

YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

CITIZEN

Mecanizado de materiales difíciles de cortar para la industria médica



3-6

PENDIENTES del MERCADO

Mecanizado para la industria médica.



7-14

VOLCADOS en el RENDIMIENTO

Mitsubishi Materials Corporation apoyando la industria sanitaria mundial.



15-16

HISTORIA DE MITSUBISHI

Fundición y refinería de Akita: productos de zinc a la altura de las expectativas de la región.



17-18

LA HISTORIA DE UNOS ARTESANOS

Serie de placas MP/MT90 diseñadas para el mecanizado de materiales difíciles de cortar.



19-22

ARCHIVO TECNOLÓGICO

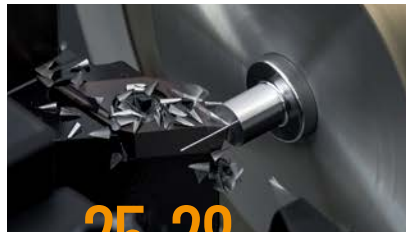
Evolución de los cambios constantes de los metales duros.



23-24

QUIÉNES SOMOS

Mitsubishi Valencia Education Center: centro formativo europeo que ofrece tecnologías de procesamiento de vanguardia.



25-28

AL FILO DE LO IMPOSIBLE

Mecanizados con vibraciones de baja frecuencia.



29-30

TRADICIONES NIPONAS

Inculcando el espíritu de Japón: los grabados japoneses o ukiyo-e.

EDITORIAL



Fumio Tsurumaki
Director ejecutivo de Mitsubishi Materials Corporation y presidente de Advanced Materials & Tools Company.

Muy pocas personas son realmente conscientes de la relación que existe entre las herramientas y la asistencia sanitaria. En mi primera toma de contacto cuando me incorporé a Mitsubishi Materials Corporation y pasé a formar parte del Departamento de Herramientas de Metal Duro, el orientador nos mostró la imagen de un cuchillo de furta que esta estaba utilizando para pelar una manzana. Nos contó que la manzana de la imagen representaba el material de corte, mientras que el cuchillo representaba una herramienta de corte. Si lo extrapolamos a la asistencia sanitaria, el material de corte sería el cuerpo humano y la herramienta, un bisturí. De hecho, las herramientas de la industria sanitaria se utilizan en un sinnúmero de aplicaciones, desde la fabricación de equipos médicos y el procesamiento de componentes de prótesis terapéuticas, hasta la producción de instrumental utilizado en intervenciones quirúrgicas.

Hace unos años, mi suegra tuvo un problema de cadera. Cuando el doctor nos explicó que la cirugía se realizaría con una pequeña placa que fijarían con tornillos de titanio, me pregunté si dichos componentes los fabricábamos nosotros o nuestra competencia. Me siento orgulloso de que los componentes que producimos desempeñen un papel tan importante en el tratamiento de enfermedades y lesiones, así como en la mitigación del dolor de los pacientes para hacer más confortables sus vidas. Evidentemente, siento muchísimo el sufrimiento de estos pacientes, pero me consuela saber que con mi trabajo como fabricante de herramientas y componentes destinados al sector sanitario puedo ayudar a aliviarlo. Nuestra misión como «estudio global de artesanos» es respaldar los avances en el sector sanitario con la provisión continuada de las mejores soluciones y servicios.



¡Bienvenidos al fascinante mundo de Mitsubishi Materials Corporation!

Tras nuestros reportajes de altos vuelos (industria aeronáutica: Vol. 1) y rugidos de motores (industria de la automoción: Vol. 2), en esta ocasión dirigimos nuestra atención hacia las personas y, en especial, hacia la industria sanitaria. Los aviones y los automóviles han permitido aumentar la velocidad y la flexibilidad de los transportes para mejorar significativamente nuestras vidas. Por su parte, la industria sanitaria tampoco se ha quedado atrás con sus avances. Si antes los fabricantes de herramientas no veían en la industria sanitaria un mercado significativo, los continuos avances de las tecnologías y los equipos médicos, así como el desarrollo y la comercialización de nuevos materiales de uso sanitario, han hecho que la contribución de nuestras herramientas a este sector haya ido en aumento. Como profesionales de la industria, nuestra prioridad es ofrecer nuevas soluciones a los clientes y, para ello, en esta edición revisaremos algunas de las iniciativas dirigidas a la industria sanitaria.

Detrás del progreso de estos campos se halla un amplio abanico de avances tecnológicos innovadores, el desarrollo de productos capaces de aplicar dicha innovación tecnológica y los avances técnicos de fabricación en cadena con un nivel de calidad fiable. El origen de nuestras herramientas se remonta al Antiguo Egipto, cuna del mecanizado. Desde entonces, la tecnología ha avanzado gracias al desarrollo y la mejora de los materiales y la geometría de las herramientas, así como de los instrumentos de mecanizado y las técnicas de procesamiento. Comercializado por primera vez en 1926, hace ya 90 años, el metal duro permitió una mejora sustancial de los procesos de corte de metales. Y a día de hoy todavía sigue mejorándose para adaptarse al desarrollo también vigoroso de nuevos materiales destinados a la asistencia sanitaria. Echemos la vista atrás para conocer la historia y la evolución de estos avances.

Desde la segunda mitad del 2015, hemos tenido la increíble oportunidad de charlar sobre nuestras iniciativas de desarrollo de herramientas en numerosos intercambios y seminarios técnicos con nuestros clientes. Estos eventos nos permiten explicar con detalle nuestra política de innovación y nuestros planes de futuro, además de ofrecer novedades

sobre productos actualmente en desarrollo, una información que no solemos compartir fuera de la compañía. Se trata de la ocasión perfecta para difundir nuestros conocimientos técnicos más recientes entorno al desarrollo de productos, a la vez que demostramos nuestro entusiasmo por entablar con los clientes una relación que nos permita ayudarles mejor. Nos mantenemos fieles a nuestro compromiso de seguir mejorando la comunicación con los clientes a través del intercambio de información. En Mitsubishi Materials, estamos siempre dispuestos a escuchar los comentarios y las peticiones de los clientes como canal importante que es, para favorecer el desarrollo y la comercialización de productos exclusivos, equipados con una tecnología líder en el mundo, además de soluciones y servicios específicos para clientes individuales. Nos esforzamos por alcanzar soluciones punteras que podamos hacer realidad junto con nuestros clientes.

Nuestra prioridad sigue siendo nuestro enfoque como «estudio global de artesanos» para nuestros clientes. No pierdan de vista nuestros logros y avances futuros.

Akira Osada, Doctor en Ingeniería,
director general de la División de I+D



YOUR GLOBAL CRAFTSMAN STUDIO

PENDIENTES al MERCADO: INDUSTRIA MÉDICA

Mecanizado para la industria médica

El mercado de la industria médica y su gran potencial de expansión

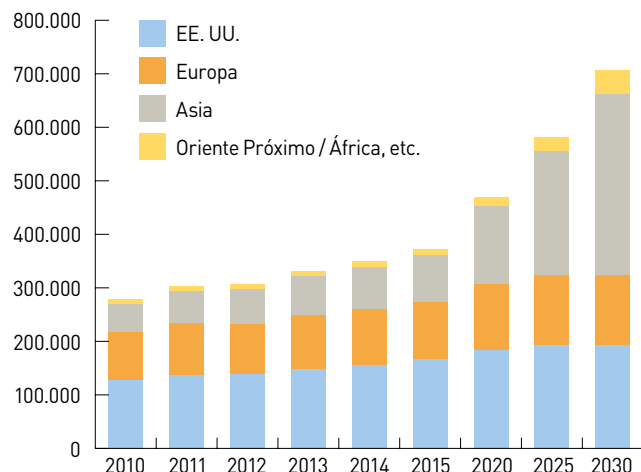
El crecimiento de la población y el significativo auge económico de los países emergentes, junto con una población cada vez más envejecida en los países desarrollados, crean el contexto perfecto para la expansión de la industria de los equipos médicos con la aparición de una demanda estable en todo el mundo. Los EE. UU., Europa occidental y Japón, tres regiones con una renta per cápita alta que cuentan con infraestructuras médicas y sistemas sanitarios desarrollados, alcanzan casi un 80 % de la cuota de mercado de los equipos médicos. Además, debido al elevado nivel de gestión de riesgos y a la ingente cantidad de tiempo y dinero necesarios para el desarrollo de los equipos médicos, la mayor parte de dicha cuota está en manos de los grandes fabricantes estadounidenses y europeos, un área que se percibe como de gran valor añadido. Sin embargo, en respuesta a las restricciones de precios de los países en vías de desarrollo y al esfuerzo de los países desarrollados por reducir su factura médica, los grandes fabricantes han aumentado su búsqueda de reducciones de costes mediante adquisiciones globales. Cada vez son más las empresas que intentan introducirse en un nuevo mercado en

colaboración con fabricantes, instituciones sanitarias y centros de investigación de los EE. UU. y Europa, especialmente en los países en vías de desarrollo del continente asiático, incluida China, donde se registra la mayor expansión en cuanto a demanda. La globalización de las bases de producción también crece a pasos acelerados, una aceleración similar a la registrada en

la industria de la automoción. Además, la existencia de canales diferentes para los equipos médicos y los productos farmacéuticos hace imprescindible el desarrollo de una estructura capaz de favorecer las ventas colaborativas, la obtención de autenticaciones sanitarias para cada región específica y la mejora de las competencias del personal sanitario.

Tendencia prevista de los mercados de equipos médicos

En millones de USD



Fuente: Mizuho Industrial Survey, vol. 49, del Banco Mizuho.

* Los datos del 2015 y posteriores se corresponden con predicciones de Mitsubishi Materials.

Equipos de medición

Dispositivos de medición de fenómenos biológicos (TAC, resonancias magnéticas, etc...).
Dispositivos de análisis e inspección de muestras, sistemas de diagnóstico, etc...



Equipos terapéuticos

Dispositivos de asistencia y aparatos para órganos internos artificiales, dispositivos de tratamiento, instrumental quirúrgico, etc...



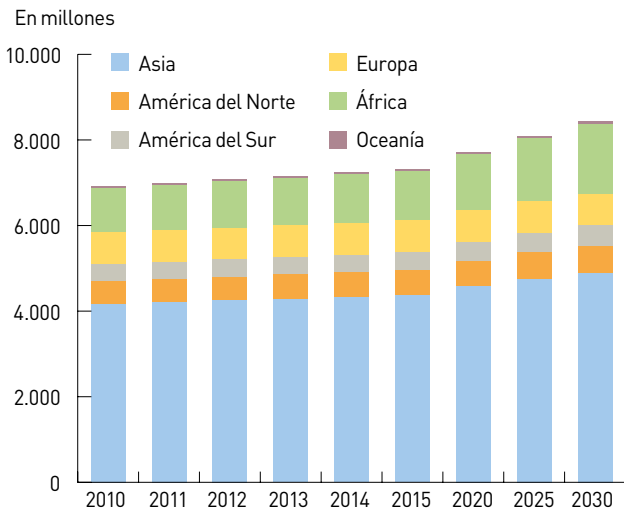
El desarrollo de los países emergentes y el envejecimiento de los países desarrollados son dos claves que explican la expansión de estos mercados

El reciente aumento de la población y la renta per cápita de los países emergentes ha favorecido a la demanda de electrodomésticos y automóviles, un claro indicativo del aumento de la demanda de equipos médicos a medida que la calidad de vida de dichos países vaya aumentando. Las previsiones indican

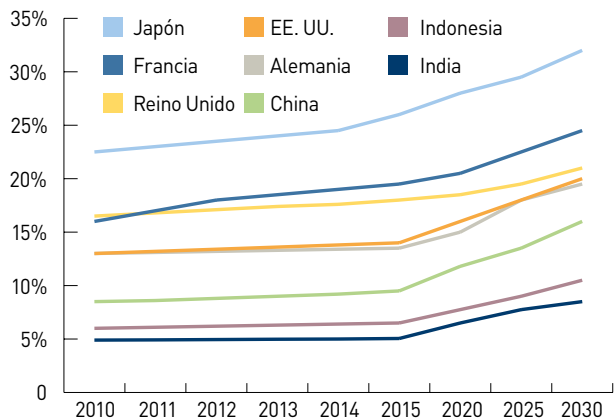
que, en el 2030, la tasa de envejecimiento de las potencias económicas del mundo será más del doble de la del 2015, por lo que también se espera un crecimiento constante de la demanda de equipos médicos y de los avances en innovación tecnológica. Además, los últimos progresos de la tecnología médica,

diseñados para abordar el envejecimiento de la sociedad, favorecen una mejora del estilo de vida de los mayores y abren la puerta a un incremento de la demanda de la medicina regenerativa orientada a la conservación y la recuperación de las funciones motoras.

Predicción de población mundial



Tasa de envejecimiento de los países más importantes



Fuente: mayores de 65 años del total de la población según la revisión del 2008 de las Previsiones demográficas mundiales publicadas por las Naciones Unidas.

PENDIENTES del MERCADO: INDUSTRIA MÉDICA

Materiales para equipos médicos y mecanizado

El 80 % de la demanda de productos mecanizados del sector de los equipos médicos se destina a la fabricación de prótesis e implantes (articulaciones artificiales, usos odontológicos), así como de instrumental quirúrgico y traumatológico, a partir de materiales difíciles de mecanizar como, por ejemplo, aleaciones de titanio, aleaciones de acero inoxidable o aleaciones de cromo-cobalto. Estos productos se diferencian de los convencionales en que deben fabricarse a partir de materiales homologados con unas características

enormemente específicas. Los materiales que se emplean en la creación de equipos médicos son muy parecidos a los utilizados para la fabricación de piezas de aeronaves, una elección que no se ha dejado al azar: son ligeros y ofrecen una resistencia a la corrosión superior. La demanda de piezas protésicas todavía más ligeras y con una vida útil mayor ha provocado el auge de las aleaciones de cromo-cobalto en detrimento de las aleaciones de titanio, puesto que las primeras también ofrecen una excelente resistencia mecánica. Sin embargo,

la desventaja que presentan las aleaciones de cromo-cobalto es que su potencial de mecanizado es extremadamente bajo en comparación con las aleaciones de titanio. Las aleaciones de cromo-cobalto reducen la vida útil de las herramientas de corte a un tercio de la vida útil de las empleadas para las aleaciones de titanio. Además, el plástico reforzado con fibra de carbono y la cerámica son dos materiales cuya presencia en los equipos médicos es cada vez mayor. Este desarrollo constante de nuevos materiales implica un aumento de la dificultad de corte.

