

Formas complejas, alta precisión

Investigadores desarrollan nuevos materiales que pueden obtenerse por inyección, con formas complejas, alta precisión y a un coste competitivo

La obtención de piezas metálicas de materiales avanzados, de formas complejas y en grandes series, por moldeo por inyección de polvos, empieza a ser una realidad en el mundo. El grupo coordinado por José Manuel Torralba en la Universidad Carlos III de Madrid, trabaja en el desarrollo de un nuevo material de prestaciones avanzadas que espera tener listo para finales de 2003. El trabajo de su grupo, de carácter multidisciplinar, se basa en la tecnología del moldeo por inyección de materiales metálicos y cerámicos, en pleno auge en el concierto internacional.



Jose Manuel Torralba, coordinador del Grupo de Tecnología de Polvos

XAVIER PUJOL GEBELLÍ

Un reloj de pulsera con caja metálica comparte con un soldadito de plástico mucho más que un coste de fabricación asequible. Ambos precisan ser producidos en grandes series para que los costes sean razonables, deben poseer unas características mecánicas adecuadas para sus prestaciones y debe existir una tecnología idónea para resolver una forma que puede ser compleja en extremo. Una de las fórmulas para lograr la máxima coincidencia en dos objetos tan dispares es el empleo de moldes. El problema surge cuando éstos tienen que llenarse y hacerlo, además, a escala industrial. Mientras que para los objetos de plástico la cuestión lleva años resuelta de forma eficaz, aunque todavía mejorable, mediante tecnologías de inyección, no ocurre lo mismo con los metales, las cerámicas o lo que últimamente se ha convenido en llamar materiales avanzados. Para todos ellos, el uso de la tecnología MIM (moldeo por inyección de polvos metálicos o cerámicos), se está consolidando como la gran alternativa para lograr la equivalencia total.

El moldeo por inyección no es en absoluto una tecnología nueva. Ya en los años veinte del siglo pasado empezaron a desarrollarse distintas propuestas para la puesta a punto de sistemas de producción industrial que facilitarían la consecución de grandes series de objetos dotados de formas más o menos complejas. No obstante, no sería hasta mucho más tarde, con la consolidación del plástico como producto de uso generalizado, que la tecnología de inyección alcanzaría su plena consolidación.

En esencia, explica José Manuel Torralba, del Departamento de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica en la Universidad Carlos III de Madrid, la técnica es tan simple conceptualmente como inyectar un polímero determinado en un molde para conseguir una pieza concreta. Distintos tipos de polímeros, básicamente termoplásticos, se emplean de forma generalizada sobre todo a partir de la década de los ochenta, para «infinitud de objetos de todos los tamaños, formas, aplicaciones y

El moldeo por inyección, tradicional en la industria de productos plásticos, se ha consolidado como alternativa en la investigación de nuevos materiales avanzados

[Ver ficha técnica](#)

usos imaginables». Desde pequeños juguetes hasta grandes piezas en automoción pasando por materiales de construcción o cualquier objeto de plástico que pueda concebirse.

A su favor, el conjunto de piezas fabricadas mediante el sistema de inyección presentan la casi nula limitación debida a forma o a tamaño, la posibilidad de ser producidas a millares y el hecho de estar constituidas de plásticos reciclables. En contra, la degradación de la pieza a causa de la temperatura (pocos plásticos son estables más allá de los 300 grados) y unas propiedades mecánicas (en especial la resistencia al desgaste y la dureza) que soportan mal la comparación con piezas equivalentes metálicas o cerámicas.

Del plástico al metal

Dado el éxito de esta tecnología en el mundo de los plásticos, ¿sería factible pensar en transferirla para la producción de grandes series de piezas metálicas o cerámicas? «Eso, en el caso de los aceros, es ya una realidad», responde Torralba. Y por lo que parece, a la vista de los resultados, en buena posición y mejores expectativas gracias a las posibilidades de la pulvimetalurgia aplicada a este sector.

