por chorro de agua y abrasivo de 6 ejes son una solución económica para maquinado de múltiples ejes. Incrementa la flexibilidad de aplicación con capacidad de corte de 3D altamente repetibles.

Foto: Flow Internacional Corporation

- Permite realizar cortes en forma diversas y muy rápidas.
- Piezas producidas sin zonas afectadas por el calor. (Mecanizado sin tensión).
- No provoca distorsión o tensiones mecánicas, micro-fisuras, ni rebabas en las piezas terminadas.
- Corta formas complejas, con ranuras de corte mínima, para maximizar utilización del material.
- Reduce procesos secundarios de acabado al cortar virtualmente libre de rebabas.
- Reduce la cantidad de material residual debido al corte.
- Fácil de usar y programar.
- Corte multicapa.
- Uso de varios cabezales de corte.

Concluyendo, los sistemas de corte por chorro de agua son herramientas modernas de gran utilidad en la fabricación de piezas de diversos materiales, con ventajas sobre otros procesos de mecanizado y relativamente simples de implementar.

El corte por chorro de agua y abrasivo es una buena solución para mejorar la productividad de las empresas metalmecánicas y pese a su alto costo inicial entrega resultados económicos y de calidad indiscutibles.

El waterjet es una alternativa que abre nuevas perspectivas para los industriales, pues gracias a su continuo desarrollo y avance, hoy hace parte de las nuevas tecnologías, las cuales se convertirán en poderosas aliadas para afrontar los avasallantes retos industriales ó en amenazas latentes que influyen en el retraso de las empresas.

Citas

1) **El efecto Venturi:** consiste en que la corriente de un fluido dentro de un conducto cerrado disminuye la presión del fluido al aumentar la velocidad cuando pasa por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi (1746-1822).

Fuentes

- **Flow International Corporation.** Colectora Panamericana Este 2011 Of. 201 (B1609JVB) Boulogne, Buenos Aires – Argentina. Teléfonos: 54.11.4700.8881/2 | Fax: 54.11.4700.8880. **flowargentina@flowlatino.com www.flowcorp.com**