MVS/MVE

Tornillo

MP9015/ MT9015

Cadera

Traumatología

Rodilla

VQ

Odontología

Vértebra

VP15TF / VP10RT

Mini MWS

Instrumental

Mecanizado de piezas para tratamientos regenerativos y principales materiales de trabajo

		Articulación artificial	Traumatología	Vértebra	Instrumental	Odontología
Piezas metálicas	Aleación Ti	<ul style="list-style-type: none"> • Ti-6Al-4V • Ti-15Mo-5Zr-3Al • Ti-6Al-2Nb-1Ta-0.8Mo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ti-6Al-4V 	<ul style="list-style-type: none"> • Ti-6Al-4V 	<ul style="list-style-type: none"> • Ti-6Al-4V 	<ul style="list-style-type: none"> • Ti-6Al-4V • Ti puro
	Aleación SUS		<ul style="list-style-type: none"> • SUS316L • SUS317L 		<ul style="list-style-type: none"> • SUS630 • SUS420J2 • SUS440C 	
	Aleación CCM	<ul style="list-style-type: none"> • Co-Cr-Mo (fundición, forja) 		<ul style="list-style-type: none"> • Co-Cr-Mo 		<ul style="list-style-type: none"> • Co-Cr-Mo
Piezas no metálicas	Aleación Al				<ul style="list-style-type: none"> • Serie A2000 • Serie A6000 	
	Resina	<ul style="list-style-type: none"> • UHMWPE (polietileno de peso molecular ultraelevado) 	<ul style="list-style-type: none"> • PEEK 	<ul style="list-style-type: none"> • PEEK 	<ul style="list-style-type: none"> • GFRP • CFRP • PEEK 	<ul style="list-style-type: none"> • Resina • PMMA • Fibra de carbono especial
	Cerámica	<ul style="list-style-type: none"> • Circonia • Alúmina 				<ul style="list-style-type: none"> • Circonia • Alúmina

Aplicaciones de Mitsubishi Materials para herramientas que se utilizan en la fabricación de materiales de equipos médicos

La dificultad de corte y las formas exclusivas de las piezas con que se fabrican los equipos médicos plantean todo un desafío a la hora de lograr un mecanizado eficaz. La mejora de la eficiencia del mecanizado y la vida útil del producto pasa por la creación de aplicaciones integrales: desde los programas de CAD/CAM hasta las herramientas de corte finales.

Aleación de cromo-cobalto

De entre todos los materiales empleados en la fabricación de equipos médicos, la aleación de cromo-cobalto es la que presenta las mayores dificultades de corte. No obstante, si se compara con las aleaciones de titanio, muestra una mejor resistencia a la abrasión y contribuye a prolongar la vida útil del producto, dos características que favorecen la producción de piezas finas como, por ejemplo, las superficies deslizantes de articulaciones artificiales, y de piezas pequeñas como, por ejemplo, tornillos y prótesis vertebrales. Por el contrario, la parte negativa es que también presenta una resistencia a la tracción alta y se funde fácilmente, lo que hace imprescindible seleccionar herramientas de mecanizado con una elevada resistencia a la abrasión.

Aleación de titanio

Gracias a su excelente biocompatibilidad, la aleación de titanio Ti-6Al-4V es el material más utilizado para la fabricación de piezas de equipos médicos. El titanio presenta una conductividad térmica baja y produce un calor de corte elevado, por lo que es esencial contar con herramientas con una resistencia térmica alta y geometrías que garanticen una generación de calor baja.

Aceros inoxidables

Los materiales de acero inoxidable suelen utilizarse en piezas pequeñas. Los aceros inoxidables austeníticos (SUS315L/SUS317L) y los aceros inoxidables endurecidos por precipitación (SUS630) presentan características de corte completamente diferentes. El taladrado de profundidad de aceros inoxidables austeníticos es muy difícil debido a la necesidad de evacuar las virutas que se generan.

VOLCADOS con el RENDIMIENTO

Mitsubishi Materials Corporation al servicio de la industria médica mundial

1º Parte: Laubscher (Suiza)

Innovador mecanizado de precisión que permite crear piezas para equipos médicos

Fabricación de millones de piezas de precisión

La primera parada de nuestro viaje nos lleva hasta Laubscher, en Suiza. Laubscher fabrica un amplio catálogo de piezas de precisión con diámetros por debajo de 42 mm. Sus 280 empleados trabajan cada día para cumplir el objetivo de responder a la enorme diversidad de requisitos de fabricación de clientes de todo el mundo. A pesar de que el trabajo con piezas de ultraprecisión fabricadas con materiales difíciles de cortar y unos diámetros de tan solo 0,3 mm no es tarea fácil, Laubscher consigue procesar más de 10.000 tipos de productos diferentes al año y más de

dos millones de productos al día. Si bien la mayoría de estos productos se destina a la industria médica, otros se utilizan en la fabricación de relojes, automóviles, productos eléctricos, así como en proyectos de construcción. Durante la visita, nos entrevistamos con Manfred Laubscher, director del Departamento de Tecnología y Producción, y con Alain Kiener, responsable de Adquisición de Herramientas, acerca de las herramientas de mecanizado de piezas pequeñas y los proyectos conjuntos con Mitsubishi Materials.

En busca de un máximo nivel de calidad y rendimiento

Cerca de 400 de las 500 máquinas herramienta empleadas en la planta de Täuffelen (Suiza) son tornos. Además, el proceso de los distintos productos con diámetros comprendidos entre 0,3 mm y 42 mm requiere distintas técnicas de mecanizado. Para cubrir estas necesidades tan dispares, entre la inmensa variedad de máquinas disponibles se encuentran tornos automáticos pequeños, tanto con husillos principales fijos como móviles, tornos automáticos multihusillo y centros de mecanizado. «Aunque fabricamos piezas para equipos que se emplean en distintas áreas de la medicina, en ningún caso se trata de implantes», afirma Manfred Laubscher. Normalmente, los productos que se fabrican son herramientas empleadas durante la

sustitución de articulaciones artificiales, la colocación de férulas para el tratamiento de oclusiones vasculares y en inhaladores para pacientes con asma. Los principales materiales que se procesan son aceros inoxidables austeníticos como el SUS303 (1.4305) y el SUS304 (1.4301). «Para garantizar en todo momento la calidad, debemos emplear herramientas de corte de primer nivel», afirma Alain Kiener. «Existen muchos fabricantes de herramientas, pero pocos ofrecen herramientas para el mecanizado de piezas de precisión. Exigimos a estos fabricantes que fabriquen herramientas de gran calidad para nuestros productos, y Mitsubishi Materials es uno de nuestros aliados empresariales más fiables».

Manfred Laubscher, director del Departamento de Tecnología y Producción de Laubscher.





PARTE 1	Laubscher
PARTE 2	Mediliant
PARTE 3	Greatbatch Medical
PARTE 4	Nexxt Spine
PARTE 5	Willemin-Macodel

La demanda en la industria de los equipos médicos ha aumentado en todo el mundo. Cada pieza fabricada desempeña un papel crucial para salvar vidas, por lo que es imprescindible mantener siempre un elevado nivel de precisión y calidad de la producción. Puesto que la mayoría de los fabricantes de equipos médicos tienen sus centros de producción en Europa occidental y América del Norte, en este reportaje hemos visitado a cinco importantes fabricantes de Suiza, Francia y los EE.UU. para preguntarles sobre su relación con Mitsubishi Materials y cómo esta ha contribuido a sus negocios.



Una alianza de posibilidades

Laubscher empezó a negociar la sustitución de sus placas de torneado con el objetivo de alcanzar una mejora de la calidad y la optimización de costes. Buscaban herramientas muy versátiles que les permitiesen lograr una calidad reproducible y la reducción de los costes de mecanizado. Por eso, solicitaron a Mitsubishi Materials la creación de prototipos de placas de torneado ISO para materiales difíciles de cortar. Ambas empresas se mostraron entusiasmadas con este nuevo proyecto conjunto. «En primer lugar, probamos a realizar un taladrado de precisión en acero de corte sin plomo para piezas de equipos médicos utilizando placas ISO DCMT de tamaño 11. Enseguida vimos que la herramienta era muy eficaz. El siguiente paso fue utilizar las mismas herramientas en

otra máquina del mismo departamento, lo que también arrojó unos resultados increíblemente satisfactorios. La vida útil de la placa MP9015 con recubrimiento enriquecido en aluminio no solo se multiplicó por dos, sino que todos los aspectos del rendimiento (acabado de la superficie, aspecto y maquinabilidad) también mejoraron significativamente con respecto a los productos existentes. Además, esto nos permitió duplicar el avance y la velocidad. Y unas mejoras tan significativas no suceden a menudo», afirma Alain Kiener, quien añadió: «Como las pruebas con la placa fueron tan satisfactorios, nos gustaría utilizarla también en máquinas distintas de otros departamentos». Gracias a su enorme versatilidad, Alain Kiener desea utilizar estas placas como herramientas de serie en más líneas de producción.

Grandes expectativas

Otra de las prioridades de Laubscher es el mecanizado de piezas pequeñas de precisión. Según Alain Kiener: «Actualmente utilizamos una herramienta fabricada por Mitsubishi Materials para mecanizar agujeros con un diámetro comprendido entre 0,3 mm y 6 mm, pero nos gustaría utilizar tamaños más pequeños, de entre 0,3 mm y 3 mm. La colaboración con Mitsubishi Materials es extremadamente importante para nosotros en este segmento empresarial». En palabras de Kobi Tobler, de Mitsubishi Materials, y de Daniel Dietsch, de Six Sigma Tools*, «el objetivo es respaldar la mejora de las herramientas con diámetros de menor tamaño». Tanto es así que los comentarios de Laubscher se envían directamente desde Suiza a Japón, junto con las peticiones de

mejora y las medidas apropiadas, para que Mitsubishi Materials inicie el desarrollo y la fabricación de las herramientas solicitadas. Por último, Alain Kiener afirma que: «A medida que Laubscher aumente el mecanizado de piezas pequeñas de precisión, también aumentará la importancia de utilizar herramientas fabricadas por Mitsubishi Materials. Nos gustaría aumentar nuestra sinergia y encontrar soluciones eficaces a través de una colaboración a largo plazo. El catálogo de productos de Mitsubishi Materials es extensísimo y esto nos permitirá encontrar las mejores herramientas de corte para distintos tipos de piezas de aplicaciones diferentes. Estamos sumamente interesados en mantener nuestra alianza».

Página web: www.laubscher-praezision.ch.

* Six Sigma Tools es un distribuidor oficial de herramientas de Mitsubishi Materials en Suiza.

[De izquierda a derecha] Daniel Dietsch, de Six Sigma Tools; Alain Kiener, responsable de Adquisición de Herramientas de Laubscher; Manfred Laubscher, director del Departamento de Tecnología y Producción de Laubscher; Marco Schneider, del Departamento de Tecnología y Producción de Laubscher; Kobi Tobler, ingeniero de Mitsubishi Materials.

Resolviendo problemas juntos

Mitsubishi Materials mantiene con Mediliant una dilatada alianza tecnológica que permite a esta última resolver sus problemas y alcanzar mejoras en la fabricación. Convencida por su excelente rendimiento en términos de evacuación de virutas, Mediliant tiene previsto adoptar ahora la fresa SMART MIRACLE para el mecanizado de desbaste.

«De nuestros fabricantes esperamos que sean capaces de asumir una exigente gestión de la calidad con respecto a las materias primas, el mecanizado de gran precisión y la propia calidad. Hemos elegido a Mitsubishi Materials porque es un aliado y un proveedor muy capaz», afirma Laurent Ferreux.

Página web: www.mediliant.com

(3.º por la izquierda) Arnaud Boujon, director del Departamento de Compras de Mediliant.
(3.º por la derecha) Nicolas Pinguet, ingeniero del Departamento de Mecanizado de Mediliant.
(1.º por la derecha) Laurent Ferreux, director del Departamento de I+D e Industria.

3º Parte: Greatbatch Medical (Francia)

Adquisición de las mejores herramientas de mecanizado para un aumento de la productividad

Especialista en prótesis

Abandonamos ahora Suiza para poner rumbo a Francia. La tercera parada de nuestro viaje nos lleva hasta la planta que Greatbatch Medical posee en Chaumont y que funciona como centro de investigación y desarrollo técnico en el ámbito de la ingeniería médica. Se trata de una afamada empresa internacional especializada en la fabricación de implantes ortopédicos y aparatos protésicos, cuya demanda no deja de crecer debido al envejecimiento de la población mundial. Su plantilla está formada por 10.000 empleados distribuidos por Europa y los EE.UU. La planta de Chaumont, situada en la región francesa de Champaña-Ardenas, es una

instalación clave de Integer Group, fabricante de prótesis de cadera, hombro y vértebra. También constituye un pilar fundamental de la estrategia de gestión de la empresa. Greatbatch Medical está actualmente inmersa en un proceso de contratación de personal, inversión en bienes/equipos y ampliación de las instalaciones para garantizar beneficios futuros, así como alcanzar los objetivos definidos en su plan de expansión empresarial. Entrevistamos a los expertos Richard Millot y Benjamin Martin para conocer su punto de vista entorno a los nuevos materiales y la mejora de la productividad de la planta.

Mecanizado de nuevos materiales

Richard Millot, director de Herramientas de Mecanizado de Greatbatch Medical, afirma que «Mitsubishi Materials es un aliado empresarial muy especial, por lo que mantener una comunicación fluida con Bento Valenté, coordinador técnico de Mitsubishi Materials Francia, es esencial para nosotros. Ambas empresas hemos forjado una estrecha relación desde el principio de nuestra colaboración, que se ha visto reforzada por nuestros enfoques hacia el mecanizado de nuevos materiales como, por ejemplo, las aleaciones de cromo-cobalto o el poliéter éter cetona (PEEK)». Richard Millot añade que «aunque la introducción de estos materiales en nuestra planta es muy reciente, su uso

se está extendiendo cada vez más y representa el epicentro de nuestras mejoras en el ámbito del mecanizado. Mitsubishi Materials nos proporciona una asistencia técnica imprescindible, sugerencias de mejora y el desarrollo de herramientas muy funcionales. La selección de herramientas es, por ejemplo, un aspecto clave que repercute enormemente en la mejora del mecanizado de piezas extremadamente finas (0,1 mm de grosor) y materiales difíciles de cortar». Tras nuestra charla, Richard Millot nos invitó a visitar las instalaciones de Greatbatch Medical para comprobar de primera mano los resultados de nuestro desarrollo conjunto.

(Izquierda) Richard Millot, experto técnico en Ortopedia de Greatbatch Medical.
(Derecha) Bento Valenté, coordinador técnico de Mitsubishi Materials, Francia.





Contribución al aumento de la productividad

La planta de mecanizado de PEEK se mantiene a una temperatura de 21 °C. Las fresas tóricas de gran precisión (serie VCPSRB) que se utilizan en Greatbatch Medical comienzan desde un diámetro de 0,6 mm. Estas herramientas reducen las virutas generadas durante el mecanizado de los discos de las prótesis cervicales para permitir una excelente precisión y la obtención de superficies lisas. «Este excepcional hallazgo únicamente ha sido posible gracias a la excelente colaboración con Mitsubishi Materials, cuya asistencia nos ha ayudado a aumentar la productividad». Greatbatch Medical también se decantó por las fresas SMART MIRACLE (VQ) con resistencia mejorada al fundido y por las fresas macizas de tipo IMPACT MIRACLE (VH). Estas fresas cuentan con una geometría optimizada que favorece una evacuación eficaz de las virutas y una reducción de las vibraciones, dos problemas bastante frecuentes durante el mecanizado de materiales difíciles de cortar. El recubrimiento muestra una

excelente resistencia a la abrasión y ofrece unos resultados increíblemente favorables durante el mecanizado de placas finas de aleaciones de cromo-cobalto (HRC40-45). «El uso de fresas de hélice variable sugerido por Bento Valenté favoreció una reducción significativa de las vibraciones que nos permitió conseguir un gran rendimiento de corte para aleaciones de titanio en centros de mecanizado con velocidades por encima de 1.000 mm/min. Algo que no habíamos conseguido nunca con las herramientas anteriores. Los buenos resultados de las evaluaciones de la vida útil de la herramienta (costes) y la seguridad, junto con el exitoso mecanizado de la capa endurecida, desequilibraron la balanza en favor de las herramientas de Mitsubishi», afirma Benjamin Martin. Además, el uso de la broca superlarga de diámetro reducido MWS con agujero de refrigeración (Ø 1,3 mm) para el mecanizado de agujeros profundos permitió reducir el tiempo de ciclo (profundidad 30D) en un 75 %.

Desarrollos futuros

Entre otros proyectos, Greatbatch Medical trabaja en el desarrollo de nuevos productos que permitan mejorar la eficacia del mecanizado y la productividad para, en última instancia, dar una respuesta mejor a las necesidades de los pacientes. «Para alcanzar este objetivo, nuestro equipo de Producción Técnica tiene previsto utilizar las instalaciones del Mitsubishi Valencia

Education Center M-VEC, ubicado en Valencia (España)». Este tipo de iniciativas tiene como objetivo sacar el máximo partido al rendimiento de las herramientas para abordar los problemas que puedan surgir en la planta de producción. Se trata de una colaboración que mejora todavía más la estrecha relación que ya existe entre Mitsubishi Materials y Greatbatch Medical.

[Primera fila - izq.] Eric Crosland, director técnico de Mitsubishi Materials, Francia.
[Segunda fila - izq.] Stéphane Ligneul, director de Ventas de Mitsubishi Materials, Francia.
[Parte central - segunda fila] Benjamin Martin, técnico de Greatbatch Medical.

4º Parte: Nexxt Spine (EE.UU.)

Herramientas de gran precisión para restablecer la calidad de vida de los pacientes

Una tabla de salvación para pacientes que se enfrentan a lesiones debilitantes de la columna vertebral

La cuarta parada de este viaje nos lleva a Indiana (EE.UU.), donde visitamos Nexxt Spine, una empresa especializada en equipos médicos que trabaja para mejorar la calidad de vida de los pacientes que se enfrentan a lesiones debilitantes de la columna vertebral a través de la fabricación de implantes médicos como, por ejemplo, tornillos óseos, placas y espaciadores. Fundada en el año 2009, Nexxt Spine ha demostrado ser una empresa líder del sector gracias a su puntera planta de fabricación situada en Noblesville (Indiana).

Tras la implantación de un sistema integrado que fabrica el 100 % de todas las prótesis de columna vertebral y el 95 % del instrumental quirúrgico, Nexxt Spine se centra ahora en el desarrollo de productos que aumenten la eficacia de los procedimientos a través de la innovación. Durante nuestra visita a Nexxt Spine, charlamos con Robert Thomas, director de Fabricación, y con Beau Riser, ingeniero de Procesamiento, quienes destacaron algunas de sus aplicaciones actuales para la columna vertebral y los últimos avances tecnológicos.



Robert D. Thomas II, director de Fabricación de Nexxt Spine.



[Derecha] Dan McCloskey, director de distrito sénior de Mitsubishi Materials USA.

Los productos se procesan a una velocidad inmensamente rápida

Nexxt Spine se dedica, principalmente, a la fabricación de tornillos óseos, placas y espaciadores. «Fabricamos cubículos que sostienen todos los implantes», afirma Robert Thomas. «Aunque fundamentalmente usamos aluminio y PEEK, estamos a punto de lanzar un nuevo espaciador al que llamaremos "NanoMatrix"», afirma Beau Riser. «Este novedoso espaciador, que todavía se encuentra en fase de desarrollo de producto, causó sensación en la feria de la

NAS (Sociedad Norteamericana de la Columna Vertebral)». El enfoque exclusivo de Nexxt Spine, que consiste en ocuparse del proceso desde el diseño hasta el desarrollo de los implantes y los productos, así como durante los primeros ciclos de producción del producto acabado final, les permite hacer alarde de una eficacia mayor que la de la mayoría de los fabricantes de la industria. En relación con el proceso de desarrollo de Nexxt Spine, Riser afirma que:

«No dejamos de trabajar para mejorar nuestro proceso de desarrollo de productos. Probablemente podríamos conseguir tiempos entre 1/3 y 1/2 más rápidos que el estándar industrial. La eficacia es un factor clave cuando se trabaja directamente con facultativos que solicitan sus propios requisitos especiales. La excelente tecnología permite modificar los diseños ya creados para personalizarlos según las especificaciones del especialista».

Una resistencia y calidad de primera son activos esenciales

A continuación se recogen las palabras de Robert Thomas acerca de la contribución de Mitsubishi Materials al avance de Nexxt Spine. «Mitsubishi Materials desarrolla productos de primer nivel claramente orientados a la precisión y la innovación. Esa gran calidad y una resistencia excepcional son activos

fundamentales para garantizar que Nexxt Spine pueda satisfacer las necesidades de sus clientes. Los productos de Mitsubishi Materials ofrecen un rendimiento sin igual que establece un estándar de platino sobre la competencia. Un ejemplo práctico: cuando intentamos utilizar una fresa recubierta

de diámetro reducido para el mecanizado de nitinol, un material exótico emergente con propiedades térmicas de memoria, un producto inadecuado de la competencia tuvo bastantes dificultades, mientras que la fresa de 0,014 in (0,35 mm) de diámetro de Mitsubishi lo logró sin problemas».

La cooperación es un factor clave para la innovación tecnológica

Nos interesamos ahora sobre qué innovación o avance ha logrado Nexxt Spine con ayuda de Mitsubishi Materials. «Vuelvo a retomar el tema de los materiales exóticos. Nos estamos preparando para mecanizar algunas aleaciones de cromo-cobalto y debemos subcontratar las herramientas. El nitinol es un material nuevo que se comercializa desde hace tan solo cinco años. Por otro lado, aunque el cromo-cobalto se utiliza desde hace bastante tiempo, su repetibilidad sin duda ha sido difícil de gestionar en los talleres de producción. Fue entonces

cuando Dan McCloskey, director de distrito sénior de Mitsubishi Materials para la región central de Indiana, nos recomendó una broca de 1,5 mm de diámetro y una longitud veinte veces superior para el taladrado de agujeros profundos en materiales difíciles de procesar. Además, durante el taladrado de algunos agujeros pequeños en propylux, la herramienta se desplazaba y provocaba que los agujeros se mecanizasen juntos, lo que arruinaba la pieza. Sin embargo, Dan nos aconsejó una nueva herramienta para evitarlo». Con respecto a la relación de

nuestras dos compañías en el futuro, Thomas declara que: «Me cae bien Dan. Viene por aquí con más asiduidad que la mayoría. Sus ideas son muy útiles. Tenemos todo el futuro por delante. Me atrevería a decir que a Mitsubishi Materials y a Nexxt Spine les esperan grandes cosas. Somos empresas de vanguardia en constante crecimiento, por lo que espero que podamos entablar una colaboración a largo plazo». Beau Riser recalca que «sin duda, recomendaría a todo el mundo las herramientas de Mitsubishi Materials. Son eficaces, fiables y, por tanto, rentables».

[Centro] Beau Riser, ingeniero de Procesamiento de Nexxt Spine.

[Derecha] Hisashi Daiguji, ingeniero de Mitsubishi Materials USA.



5º Parte: Willemin-Macodel (EE.UU.)

Innovaciones que respaldan la vida a través de la precisión

Fabricación de distintos componentes médicos

En la última parada de nuestro viaje, visitamos Willemin-Macodel, un fabricante de máquinas herramienta con sede en Suiza. La traducción de su nombre significa «máquina de Delémont», en honor a la ciudad de Delémont, histórico hogar de numerosos fabricantes de máquinas. Conocida por sus vanguardistas innovaciones de mecanizado, la empresa Willemin-Macodel ofrece productos de elevadísima precisión que permiten procesar piezas de trabajo diminutas. yTras su expansión a los EE.UU., hablamos con Jim Davis, director de Aplicaciones desde Noblesville (Indiana). «Como fabricante de máquinas-herramienta, comercializamos máquinas de primera calidad para todo tipo de componentes médicos de la industria sanitaria en general. Así, por ejemplo, somos proveedores de una amplia variedad de sectores, incluidos el dental, el de la columna vertebral, maxilofacial y el de

los huesos principales (caderas, rodillas, codos, pies). También diseñamos aplicaciones, desarrollamos procesos y efectuamos pruebas para nuestros clientes, además de ofrecer soluciones llave en mano que permiten instaurar un proceso que complementa la entrega de la máquina-herramienta. Hace poco que terminamos el mecanizado de una solución odontológica para la que utilizamos la fresa de Ø 0,5 mm Smart Miracle de Mitsubishi Materials. Este reciente modelo de máquina ya se ha labrado una excelente reputación por todo el país». La empresa también asiste a talleres de producción de todo EE.UU. proporcionándoles servicios de formación e I+D. «Si un cliente tiene una pieza que no sabe cómo fabricar o si quiere hacerlo de una forma más rápida y rentable, le ofrecemos un proceso más sólido con una capacidad mayor», afirma Davis.



Jim Davis, director de Aplicaciones de Willemin-Macodel.

La seguridad de contar con una calidad y una precisión elevadas

Con casi veinte años de experiencia de torneado en Suiza a sus espaldas, Jim Davis es todo un experto en la materia. Le pedimos que nos cuente su opinión acerca de las herramientas de Mitsubishi Materials. «En pocas palabras: hacen que nuestras máquinas sean buenas», afirma. «Sus materiales aumentan la rapidez de corte del personal con rpm más altas, puesto que soportan mejor el calor y el desgaste, además de ofrecer una resistencia mayor a los defectos. Las ventajas son infinitas. El corte de las herramientas es más limpio, la oscilación

es mejor y la calidad del pulido también es superior, lo que en última instancia mejora el resultado. Con otras fresas, para alcanzar un buen resultado es necesario repetir el proceso de acabado dos veces, algo impensable con los productos de Mitsubishi Materials. Tienen las mejores brocas que existen en el planeta». Jim Davis añade que: «En el torneado con CNC Suizo, las barras de mandrinar y las fresas de roscar se suelen utilizar tras el taladrado de un agujero para su acabado o su procesado en un agujero roscado.

Si se utiliza una broca barata, esta se rompe y seguidamente desencadena un efecto dominó: la broca se rompe y, a continuación, lo hace la barra de mandrinar y, a continuación, la fresa de roscar... y, si la broca se atasca, todo se va al traste. Este problema se conoce con el nombre de «mala configuración». Por eso, contar con una broca de gran calidad es fundamental. En ese sentido, utilizar una broca de tanta calidad como la de Mitsubishi Materials es una forma económica de asegurar el proceso. Una garantía de durabilidad».



Las herramientas que demandan los talleres de producción

Cuanto mayor sea la capacidad del proceso de fabricación, mejores serán siempre los resultados para el paciente. El cuerpo suele aceptar mejor aquellos implantes con un acabado óptimo y, como resultado, el grado de invasión es menor, las cirugías son más cortas y los inconvenientes para el paciente se reducen. En otras palabras: fabricar las piezas más rápido y con una fiabilidad mayor ofrece más garantías de éxito. Sobre la contribución de Mitsubishi Materials a la industria médica, Jim Davis opina que: «La industria médica es diferente a la aeroespacial o la de automoción. La industria aeroespacial requiere un único trabajo en el que se pueden utilizar un par de cientos de herramientas para mecanizar una sola pieza, sin necesidad de emplear dos veces la misma herramienta. Las piezas también son increíblemente grandes. La industria de automoción suele requerir el cambio de herramientas en cada turno. Por su parte, la industria médica necesita pequeñas cantidades de piezas fabricadas con la misma herramienta. Pueden exigirte 30 de estas, 20 de esas y 15 de aquellas, por lo que es preciso realizar multitud de configuraciones y cambios. Además, en la industria médica, la eficacia es a menudo más importante que la eficiencia. Si cuentas con una herramienta que sabes que es fiable y que funciona a la primera sin necesidad de encontrar un ajuste óptimo, entonces



obtendrás los mejores resultados, porque solo tendrás que configurarla y empezar a trabajar, con lo que ahorrarás muchísimo tiempo. Si fabricas treinta piezas y ahorras un minuto en cada ciclo, eso tan solo supondrá un ahorro de treinta minutos por lote... pero si dedicas un día entero a la configuración, entonces la diferencia sí que se nota. La mayoría de los talleres de los EE.UU. cobra de media una tarifa mínima por hora de 300 USD, una cifra que aumenta hasta los 750 USD en el caso de las piezas dentales. ¡El tiempo es dinero! A diferencia de las herramientas de la competencia, que deben sustituirse cada 100 piezas, las herramientas de Mitsubishi Materials permiten procesar 500 piezas. Y esto supone un gran ahorro de tiempo en tan solo la sustitución de herramientas. Los productos de Mitsubishi Materials son

excepcionales para trabajar con piezas diminutas de tan solo algunas micras de tamaño. A modo de ejemplo, mientras que un folio presenta un grosor aproximado de 100 micras, algunas de las piezas que procesamos tan solo miden 10 micras. Por eso, la exactitud en las mediciones es fundamental. El instrumental, en concreto, presenta multitud de pequeños agujeros y detalles, por lo que cada uno de estos elementos debe medirse en todos sus puntos críticos. La gran importancia de la precisión hace que la calidad de la cuadrícula de la herramienta y la calidad del mango marquen una enorme diferencia en la calidad global. Los productos de gran precisión de Mitsubishi Materials funcionan de maravilla y contribuyen de manera eficaz a mejorar la calidad del trabajo que hacemos».

Las soluciones médicas del futuro

«El futuro demandará cada vez más mecanizados de acabado. También se producirá un aumento de la impresión en 3D de copas acetabulares, el componente de las prótesis de cadera que se encarga de sustituir

el acetábulo en la articulación de rótula natural. Si bien en los últimos tiempos ha surgido la impresión en 3D de copas metálicas, se trata de una tecnología realmente costosa que no permite alcanzar un acabado preciso.

El futuro exigirá la creación de piezas precisas, lisas y brillantes con ayuda de impresoras en 3D, algo que sin duda reducirá el tamaño de los componentes médicos y aumentará su precisión».



HISTORIA DE MITSUBISHI

Vol. **3**

Productos de zinc a la altura de las expectativas de la región

Fundición y refinería de Akita

La Fundición y refinería de Akita se construyó en 1953 en la ciudad de Akita (Japón) de la mano de Mitsubishi Metal Mining Co. Ltd., predecesora de Mitsubishi Materials Corporation. Su objetivo era satisfacer la creciente demanda de zinc surgida para la reconstrucción del país tras la Segunda Guerra Mundial. La excepcional calidad de su producción de zinc electrolítico hizo que la empresa creciese como la espuma. Sin embargo, el aumento del coste de la electricidad y el estancamiento del precio de los metales en la década de los ochenta y noventa obligaron a la empresa a suspender la producción de zinc electrolítico en 1996. En la actualidad, las empresas del Grupo Mitsubishi Materials emplean estas vastas instalaciones para llevar a cabo una gran variedad de actividades empresariales. Japan New Metals Co. Ltd. recicla wolframio, una materia prima que se utiliza para la fabricación de herramientas de metal duro, lo que confiere a esta planta un papel clave para Mitsubishi Materials.

Una nueva fundición y refinería que trajo esperanza durante la reconstrucción de la posguerra

El uso de aleaciones de zinc y cobre para crear latón se remonta a la era antes de Cristo. Sin embargo, aunque la fundición se desarrolló en el siglo XV, esta técnica no se generalizó en Japón hasta el siglo XX. La demanda comenzó a crecer a medida que los fabricantes japoneses empezaron a producir materiales anticorrosivos galvanizados y aceros con recubrimiento de zinc. Mitsubishi Mining Co. Ltd. inició su actividad de fundición de zinc en la Fundición y refinería de Naoshima y en la Planta minera de Hosokura, allá por el año 1934. A pesar de que la fundición de Naoshima cesó su producción al término de la guerra, la planta de Hosokura continuó produciendo alrededor de 600 toneladas mensuales. Además de la reconstrucción de la posguerra, la Guerra de Corea (1950-1953) incrementó todavía más la demanda de zinc, lo que favoreció el inicio de la producción en las plantas de Ikuno y Akenobe.

Fue entonces cuando la Oficina de Construcciones de la Planta de Yokkaichi se puso en marcha para liderar la creación de una nueva refinería de zinc. Sin embargo, la imposibilidad de comprar terrenos en Yokkaichi obligó a la empresa a fijar su vista en Akita. Allí, aproximadamente el 35 % de la electricidad necesaria para el refinado de zinc podía conseguirse a bajo coste de la central eléctrica de Komatagawa, en la Mina de Osarizawa, mientras que el ácido sulfúrico generado como producto secundario del refinado de zinc podía ser aprovechado por Tohoku Hiryo Co. Ltd., predecesora de Mitsubishi Materials Electronic Chemicals Co. Ltd. Estas ventajas también hacían de Akita un buen lugar para una nueva refinería.

Aprovechando el aumento de la demanda propiciado por este periodo de rápido crecimiento económico en Japón, y con el respaldo de Michiyuki Hani, presidente de Mitsubishi Metal Mining Co. Ltd., la Fundición y refinería de Akita inició su producción en el

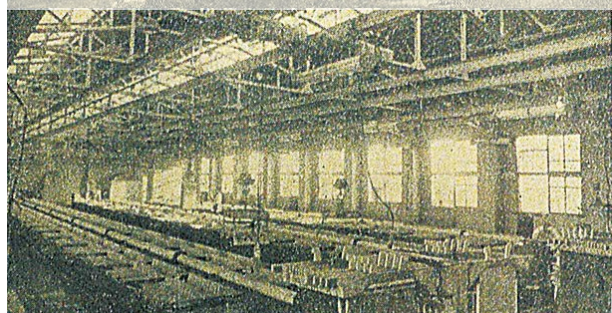
año 1953 equipada con los hornos fluidizados más modernos procedentes de los EE. UU. Ken Nagano, ingeniero del Instituto de Investigación Minera de Japón y antiguo presidente de Mitsubishi Materials, fue el encargado de poner a prueba estos hornos fluidizados. Diez años después, la aplicación de esta técnica a la producción de cemento en la planta de Higashiya dio lugar a la primera operación exitosa con un precalentador en suspensión en Japón. El inicio de las operaciones únicamente fue posible gracias al esfuerzo de las personas que se desplazaron a Akita desde Naoshima, Hosokura y Osarizawa. Todos esperaban que esta nueva refinería sirviese como símbolo de la reconstrucción de la posguerra. Con una producción inicial de 560 toneladas de zinc, el volumen de la planta pronto comenzó a aumentar. En marzo de 1973, la producción de zinc electrolítico alcanzó las 8.000 toneladas mensuales, lo que sirvió de aliciente para que la



Ceremonia de colocación de la primera piedra de la Fundición y refinería de Akita (1952).



Imagen de la Fundición y refinería de Akita en el momento de su puesta en servicio (en el círculo superior se muestra al Sr. Nakayama, el primer director de la Fundición y refinería de Akita).



Fábrica de electrólisis dotada de equipos modernos.



Arco con el eslogan de Akita: «Siempre listos para el desafío» (1979).



Ceremonia de inauguración de la Fundición y refinería de Akita (1954).



Zinc electrolítico.



Vista de la Fundición y refinería de Akita (década de los setenta).



Título del primer boletín de la planta.



Japan New Metals Co. Ltd. en la actualidad. Planta de Akita (2016).



El primer edificio minero se remodeló para su uso como la Planta de Akita de Japan New Metals Co. Ltd.



Interior de la Planta de Akita de Japan New Metals Co. Ltd.



Empleados de la Planta de Akita de Japan New Metals Co. Ltd.



Polvo de carburo de wolframio.



Residuos para su reciclaje.

empresa cumpliera con su objetivo de producir 10.000 toneladas mensuales y convertirse en la principal refinera de zinc del mundo.

El ocaso de Akita

La crisis del petróleo de diciembre de 1973 provocó que la economía japonesa se contrajese hasta niveles mínimos. Además, el aumento de los costes eléctricos y el estancamiento de los precios de los metales sumieron a la empresa en una profunda crisis económica. A pesar de los esfuerzos de los empleados por ahorrar energía y optimizar los sistemas, así como de la colaboración entre la plantilla y la dirección para mejorar la infraestructura empresarial, la prolongada crisis económica y la valorización repentina del yen japonés en el año 1990 obligaron a la empresa a suspender la producción de zinc en 1996. Tras el cese de las operaciones, la planta se demolió y se apostó por las actividades medioambientales. En respuesta a una solicitud de la ciudad de Akita, el emplazamiento comenzó a ser utilizado

por empresas del Grupo Mitsubishi Materials [Mitsubishi Materials Electronic Chemicals Co. Ltd., Materials Eco-Refining Co. Ltd., Japan New Metals Co. Ltd., Diaplaza Co. Ltd., SUMCO Corporation y Japan Super Quartz (JSQ)].

Ampliación futura como planta de reciclaje de materias primas para la fabricación de metal duro

Una de las nuevas instalaciones que se construyeron en este emplazamiento fue la Planta de Akita de Japan New Metals, especializada en la fabricación de polvo de carburo de wolframio, una materia prima que se emplea en la fabricación de las herramientas de corte de Mitsubishi Materials. La Planta de Akita se ocupa del ciclo completo de producción de polvo de carburo de wolframio. Con el objetivo de garantizar un suministro estable de productos de alta calidad con independencia de los cambios en la disponibilidad de las materias primas, los materiales de desecho que contienen wolframio —como, por ejemplo, las herramientas de metal duro— se recogen para

su reciclaje. Alrededor del 99 % del wolframio que contienen estos residuos se consigue reciclar correctamente, una contribución que supone un avance significativo hacia la consecución de los objetivos, principalmente, en términos de materialización de una sociedad basada en el reciclaje. Por otra parte, los conocimientos técnicos acumulados a lo largo de muchos años también permiten el tratamiento del agua procedente de la planta ubicada en el edificio que todavía se conserva de la Fundición y refinera de Akita. Las instalaciones de reciclaje se ampliarán con la esperanza de contribuir todavía más a la revitalización de la región.





La historia de unos artesanos

Vol. 4

Hiroki Sugaya:
Desarrollo de Herramientas
(responsable de proyectos),
se incorporó en 2010

Kenji Sugawara:
Desarrollo de Herramientas,
se incorporó en 1989

Osamu Ichinoseki:
Desarrollo de Herramientas,
se incorporó en 1975

Tomoyuki Masuno:
Desarrollo de Materiales y
Recubrimientos,
se incorporó en 2000

Placas diseñadas para el torneado de materiales difíciles de cortar: **SERIE MP/MT9000**

Reducción del desgaste periférico durante el mecanizado de superaleaciones

La demanda de materiales difíciles de cortar no ha dejado de crecer en la industria. De ahí la importancia de desarrollar los productos estándar más adecuados que permitan su uso en una amplia variedad de aplicaciones con materiales difíciles de cortar. Entrevistamos a los cuatro miembros del Departamento de Desarrollo de Herramientas para interesarnos por su experiencia en el diseño de placas para este tipo de materiales.



Placas diseñadas para el torneado de materiales difíciles de cortar: serie MP/MT9000

P: ¿Podría poner a nuestros lectores en antecedentes?

Sugaya: La necesidad de utilizar materiales difíciles de cortar no ha dejado de crecer en distintos sectores industriales como, por ejemplo, el de la aeronáutica, automoción o médico. Con el objetivo de responder a esta demanda, iniciamos un proyecto de desarrollo de productos orientado al mecanizado de materiales difíciles de cortar. Si bien existe una vasta variedad de productos y piezas que se fabrican con estos materiales, el rendimiento de las herramientas que exige cada uno difiere enormemente. Queríamos desarrollar una herramienta estándar que pudiese aplicarse en un amplio campo de condiciones. El primer paso fue determinar las prioridades junto con el personal del Departamento de Ventas, quienes conocen a la perfección las necesidades de los clientes, y el personal del Departamento de Desarrollo de Materiales. A partir de estas conversaciones, optamos por seleccionar la industria aeronáutica como objetivo e iniciamos el desarrollo de placas optimizadas para el mecanizado de titanio y superaleaciones.

P: ¿Qué desafíos debieron afrontar durante el proceso de desarrollo?

Sugaya: El mecanismo que provoca daños en los filos de corte durante el mecanizado de materiales difíciles de cortar como el titanio y las superaleaciones difiere bastante del mecanismo que provoca daños en los metales generales como la fundición y el acero. Nosotros nos centramos en reducir el desgaste periférico y en aumentar la vida útil de la herramienta.

Sugawara: En primer lugar, analizamos en profundidad las herramientas existentes. Los daños originados durante el mecanizado dependen de ligeras diferencias en las condiciones, algo que dificulta enormemente la evaluación del rendimiento. Por tanto, durante la fase de experimentación, empleamos el máximo número de muestras posible y basamos nuestro análisis de cada muestra en un número mayor de criterios de lo que suele ser habitual. Durante este análisis, descubrimos que los ángulos de incidencia y los tamaños de rectificado eran los elementos más importantes para la reducción de los daños.

Sugaya: El prototipo con un ángulo de incidencia mayor y un tamaño de rectificado menor permitía reducir los daños durante el mecanizado inicial. Sin embargo, la vida útil de la herramienta durante el mecanizado de superaleaciones era muy difícil de predecir con exactitud debido a la complicada naturaleza del grupo de materiales de las superaleaciones termorresistentes. Esto implicaba un ajuste de los parámetros de cada aplicación para poder obtener un resultado óptimo. Descubrimos que un punto clave para prolongar la vida útil de la herramienta en una

amplia gama de aplicaciones con superaleaciones era reducir al máximo el desgaste periférico. Fue entonces cuando empezamos a experimentar con la mejor geometría de los filos de corte para abarcar el máximo número de aplicaciones.

Ichinoseki: Se trataba de un proceso de prueba y error. Gracias a que antes de iniciar el desarrollo ya habíamos abordado en profundidad el tema de los ángulos de incidencia y los tamaños de rectificado, a diferencia de otros proyectos de desarrollo anteriores, en este pudimos dedicar una gran cantidad de tiempo y esfuerzo a la fabricación de prototipos, la medición de las geometrías, la evaluación del mecanizado y el análisis de los datos. Cuando fabricábamos un prototipo, realizábamos pruebas durante tres días. Si bien los ordenadores nos ayudaron a mejorar la eficacia del desarrollo, la repetitividad necesaria para garantizar la exactitud exigía grandes dosis de persistencia y paciencia. Sin embargo, todo nuestro esfuerzo mereció la pena y nos permitió encontrar el ángulo de incidencia y el tamaño de rectificado más adecuados para cada producto.

Sugaya: Durante la fase de prueba y error, diseñamos tres tipos de rompevirutas para responder a las necesidades del mercado. Se trata de una nueva serie que lanzamos en 2013. El rompevirutas LS, que ofrece un ángulo de incidencia de 20 grados y un excelente control de las virutas; el rompevirutas MS, que ofrece un ángulo de incidencia de 15 grados y evita el desgaste periférico, y el rompevirutas RS, que ofrece un ángulo de incidencia de 10 grados y evita el astillamiento, están ahora disponibles para su uso en distintas aplicaciones. Estos productos, muy valorados por su afilado, abarcan una amplia variedad de aplicaciones más allá del mecanizado de superaleaciones, lo que les ha valido su reputación como herramientas versátiles. Estamos encantados de que nuestros productos hayan cosechado esa inmensa aceptación.

Masuno: Hemos aumentado significativamente el contenido de aluminio de la fórmula [Al,Ti]N para conferirle un mayor grado de estabilización de la dureza, lo que nos permitió lograr una mejora significativa de la resistencia a la abrasión y al fundido de las virutas. Conseguimos mejorar el rendimiento en más de un 25 % con respecto a los productos existentes y, en combinación con la geometría de filo de corte óptima, el rendimiento global de las placas para materiales difíciles de cortar aumentó todavía más.

P: ¿Cuál fue su prioridad durante el desarrollo?

Ichinoseki: Como desarrolladores, fuimos especialmente cuidadosos con el diseño. La búsqueda de funcionalidad en la rotura de virutas dio lugar a un diseño final con forma de ala delta. Esto nos ayudó a potenciar la apariencia de cada producto para ofrecer una mayor percepción de alto rendimiento como placa para superaleaciones.

Sugawara: Existen muchos tipos diferentes de placas ISO para aplicaciones de torneado. Al mismo tiempo que manteníamos el rendimiento básico del prototipo, también decidimos ofrecer una amplia variedad de geometrías que combinasen distintos tamaños, separaciones y radios angulares. Para evitar cualquier retraso en el lanzamiento del producto, también trabajamos para crear un sistema que nos permitiese completar nuestro proceso de diseño en un tercio del tiempo que habíamos necesitado para los productos existentes.

Sugaya: La principal ventaja de juntar a cuatro personas de distintas edades y niveles de experiencia es que pudimos combinar nuestros conocimientos técnicos individuales. El Sr. Ichinoseki puso la experiencia que ha acumulado a lo largo de su dilatada carrera al servicio del importante manual de diseño que utilizamos, cuya lectura recomiendo a todos los jóvenes diseñadores. Mi ilusión es seguir empapándome de la tecnología desarrollada por unas personas con tanta experiencia para poder transmitírsela a la generación futura.

Ichinoseki: Desde mi punto de vista, la alegría y la actitud positiva de nuestro jefe de equipo, que por cierto es el más joven de los cuatro, facilitó el trabajo de todos y ayudó infinitamente al desarrollo de estos productos.

P: ¿Les gustaría enviar un mensaje a sus clientes?

Ichinoseki: Aunque actualmente solo comercializamos placas de tipo negativo, estamos planeando el lanzamiento de una gama de placas positivas. Tras la introducción de estos productos en el mercado, descubrimos que tanto los propios productos como la tecnología empleada para su desarrollo podrían aplicarse al mecanizado de piezas pequeñas. Por tanto, también continuaremos con el desarrollo de tamaños más pequeños.

Sugaya: Aunque la serie se ha diseñado específicamente para materiales difíciles de cortar, también puede utilizarse para acero inoxidable y algunos tipos de acero más. Espero que los clientes sepan sacar provecho a su versatilidad. Nuestra intención es ampliar esta tecnología a una selección mayor de geometrías para mejorar el uso en un espectro de sectores más extenso.

Sugawara: También hemos aplicado nuevas ideas para garantizar la eficacia. Los conocimientos técnicos que hemos adquirido en este proyecto nos resultarán de utilidad en desarrollos futuros, por lo que estoy muy contento de saber que podremos ofrecer estos productos a nuestros clientes con tanta rapidez.

Masuno: Seguiremos desarrollando nuevos materiales y tecnologías para ofrecer productos de calidad y prestaciones elevadas.

ARCHIVO TECNOLÓGICO



Evolución de la tecnología aplicada a los metales duros

Historia de los cambios en el incesante avance de los metales duros

Cuando el uso de las herramientas de metal duro comenzó a generalizarse por todo el mundo en 1989, Mitsubishi Materials lanzó el material TF15, un metal duro para fresas integrales en el que ha confiado una gran cantidad de fabricantes. Desde entonces, Mitsubishi Materials ha seguido realizando innovaciones técnicas para minimizar el tamaño de la herramienta, lo que le ha permitido conseguir innovaciones como, por ejemplo, las brocas con un diámetro increíblemente reducido. En este reportaje, repasaremos la historia del metal duro superfino para herramientas integrales.

PRIMER PLANO

El metal duro es una aleación de carburo de wolframio (WC) y cobalto (Co). El WC es el componente principal, mientras que el cobalto funciona como adhesivo. Normalmente, las partículas de WC se hacen más pequeñas y el material se vuelve más duro. Cuanto mayor es la proporción de cobalto, menor es el nivel de dureza. El metal duro es un material resistente, pero frágil; por eso, es importante tener en cuenta el equilibrio entre dureza y tenacidad en

función del uso previsto. La fabricación de metal duro comienza con el reciclaje del mineral de wolframio. A esto le siguen los procesos de carbonización, prensado y sinterizado. Mitsubishi Materials ofrece productos con prestaciones uniformemente estables mediante un proceso integrado que cubre desde

el diseño del material, hasta su fabricación y la gestión de la producción. Además, la empresa puede reflejar la intención de diseño del material de vuelta en las materias primas, una característica que amplía la flexibilidad del desarrollo y permite crear nuevos productos que se convertirán en líderes del mercado.

Procesos de fabricación de materiales de metal duro



Parte

1

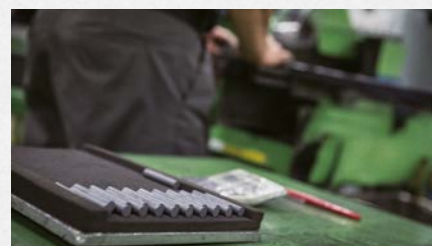
1989 ~

Lanzamiento calidad TF15: un material todoterreno para una tenacidad extraordinaria

A principios de la década de los ochenta, el componente principal de las fresas integrales eran los materiales de acero de corte rápido. Este periodo coincidió con el desarrollo todavía en ciernes de las fresas de metal duro, lo que provocó que su fabricación únicamente constituyese un 5 % de las 700.000 fresas mensuales de producción nacional. Por aquella época, se utilizaba el primer metal duro superfino de Mitsubishi Materials, la serie UF20/UF30. Esta serie, que se había seleccionado por su resistencia para evitar las roturas durante el procesamiento de materiales de acero de corte rápido, resultó ser inadecuada para las aleaciones con un alto contenido en cobalto. La resistencia a la abrasión debía mejorarse para permitir un uso práctico generalizado de las fresas de metal duro. Todos los fabricantes de materiales de metal duro se embarcaron en una competición para el desarrollo de nuevas aleaciones de metal duro con partículas superfinas. A finales de la década de los ochenta, la inmensa mayoría de los fabricantes ya habían decidido qué componentes básicos emplearían para la fabricación de sus fresas. Mitsubishi Materials buscaba la

versatilidad necesaria para dar respuesta a una amplia variedad de aplicaciones de corte y, por eso, se decantó por un diseño de material que garantizase la tenacidad y no la dureza del filo de corte. Mitsubishi Materials también utilizó el polvo de carburo de wolframio con partículas superfinas que había desarrollado conjuntamente con una de las empresas de su grupo, Japan New Metals Co. Ltd., y en 1989 lanzó la calidad TF15, una robusta aleación de metal duro que ofrecía un excepcional equilibrio entre dureza y tenacidad. Además de utilizarla en sus propios productos, Mitsubishi Materials comercializó la calidad TF15 entre otros fabricantes de fresas para fomentar el uso del metal duro y, de esta forma, ampliar el mercado. Huelga decir que la TF15 cosechó una excepcional acogida entre los fabricantes japoneses. Durante más de un cuarto de siglo, el uso de la calidad TF15 en otros productos distintos de las fresas —por ejemplo, en las brocas integrales de la serie WSTAR o en las placas para uso general VP15TF con recubrimiento Miracle— no ha dejado de crecer hasta convertirse en uno de los principales productos del negocio de los metales duros. Además, la calidad TF15 se utiliza

como material principal para las fresas de metal duro actuales, un claro indicativo sin duda de que el diseño original del material TF15 era excelente. Mitsubishi Materials se siente orgulloso de que los clientes valoren el diseño de material y la calidad de sus productos o, en otras palabras, que valoren la calidad de la tecnología de fabricación que le permite ofrecer productos estables de gran rendimiento.



ARCHIVO TECNOLÓGICO

Parte

2

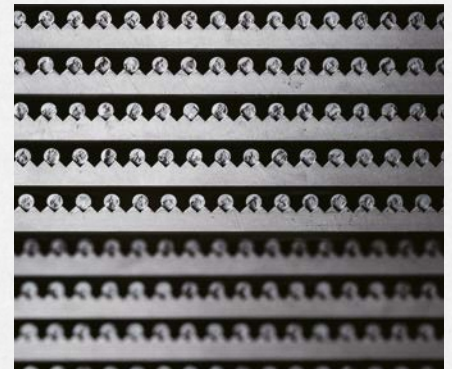
1989 ~

La calidad MF10 se lanzó casi al mismo tiempo que la calidad TF15 para dar respuesta al mercado en expansión de las brocas en utilizadas para realizar agujeros en placas de circuito impreso. Las fresas de metal duro poseen unas características diferentes de las fresas estándar y, de hecho, la rigidez y la dureza de las primeras resultaban idóneas para esta aplicación. La condición fundamental que se les exige a las herramientas empleadas para perforar las costosas placas de circuito es que sean robustas y que no se rompan fácilmente. Además, la precisión de los agujeros producidos debe ser exacta. Mitsubishi Materials lanzó la herramienta de diámetro estándar HTi10 y las herramientas de diámetro reducido UF20. Sin embargo, ni la resistencia de la HTi10 ni la rigidez de la UF20 demostraron ser adecuadas para las exigencias de las placas de circuito. Se necesitaban materiales lo suficientemente robustos una vez integrados. Mitsubishi Materials se centró entonces en reducir al mínimo los defectos, objetivo original del desarrollo de aleaciones de metal duro, puesto que la resistencia de las quebradizas aleaciones

MF10, el estándar de metal duro con partículas superfinas que mejora significativamente la resistencia de las herramientas

de metal duro puede verse afectada incluso por el defecto interno más insignificante. Dado que las aleaciones de metal duro se fabricaban utilizando el método pulvimetalúrgico, la existencia de microporos era imposible de evitar a pesar de que se prestase el máximo cuidado durante el proceso de fabricación. La resolución de este problema exigía una mejora significativa de la tecnología de sinterizado. Además, incluso aunque se consiguiese evitar tales defectos, resultaba muy complicado reducir la variabilidad en la resistencia si los componentes incluían partes irregulares. Para abordar este contratiempo, Mitsubishi Materials trabajó mano a mano con Japan New Metals Co. Ltd. en el desarrollo de un polvo de carburo de wolframio con partículas superfinas que ofreciese una distribución de partículas de menor tamaño que el polvo de carburo de wolframio estándar. Al mismo tiempo, Mitsubishi Materials también logró mejorar su tecnología de sinterizado para la reducción al mínimo de los microporos.

El resultado fue una calidad MF10 robusta y rígida que ha conseguido hacerse un hueco estable en el mercado de las brocas en miniatura de pequeño tamaño. Además, su excelente rendimiento para el mecanizado de aceros ultraduros resolvió el punto débil de la calidad TF15 y, desde entonces, la MF10 se ha venido utilizando para los aceros ultraduros y la TF15 para los usos generales.



Parte

3

1999 ~

Hacia finales de la década de los noventa, el aumento en el uso de dispositivos electrónicos favoreció el incremento de la demanda de brocas con diámetros estándar con respecto a la calidad MF10 con diámetros reducidos. Al mismo tiempo, las placas de circuito también se endurecieron extraordinariamente e hicieron necesaria la mejora de la calidad HTi10. A pesar de que la tendencia en términos de materiales de fabricación de las brocas en miniatura era el uso de partículas superfinas,

SF10, estándar mundial para brocas en miniatura con diámetros estándares

Mitsubishi Materials decidió apostar por un diseño de material más rugoso para el desarrollo de la calidad SF10. Esto permitió alcanzar una resistencia estable con la tecnología de fabricación descubierta durante el proceso de desarrollo de la calidad MF10, además de reducir el microastillamiento provocado por las capas de relleno de la placa de circuito. Además de Mitsubishi Materials, existen muchos otros fabricantes de brocas en miniatura que han venido utilizando la calidad SF10

de diámetro estándar, que continúa empleándose a día de hoy como material principal.



HISTORIA

Evolución de los materiales de metal duro

1970 Lanzamiento de las aleaciones de UF

1989 Lanzamiento de la aleación TF15 de metal duro resistente.

Lanzamiento de la aleación de metal duro con partículas superfinas MF10.

1999 Lanzamiento del material SF10 para brocas de diámetros pequeños estándares.

2004 Comercialización del metal duro con partículas superfinas Impact Miracle para el mecanizado de aceros de alta resistencia como proyecto conjunto con Mitsubishi Materials Kobe Tools Corporation (en la actualidad, la planta de Akashi).

2009 Placa MP8010 de metal duro con PVD para el mecanizado de acero de alta resistencia con la tecnología de materiales Impact Miracle.

2012 Comercialización de materiales empleados para brocas pequeñas con diámetros extremadamente pequeños (menos de $\varnothing 0,15$). Mejora significativa de la tecnología de fabricación de materiales junto con el desarrollo de brocas en miniatura de materiales compuestos.



ARCHIVO TECNOLÓGICO

Parte

4

2000 ~

En el año 2000, el Departamento de Herramientas de Kobelco (actualmente, la planta de Akashi) se integró dentro del Grupo Mitsubishi Materials como Mitsubishi Materials Kobe Tools Corporation. Puesto que su punto fuerte eran las fresas para el mecanizado de aceros de gran dureza, con el objetivo de hacer uso de las fuerzas sinérgicas y otras ventajas de la tecnología de materiales de Mitsubishi Materials, se decidió poner en marcha un innovador proyecto conjunto para la mejora de las fresas. Kobelco utilizaba por aquel entonces la calidad KRZX8, un metal duro con partículas superfinas equivalente a la calidad MF10 de Mitsubishi Materials. Fue necesario mejorar la dureza del material para dar una respuesta a los aceros para matrices de clase HRC60. Además, también era

Impact Miracle: material de excepcional dureza desarrollado en colaboración con Mitsubishi Materials Kobe Tools Corporation

preciso garantizar la tenacidad del filo de corte para su uso en las fresas. Otro de los desafíos era el de reducir a la mitad el tamaño de las partículas de metal duro y, para conseguirlo, Mitsubishi Materials debía reducir también a la mitad el tamaño de las partículas de polvo de carburo de wolframio, así como disminuir la distribución del tamaño de las partículas. Dado que en el mercado no existía ningún polvo de carburo de wolframio que satisficiera estas necesidades, Mitsubishi Materials decidió colaborar con Japan New Metals en el desarrollo conjunto

de un polvo de carburo de wolframio con partículas

superfinas y un tamaño medio de partícula de 0,1 μm . Este nuevo polvo demostró un aumento significativo de la dureza con respecto a la calidad MF10, así como una tenacidad equivalente a la de la calidad MF10. Este mismo polvo se empleó como material principal para la fabricación de la serie Impact Miracle lanzada en el año 2005.



Parte

5

2012 ~

El desarrollo actual de brocas en miniatura sigue un enfoque doble: mientras que las brocas de diámetro estándar se han generalizado, los tamaños de las brocas de diámetro pequeño se han reducido. Así, Mitsubishi Materials fabrica ahora brocas con diámetros por debajo de 0,15 mm. Los centros de las brocas con diámetros extremadamente pequeños únicamente miden unos cuantos μm . Por tanto, resulta imposible introducir más de 100 partículas de WC para su conversión a la calidad MF10. El principal problema para ello es la tecnología de fabricación en cadena. La producción se torna cada vez más difícil cuando las partículas de WC presentan un tamaño de tan solo 0,1 μm . Las partículas más pequeñas coagulan fácilmente y su reactividad aumenta, lo que interfiere en la uniformidad de la aleación. Por otra parte, las influencias indirectas sobre los materiales de las brocas en miniatura también supusieron un problema. El importante

Desarrollo del metal duro con partículas superfinas de última generación

incremento en el precio del WC a principios del siglo XXI dio pie al abandono de las brocas integrales fabricadas con metal duro para la adopción de brocas de materiales compuestos fabricadas con mango de acero y filos de corte de metal duro. Ya a finales de la primera década del siglo XXI, casi todas las brocas que se fabricaban incorporaban materiales compuestos, a excepción de las brocas con diámetros de mango de 2 mm. Esto aceleró la producción de brocas más largas con diámetros más pequeños y, por ende, la dificultad de la fabricación de brocas también aumentó. Como resultado, Mitsubishi Materials se vio obligado a mejorar significativamente la tecnología que utilizaba en todos sus procesos, es decir, el de mezcla, extrusión y sinterizado. Los nuevos materiales que se desarrollaron a partir de esta mejora técnica fueron adoptados



por algunos fabricantes en el año 2012, si bien todavía quedaba mucho trabajo por hacer para aumentar la popularidad de los materiales de broca de Mitsubishi Materials.

Retrospectiva del desarrollo de materiales de metal duro en el último cuarto de siglo

Al analizar la historia del desarrollo de productos de Mitsubishi Materials, salta a la vista que su fortaleza radica en su capacidad para fabricar materiales a partir de materias primas. Nuestros productos son el resultado del desarrollo de materias primas de base que reflejan el diseño de materiales. Además, no es menos cierto que la popularidad de los productos de metal duro de Mitsubishi Materials reside

en que ofrecen una calidad siempre estable. Y una fiabilidad excepcional no solo requiere una estricta gestión de calidad en el diseño de materiales, sino también en la creación de las materias primas de base y en la fabricación de un producto de gran precisión. Los componentes de base son el pilar de todo aquello que se produce, por lo que no puede ocultar defectos ni errores. Sin embargo, es ahí donde reside el



verdadero encanto del desarrollo de materiales de metal duro. Al utilizar su fortaleza acumulada, Mitsubishi Materials sigue intentando sacar el máximo partido al potencial del metal duro.

Quiénes somos

Mitsubishi Valencia
Education Centre

«Apostamos por la personalización de la formación y la aproximación al cliente para simplificar el intercambio de conocimiento».

Stephan Hulverscheidt
Director del M-VEC

M-VEC, un centro donde la formación se ajusta a la rapidez de la industria y mantiene su vigencia en un mundo cambiante

Un centro formativo en Europa que complementa la oferta tecnológica de Mitsubishi Materials con conocimientos sobre fabricación de vanguardia.

Combinación de teoría y práctica

Mitsubishi Valencia Education Centre (M-VEC) abrió sus puertas en el año 2008. Su principal objetivo es identificar los campos técnicos de interés más importantes y satisfacer las necesidades formativas de distribuidores, empleados y clientes de toda Europa. El centro está estratégicamente ubicado en Valencia, a pocos metros a pie de la fábrica de Mitsubishi Materials, donde se fabrican tanto herramientas de metal duro como placas con y sin recubrimiento destinadas al mercado europeo. Actualmente, el centro ofrece diferentes servicios como, por ejemplo, la realización de pruebas de aplicación para I+D, la provisión de asistencia técnica y el asesoramiento a clientes, a la vez que mantiene su eminente carácter formativo.

M-VEC está formado por una moderna sala de máquinas, dos salas de formación totalmente equipadas —con capacidad para acoger a grupos formativos de mediano tamaño (hasta 36 personas)— y una sala de herramientas. Estas instalaciones garantizan la capacidad para responder a una amplia variedad de exigencias a través de la combinación de los fundamentos teóricos de los procesos de mecanizado con un conocimiento en profundidad de las aplicaciones. Los programas formativos se desarrollan durante todo el año con sesiones diseñadas para satisfacer las exigencias individuales y hacer especial hincapié en la profunda relación que existe entre teoría y práctica.

«La primera vez que presentamos la idea del M-VEC, el principal desafío fue el de

lograr que el edificio resultase funcional y, al mismo tiempo, coherente con nuestros planes de desarrollo sostenible. En un esfuerzo por diferenciarlo de los centros de la competencia y potenciar al máximo la eficacia de la formación, decidimos apostar por una formación a medida y una mayor aproximación al cliente a través de la optimización de los materiales y los recursos formativos, así como por el fomento de la eficacia del aprendizaje con grupos de visitantes de un tamaño razonable. Este enfoque nos permite organizar charlas técnicas de excepcional calidad, puesto que la mayoría de los participantes en las formaciones ya son especialistas en sus respectivos campos de aplicación, lo que simplifica el intercambio de conocimientos», afirma Stephan Hulverscheidt, director del centro.

El diseño y el contenido actual del programa formativo reflejan los cambios en las tecnologías de mecanizado, las tendencias emergentes en el ámbito de las herramientas de corte y las innovaciones en la industria metalúrgica. En el M-VEC se realizan demostraciones formativas con las nuevas herramientas, geometrías y tecnologías de recubrimiento seleccionadas antes de su puesta en servicio oficial, que también se modifican según las necesidades del cliente.

Opinión de los empleados del M-VEC acerca de las necesidades formativas de los clientes

Eddi Melero y Germán Cabot (con una antigüedad de siete y tres años, respectivamente) son los operadores del centro de mecanizado. «Todos los años damos la bienvenida a participantes



de toda Europa que desean conocer las últimas tecnologías de mecanizado y obtener más información acerca del rendimiento de nuestras herramientas. También impartimos sesiones formativas a estudiantes de la Universidad Politécnica de Valencia, si bien nuestro objetivo principal es formar y asesorar a nuestros clientes y distribuidores europeos», declara Eddi. «En ocasiones, realizamos distintas pruebas para los clientes con el objetivo de demostrar las prestaciones de nuestras herramientas. Este fue el caso, por ejemplo, cuando buscábamos una solución satisfactoria para el mecanizado de agujeros de precisión en acero endurecido utilizando brocas de metal duro», prosigue Eddi.

«En aquella ocasión, el cliente, un fabricante de piezas de plástico, había solicitado la perforación de agujeros con un diámetro de 1 a 3 mm y una profundidad de hasta 30 veces el diámetro en unos pivotes eyectores. Durante el proceso de moldeado, el material líquido caliente se soplaba en el interior del molde y, tras un breve período de enfriamiento, la herramienta de moldeado se abría y los pivotes expulsores empujaban la pieza acabada hacia fuera. Los agujeros de estos pivotes exigían una precisión extrema en términos de redondez, diámetro, rectitud, tolerancia de posición y acabado uniforme de la superficie. El proceso comenzó cuando el Departamento de I+D suministró un prototipo de brocas especialmente diseñadas para esta aplicación y, a continuación, nosotros debíamos investigar qué tipo era el más adecuado, así como cuáles eran las mejores condiciones de corte. Tras nuestra

investigación inicial, las pruebas finales se realizaron con éxito en la planta de producción del cliente. En la actualidad, el cliente utiliza estas brocas de manera intensiva para esta aplicación y ha podido aumentar tanto la productividad como la calidad de los productos acabados. Los resultados fueron tan satisfactorios que se decidió incluir esta broca en nuestra gama de productos estándar», explica Eddie.

«El valor más importante de nuestro centro es que todas las oficinas europeas de MMC tienen a su disposición las instalaciones y pueden adaptar los temas de las formaciones en función de sus necesidades específicas. Los formadores autorizados de MMC modifican los materiales formativos y nosotros satisfacemos sus requisitos concretos para ofrecer la asistencia técnica necesaria», confirma Germán.

«Nos esforzamos por mejorar continuamente nuestra formación en lo referente a calidad, relevancia y utilidad. Además, el intercambio de información relacionada con el mercado y los avances tecnológicos con otros centros técnicos de Mitsubishi Materials en todo el mundo (Japón, EE.UU., Tailandia y China) es constante e intentamos no perder detalle del entorno mundial de la alta tecnología actual. El proyecto M-VEC ha cosechado un éxito rotundo y, por eso, merece ampliarse y enriquecerse en los próximos años», concluye Stephan.

«Damos la bienvenida a participantes de toda Europa para formarles acerca de las últimas tecnologías de mecanizado».

Germán Cabot (izquierda) y Eddie Melero (derecha) Operadores de mecanizado del M-VEC



Servicios y soluciones del Centro de Ingeniería de Valencia (España)

1 FORMACIÓN



2 DEMOSTRACIÓN



3 ENCUENTRO



AL FILO DE LO IMPOSIBLE

Vol. 3



Rotura de virutas con vibraciones de baja frecuencia

Revolución en el control de las virutas

Colaboración: Citizen Machinery Co. Ltd.

El control de las virutas es uno de los problemas que se deben afrontar al utilizar las máquinas compactas de torneado automático empleadas para la fabricación de piezas de automoción y el mecanizado de precisión de piezas pequeñas para la industria de los equipos médicos y los componentes para el tratamiento de la osteoartritis. Si las virutas no se generan o no se tratan correctamente, podrían enmarañarse y reducir la vida útil de la herramienta, dañar las superficies del producto e, incluso, averiar la máquina.

En otras palabras, el control de las virutas es un factor primordial para mejorar la vida útil de la herramienta, favorecer una calidad estable y optimizar las velocidades de funcionamiento de la máquina. Por su parte, el uso de placas con rompevirutas apropiados y la aplicación de refrigerantes a alta presión capaces de romper directamente las virutas permiten optimizar la eficacia del mecanizado. Citizen Machinery apostó por un abordaje totalmente nuevo para el control de las virutas mediante una tecnología de corte con vibraciones

de baja frecuencia. En otoño de 2013, Citizen Machinery acaparó todas las miradas nacionales e internacionales al presentar una máquina que incorporaba esta tecnología. Yoshimitsu Oita, de la División de Ventas de Mitsubishi Materials, y Akira Sato, de la División de Desarrollo de Materiales de Mitsubishi Materials, visitaron a Takaichi Nakaya y a Kazuhiko Sannomiya, de la División de Maquinaria de Citizen Machinery, para entrevistarles acerca del concepto y el futuro de la tecnología de corte con vibraciones de baja frecuencia.

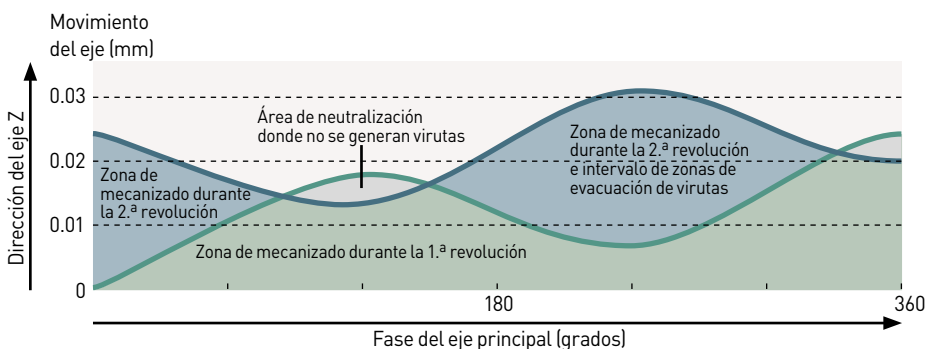
Corte con vibraciones de baja frecuencia (LFV)*

La exclusiva tecnología de control de Citizen Machinery sincroniza las vibraciones del servoeje con las revoluciones del eje principal. La tecnología LFV rompe las virutas en partes pequeñas y las evacua

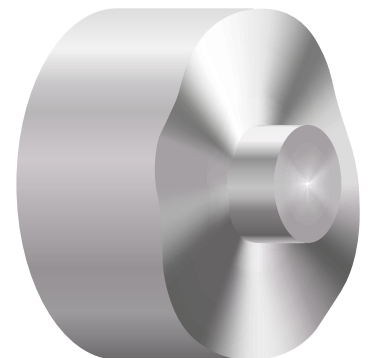
durante el funcionamiento. Este enfoque soluciona todos los problemas derivados del enmarañamiento de las virutas durante el mecanizado de materiales difíciles de cortar y el taladrado de agujeros profundos.

La LFV es la tecnología de mecanizado más avanzada y ofrece la ventaja de que se puede aplicar a una amplia variedad de materiales de corte y geometrías.

- La dirección de movimiento del eje Z se sincroniza con las revoluciones del eje principal y la onda de vibraciones de baja frecuencia.



- Imagen del corte



* El corte con vibraciones a baja frecuencia (Low frequency vibration cutting, LFV) es una marca registrada de Citizen Holdings Co. Ltd.

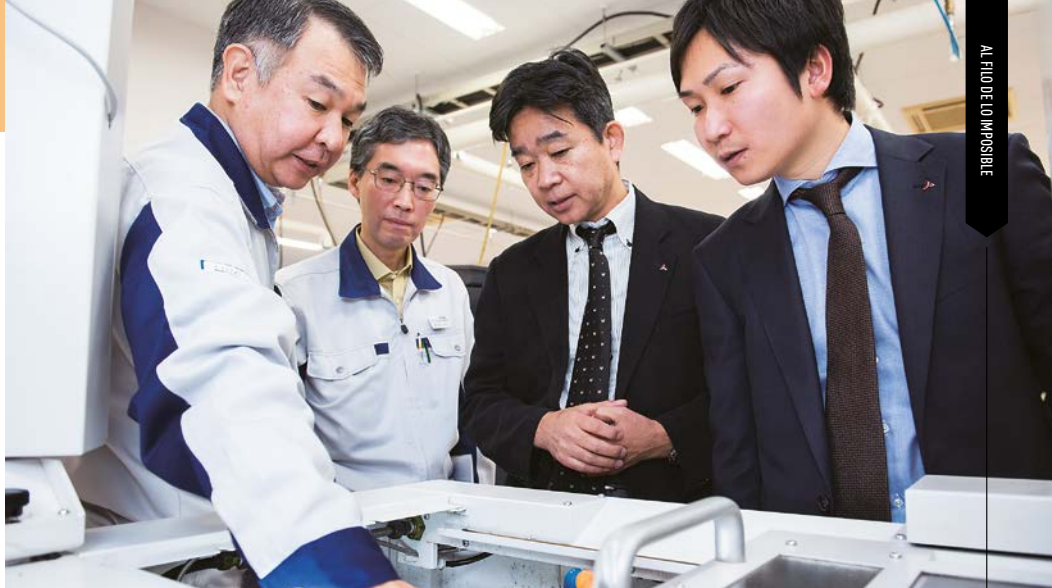
Aplicación de la neutralización para la rotura completa de las virutas

Oita (Mitsubishi Materials): El control de las virutas es un problema importante que los fabricantes de herramientas de mecanizado deben abordar y mi interés en el desarrollo de maquinaria de Citizen se centra en este problema.

Nakaya (Citizen Machinery): Todo empezó con una solicitud de un cliente y algunas propuestas relacionadas con la aplicación de la tecnología LFV. Éramos conscientes de la necesidad de controlar las virutas, por lo que nuestras conversaciones desembocaron en la idea de que la tecnología LFV podría aportar una solución, lo que nos animó a trabajar en un desarrollo conjunto.

Sato (Mitsubishi Materials): Por norma general, las máquinas herramienta no vibran, ¿verdad?

Nakaya: Por supuesto que no. Es importante que las máquinas herramienta no vibren. Cuando el cliente realizó la petición que implicaba el uso de la tecnología LFV, me pregunté si sería posible mantener la precisión del mecanizado y si la máquina sería capaz de soportar las vibraciones. Sin embargo, era consciente del potencial de la tecnología LFV,



lo que me dio la confianza que necesitaba para trabajar en este desarrollo técnico.

Sato: El principal problema de las plantas de fabricación automatizadas es el control de las virutas, mientras que el mayor problema de las virutas es el daño que causan en las herramientas. Sin embargo, también existen otros problemas imputables al control de las virutas como, por ejemplo, el acabado irregular de las superficies o la disminución de la vida útil de la herramienta.

Oita: La velocidad de funcionamiento de las máquinas es clave para la productividad (coste) durante el mecanizado de piezas de fabricación en cadena en tornos automáticos. Una vez que las virutas se enmarañan en la máquina, su flujo se modifica

y esto provoca un daño en la superficie. En el peor de los casos, se podría ocasionar la obstrucción de la máquina. Una evacuación fiable de las virutas garantiza el correcto acabado de las superficies, reduce los problemas generales durante el mecanizado y aumenta la productividad global. Estamos muy entusiasmados con el uso de la tecnología LFV, puesto que permite alcanzar unos buenos resultados.

Nakaya: Desde nuestro punto de vista, los procesos de corte que hemos desarrollado con la tecnología LFV permiten romper y evacuar las virutas mediante la neutralización durante el corte, evitan el aumento de la temperatura en el filo de corte y amplían la vida útil de la herramienta.



Taladrado de agujeros profundos con brocas de agujero de aceite. Las virutas rotas se evacúan hacia arriba a través de las hélices de la broca, lo que evita su enmarañamiento.



Virutas de la tecnología LFV



Virutas sin tecnología LFV

Érase una vez los materiales difíciles de cortar que se volvieron fáciles de cortar

En 2014, Citizen Machinery lanzó su VC03, un torno de doble eje equipado con la tecnología LFV. ¿Cuál fue el desafío más complicado del desarrollo del torno VC03?

Nakaya: En la ilustración de la parte inferior de la página 27 se muestran las principales características del torno VC03. El concepto básico de cualquier desarrollo de una máquina herramienta

es el de «cero vibraciones», por lo que al principio nos resultó muy difícil aceptar el hecho de que debíamos provocarlas. A lo que me refiero es que si la frecuencia de vibraciones LFV se correspondía con la vibración de cada componente, entonces la propia máquina vibraría y el mecanizado sería imposible. A pesar de este contrasentido, decidimos embarcarnos en el desarrollo.

La tecnología LFV permite romper por completo las virutas, reducir la resistencia de corte en condiciones específicas, disminuir la temperatura del filo de corte y aumentar la vida útil de la herramienta. Sin duda, la LFV ha demostrado ser una solución innovadora para la fabricación.

AL FILO DE LO IMPOSIBLE

Sannomiya (Citizen Machinery): Cuando una tecnología que desarrollamos permite solucionar los problemas de nuestros clientes, siento que hemos conseguido algo grande. Para nosotros, es un enorme placer comprobar que la tecnología LFV ha logrado hacer felices a nuestros clientes y que ha cosechado una fantástica acogida desde el mismo lanzamiento del producto.

¿Cuál creen que será la evolución de la fabricación en el futuro?

Nakaya: En el año 2013, Citizen Machinery se fijó como concepto empresarial el objetivo «Ko No Ryosan»* de personalización en cadena al estilo Citizen. Este concepto, que promueve una fabricación innovadora para una producción orientada al cliente, se definió para alcanzar una productividad elevada a la vez que se garantizaba el mismo nivel de eficacia tanto para la producción en cadena como para la producción de partidas pequeñas. Puesto que en las líneas de producción se procesa una amplia variedad de geometrías y materiales, esto exige un sistema de control de las virutas unificado como el de la tecnología LFV, aplicable a todos los materiales y mecanizados. Debemos proseguir



(Izquierda) Takaichi Nakaya, director adjunto del Departamento de Desarrollo y Diseño de la División de Desarrollo de Citizen Machinery Co. Ltd.
(Derecha) Kazuhiko Sannomiya, responsable de la Sección de Desarrollo de Soluciones de la División de Desarrollo de Citizen Machinery Co. Ltd.

con el desarrollo de nuevas tecnologías de mecanizado para ampliar este concepto.

Sannomiya: Soñamos con ampliar nuestra tecnología para convertir, en un futuro próximo, los materiales difíciles de cortar en fáciles de cortar. La tecnología LFV ha reducido significativamente la longitud de las virutas y ha permitido disminuir los enmarañamientos, incluso en materiales difíciles de cortar, de tal forma que las virutas se evacuan ahora fácilmente. Esta reducción en la longitud de las virutas también facilita su eliminación por parte de las empresas de reciclaje, de tal forma que son más ecológicas.

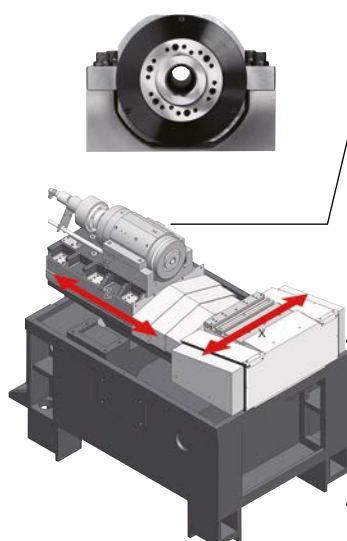
Nakaya: Estoy convencido de que la LFV revolucionará por completo el concepto de las tecnologías de mecanizado.

De hecho, el concepto LFV implica la modificación del diseño y la geometría de la herramienta, y tan pronto como los enmarañamientos de virutas se reducen a cero, la flexibilidad de diseño también aumenta. El futuro se presenta repleto de potencial. Tenemos bastantes ideas que queremos explorar y, por supuesto, los fabricantes de herramientas también participarán en este proceso de I+D.

Oita: La innovación únicamente llegará si somos capaces de debatir acerca de la geometría, el diseño y las piezas de las herramientas con los fabricantes para poder identificar la combinación ideal entre tecnología y herramientas individuales. Esto podría revolucionar las estrategias de mecanizado y las propias plantas de fabricación.

VC03: un mecanismo de gran precisión

El bastidor y el bancal del sistema de calentamiento simétrico, el cabezal de tipo ala y el tanque de refrigerante externo son tres características básicas del torno VC03 imprescindibles para evitar la conducción hacia el cuerpo de la máquina del calor de procesamiento y el desplazamiento térmico con el paso del tiempo. El motor integrado está equipado con una función de refrigeración forzada y, además, no posee correas y es resistente a las vibraciones, lo que permite alcanzar suavemente las revoluciones y una formación altamente precisa del producto. La combinación de dispositivos periféricos como, por ejemplo, un cargador mecánico de entrada/salida y un cargador de bancada prismática de alta velocidad, cuyo tiempo de servicio es de tan solo 3,5 segundos, permite su adaptación a una amplia variedad de automatizaciones de sistemas.



■ Cabezal de tipo ala

Solo la sección del ala del eje principal está conectada a la guía de deslizamiento, que permite que la parte central del manguito flote. La estructura posibilita una generación uniforme de calor y evita su conducción hacia el cabezal.

■ Sistema de calentamiento simétrico

Una base de fundición unificada con estructura simétrica permite una excelente conducción simétrica del calor. Esto suaviza el impacto de la generación de calor en la precisión del mecanizado.

■ Tanque externo

El tanque de refrigerante está instalado entre las patas de la máquina para separarlo del cuerpo con el objetivo de reducir el impacto del calor procedente del propio refrigerante y las virutas que absorben el calor de corte.



* Ko No Ryosan (personalización en cadena) es una marca registrada de Citizen Holdings Co. Ltd.



(Izquierda) Yoshimitsu Oita, director del Departamento de Planificación y Desarrollo Empresarial de la División de Ventas de Advanced Materials & Tools Company, Mitsubishi Materials Corporation. (Derecha) Akira Sato, Centro de Desarrollo de Productos de CBN/PCD y Brocas de la División de I+D de Advanced Materials & Tools Company, Mitsubishi Materials Corporation.



Máquina de corte con vibraciones de baja frecuencia VC03

Nakaya: En la fabricación de máquinas de gran tamaño, la seguridad se pone en cuestión cuando los operadores, durante la fabricación, dejan la cubierta abierta para retirar a mano las virutas. Actúan de esta forma porque quieren evitar posibles daños derivados de un enmarañamiento de las virutas, si bien este comportamiento es peligroso. La tecnología LFV ofrece un excelente control de las virutas que permite un funcionamiento automático seguro de la máquina. Por eso, seguiremos ampliando la aplicación de la tecnología LFV del torno VC03 a otras máquinas para favorecer un funcionamiento seguro en más procesos de fabricación.

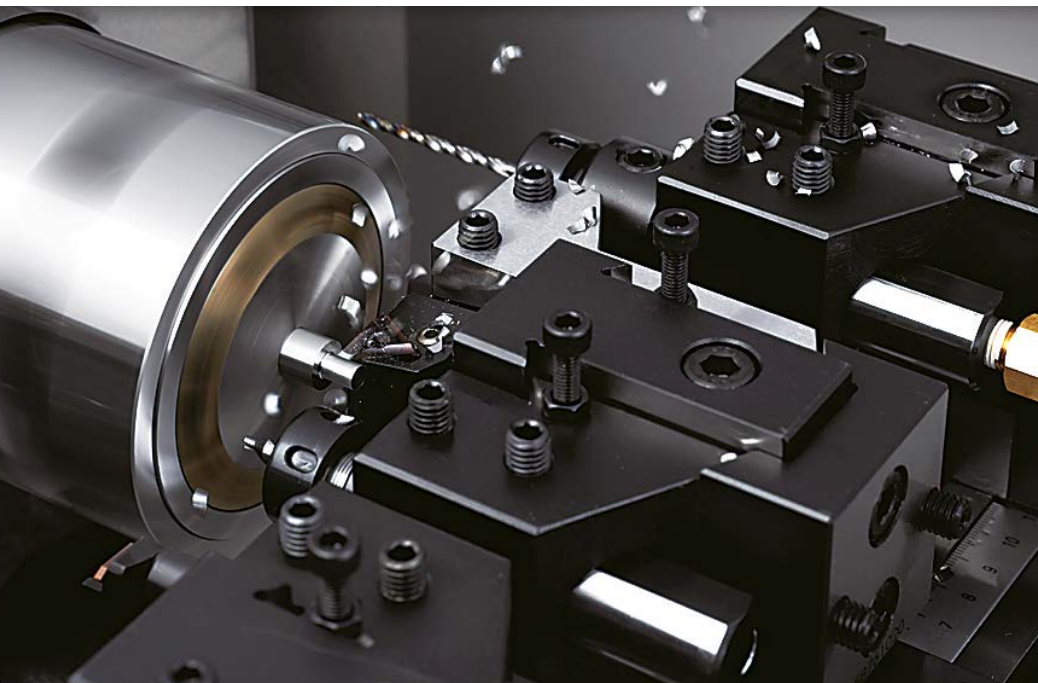
Sato: También nos esforzamos por desarrollar herramientas desde el punto de vista de nuestros clientes, ya que queremos ofrecerles métodos de mecanizado innovadores que demuestren su valía en las plantas de fabricación de todo el mundo.

Oita: Mitsubishi Materials ha creado un equipo de desarrollo tecnológico de vanguardia que

también cuenta con la participación de los ingenieros más jóvenes para el desarrollo de las herramientas.

Sato: La tecnología LFV ha permitido una evacuación total de las virutas que nos ha mostrado el camino hacia la posibilidad de crear nuevas herramientas con una amplia variedad

de funciones (como, por ejemplo, herramientas diseñadas exclusivamente para el corte LFV). Teniendo en cuenta el potencial de evolución de una tecnología y unas máquinas herramienta tan novedosas, nos gustaría continuar con el desarrollo de herramientas tan útiles en las plantas de fabricación de los clientes.



UKIYO-E

和

Xilografías y grabados

Treinta y seis vistas del Monte Fuji de Hokusai Katsushika.

Los grabados ukiyo-e son muestras del arte tradicional japonés conocidos en todo el mundo. Sus orígenes se remontan a la ciudad de Edo — actualmente conocida como Tokyo— durante la Era Tenna (1681-1684) del periodo Edo, cuando las fronteras de Japón estaban cerradas al comercio internacional.

La palabra «ukiyo» hace referencia a la melancolía del mundo físico en contraposición a la alegría de la vida después de la muerte. Durante el periodo Edo, la idea de «fugacidad» originó un cambio de mentalidad que permitió ver la vida como algo placentero, en vez de un tiempo de sufrimiento antes de la liberación de la muerte. Este concepto se difundió por el mundo del arte, en que los artistas empezaron a plasmar a las gentes y las costumbres del día a día como protagonistas de sus obras. En la mayoría de los casos, se trataba de xilografías monocolor que, con el paso del tiempo, evolucionaron hasta convertirse en piezas alegres que servían para entretener al público. Se podría decir que el arte ukiyo-e es el predecesor del arte pop.

El principal entretenimiento de la época eran los burdeles y las obras teatrales, que los artistas plasmaban en grabados ukiyo-e como, por ejemplo, los Bijin-ga (retratos de mujeres hermosas) o los Yakusha-e (retratos de actores de teatro kabuki). Estas obras alcanzaron rápidamente una gran popularidad. Al mismo tiempo, los grabados ukiyo-e se convirtieron en un recuerdo muy popular entre los visitantes de Edo, lo que favoreció su difusión por otras regiones.



Los primeros ukiyo-e eran grabados con tinta negra conocidos como Sumizuri-e (xilografías monocolor). Su estilo evolucionó con el paso del tiempo hasta incluir hermosos colores, lo que marcó el comienzo de lo que actualmente se conocen como grabados ukiyo-e. A mediados del periodo Edo, estas xilografías japonesas se fabricaban en masa en multitud de colores bajo el nombre de Nishiki-e. Se trataba de proyectos conjuntos realizados por editores (Hanmoto), pintores (Eshi), xilógrafos (Horishi) y estampadores (Surishi).

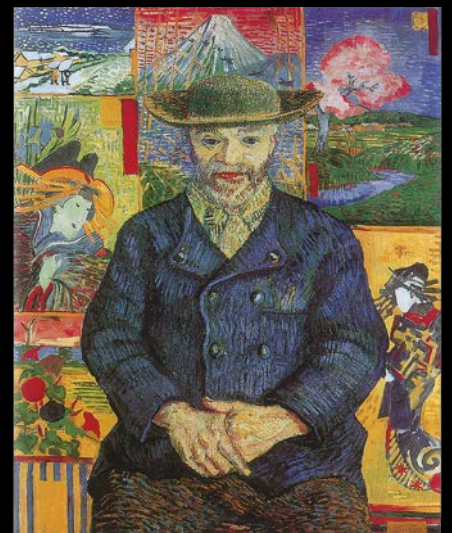
Incluso durante el tiempo en que las fronteras japonesas estuvieron cerradas a casi todo el comercio internacional, los grabados ukiyo-e consiguieron salir por primera vez fuera de Japón.

Los grabados ukiyo-e antiguos se utilizaban para envolver la cerámica que se exportaba a los Países Bajos, el único país con el que Japón mantenía relaciones comerciales. Estos grabados ukiyo-e tuvieron una excepcional acogida, tanto que cuando Japón abrió sus fronteras al comercio internacional a finales del siglo XIX, se produjo la exportación de una ingente cantidad de grabados ukiyo-e a los países europeos, donde se habían hecho muy populares. En la actualidad, multitud de grabados ukiyo-e —que desempeñan un papel fundamental para dar a conocer la cultura de Japón en el extranjero— cuelgan de las paredes de museos en Europa y los EE. UU.

Vincent van Gogh y los grabados ukiyo-e

La apertura de Japón al mundo a finales del siglo XIX significó el inicio de la influencia del arte, la moda y la estética japonesas en la cultura occidental en un movimiento conocido como «japonismo». En particular, los grabados ukiyo-e atrajeron la atención de un gran número de pintores, novelistas, poetas y músicos, entre ellos, la de Vincent van Gogh, quien se convirtió en un entusiasta coleccionista de grabados ukiyo-e y quien, a pesar de vivir casi en

la pobreza, logró comprar muchos de ellos. Cerca de quinientos grabados ukiyo-e de la colección de Vincent van Gogh y su hermano Theodor van Gogh se exhiben en el Museo Van Gogh de Ámsterdam. Sin embargo, los grabados ukiyo-e también tuvieron una gran repercusión en su obra. Uno de sus cuadros, Retrato de Peré Tanguy, muestra de fondo varios grabados ukiyo-e, e incluso uno de ellos parece una reproducción del trabajo de Hiroshige Utagawa.



Retrato de Peré Tanguy de Vincent van Gogh.

Herramientas de los xilógrafos

Los grabados ukiyo-e son proyectos conjuntos realizados por editores, pintores, xilógrafos y estampadores. El xilógrafo talla una imagen en la madera para su estampado.

Lo más importante para un xilógrafo son sus herramientas. Un cuchillo para grabar líneas, un escoplo plano para los bordes de las líneas, una gubia para las zonas lisas o grandes, y una paleta para las zonas pequeñas. De entre todas, el cuchillo es la herramienta más importante. El artista coloca

una piedra de afilar cerca del bloque de madera y afila los bordes del cuchillo durante el trabajo. El dominio del arte de la talla requiere la destreza de afilar las cuchillas con soltura, algo que se tarda varios años en conseguir.

Por tanto, los hermosos grabados ukiyo-e que han cautivado a miles de personas en todo el mundo no solo exigen una técnica exquisita por parte del artista, sino también el uso de herramientas excelentes.

Entrevista a David Bull, artista xilógrafo

Quiero expresar nuevas tendencias y culturas para ampliar las posibilidades de los grabados ukiyo-e y de otras xilografías tradicionales.

La primera vez que vi una xilografía tradicional japonesa tenía 28 años y trabajaba en una tienda de música en Toronto, Canadá. Pasé por delante de una pequeña galería cuando vi un cartel que decía «Xilografías japonesas». Tuve la suerte de ver grabados ukiyo-e de los periodos Edo (1603-1868) y Meiji (1868-1902) cuya belleza me dejó atónito.

Cuando tenía 35 años, me mudé a Japón para estudiar xilografía. Compaginaba mi trabajo como profesor de inglés con la reimpresión de xilografías antiguas, incluidos algunos ukiyo-e. En 1989, durante mi tercer año en Japón, me embarqué en un proyecto de reimpresión de la obra Nishiki Hyakunin Ishu Azuma Ori de Shunso Katsukawa, un estampador de ukiyo-e del periodo Edo, que duró diez años. Y fue aquí cuando inicié el camino para convertirme en xilógrafo. En 1998, tras finalizar este proyecto de diez años de duración, realicé una exposición. Muchas personas y medios de comunicación se acercaron a ver mi trabajo.

En la actualidad, estoy reimprimiendo distintos grabados ukiyo-e de los periodos Edo y Meiji, aunque también creo grabados ukiyo-e originales. Desde hace cuatro años, me dedico a crear xilografías a partir de dibujos hechos por Jed Henry, un ilustrador que vive en los EE.UU., a modo de serie de superhéroes ukiyo-e. También he hecho algunos ukiyo-e inspirados en famosos personajes de videojuegos japoneses. Los superhéroes ukiyo-e son una fusión de la cultura pop japonesa y las xilografías tradicionales. Son muy apreciados en el extranjero y personas de más de sesenta países del mundo, incluido EE.UU., ya han pedido el suyo a través de Internet.

La esencia de los grabados ukiyo-e sigue viva hoy en día. Los artistas que creaban ukiyo-e en el periodo Edo aplicaban técnicas innovadoras para expresar las tendencias y los temas habituales del día a día. Nosotros también queremos expresar nuevas tendencias y culturas en nuestras obras para ampliar las posibilidades de los grabados ukiyo-e y de otras xilografías tradicionales.



Carro Rickshaw



Zorro en la luna

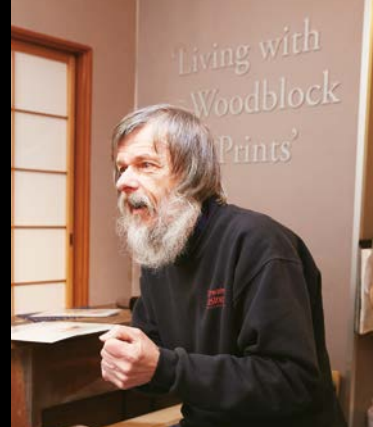
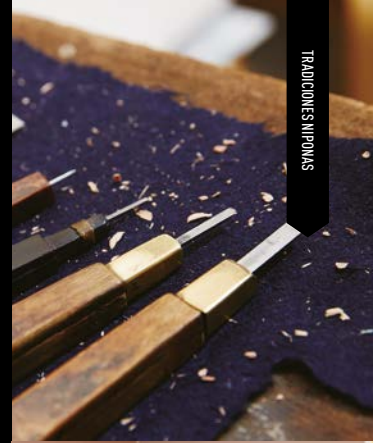


Trabajos populares de David Bull y Jed Henry comercializados en línea

David Bull, xilógrafo y propietario del Estudio Mokuhankan y Seseragi



- Nacido en Inglaterra en 1951.
- Se mudó a Canadá cuando tenía 5 años.
- Cuando tenía 28 años, se topó por primera vez con los grabados japoneses tradicionales.
- En 1986, se mudó a Japón.
- Entre 1989 y 1998 trabajó en la reimpresión de la obra Nishiki Hyakunin Ishu Azuma Ori, unas antiguas xilografías de Shunso Katsukawa, un artista ukiyo-e del periodo Edo, y se hizo famoso.
- En 2014, inauguró la imprenta Mokuhankan en Asakusa. En colaboración con pintores, xilógrafos y estampistas reimprime xilografías antiguas del periodo Edo y crea ukiyo-e originales.



Un mundo en cambio constante

Detenerse a leer un mapa, concertar el momento y el lugar de una reunión o hacer una llamada para confirmar un mensaje enviado por fax... todas eran acciones habituales cuando empecé a trabajar hace veinte años. Ahora, sin embargo, ya casi nadie se acuerda.

En los próximos veinte años, nuestro mundo volverá a cambiar drásticamente y algunos avances como las articulaciones artificiales y las prótesis de médula espinal, que ahora nos llaman la atención, serán el pan de cada día. A medida que aumente la funcionalidad de las articulaciones artificiales, cada vez serán más los movimientos que podremos realizar e, incluso, las reglas de los deportes se deberán modificar una y otra vez en consonancia.

Por su parte, convertir los materiales difíciles de cortar en materiales fáciles de cortar es un problema muy complejo en el que trabajan muy duro multitud de ingenieros de los fabricantes de herramientas de corte y máquinas-herramienta. Algunos pueden pensar que esto es tan solo una ilusión, pero la ilusión por innovar a lo largo de la historia ha abierto puertas a nuevos mundos una y otra vez. Espero que, dentro de veinte años, vuelva a acordarme de aquello de los «materiales difíciles de cortar» mientras lea este editorial. Deseo que podamos contribuir a cambiar nuestro mundo.

Your Global Craftsman Studio, Hideyuki Ozawa, Departamento Editorial

Your Global Craftsman Studio Vol. 3
Departamento de Edición y Publicación:
Departamento de Planificación
y Administración de Electronic
Materials & Components Company,
Mitsubishi Materials Corporation

Cualquier copia o reproducción no autorizadas de los contenidos de esta obra, de su texto o de sus imágenes están estrictamente prohibidas. Para los fines de este documento, MIRACLE es una marca registrada de Mitsubishi Materials Corporation.