«En los últimos años se ha incrementado la proporción de carga metálica o cerámica en polímeros para dotar a los plásticos de mejores prestaciones mecánicas», continúa Torralba. La proporción ha aumentado desde un escaso 5% de los primeros años, ya en plena década de los noventa, hasta el cerca del 60% actual. El paso siguiente ha sido eliminar el componente plástico para lograr una pieza totalmente cerámica o metálica.

Los resultados, asegura el investigador de la Carlos III, empiezan a ser satisfactorios para muchas de las aplicaciones previstas aunque queda «mucho por hacer». No tanto en lo que refiere a la inyección de materiales en el molde, resuelta con máquinas inyectoras adaptadas para soportar mayores condiciones abrasivas, sino en lo que refiere a la propia constitución de la mezcla, la retirada del polímero y la posterior etapa de sinterización.

«El problema de los metales sinterizados es su porosidad», señala Torralba. Una forma de reducirla, o cuanto menos de limitar el tamaño del poro, pasa por emplear polvos extraordinariamente finos. En lo que refiere a la retirada del polímero, que actúa en este caso como simple ligante o «vehículo conductor», constituye la etapa más delicada del proceso. Una vez retirado el plástico, se alcanzan densidades superiores al 97% de la teórica del material. La sinterización posterior es necesaria para dotar a la pieza de las propiedades mecánicas requeridas de resistencia al desgaste y dureza (la pieza sin sinterizar es extraordinariamente frágil).

Madurez tecnológica

La tecnología MIM, prácticamente inexistente hasta hace un decenio, está hoy lo suficientemente madura como para abordar su intersección con el desarrollo de materiales avanzados. En esta área es



Instalaciones del laboratorio del Grupo de Tecnología de Polvos.

El objetivo del moldeo por inyección es garantizar la producción de grandes series de objetos de forma compleja a un coste razonable

[Ver ficha técnica](#)

precisamente en la que está trabajando en la actualidad el grupo de Tecnología de Polvos liderado por Torralba y en el que, además de investigadores de su departamento de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica, incluyendo el grupo de Polímeros, participan otros de los departamentos de Física Aplicada, Polímeros y Matemáticas.

El grupo persigue adaptar la tecnología MIM para la obtención de materiales avanzados. Como tal, aunque Torralba admite que pueden existir diversas definiciones, se entiende aquel material que está ligado a tecnologías avanzadas y que, por consiguiente, presenta características diferenciales respecto a los materiales convencionales. Por ejemplo, «propiedades excepcionales» como la superconductividad o «ser inteligentes», es decir, capaces de transmitir información. Del mismo modo, son también aquellos que se caracterizan por tener altas prestaciones (alta resistencia mecánica o alto poder anticorrosivo). Una última característica suele ser su elevado precio. Entre las muchas aplicaciones previsibles para ellos destacan las derivadas de los sectores aeroespacial o militar, además de su potencial uso como biomateriales.

La investigación en este tipo de materiales, así como sus aplicaciones potenciales, «requieren la participación de grupos pluridisciplinarios». Por ejemplo, como ocurre en el de Torralba, formados por investigadores capaces de caracterizar un material determinado, su conformado y su comportamiento, resolver cual es el ligando más adecuado y la mejor vía para eliminarlo, y producir e integrar todas las piezas de este peculiar puzzle desde un punto de vista ingenieril.

El grupo de Torralba espera tener listo un nuevo material de las características citadas para finales de 2003. Por el momento, ya han conseguido desarrollar y optimizar nuevos sistemas ligantes. Por su parte, la caracterización de nuevos sistemas ligantes «está ya muy avanzada», asegura el investigador. La parte pendiente de solución, además de la definitiva integración del conjunto para aplicaciones industriales, es la inyección del material.

De la nada al espacio

La tecnología MIM no ha empezado a ser viable industrialmente hasta entrada la década de los noventa. Anteriormente, y pese a que sus principios básicos estaban descritos mucho antes de la Segunda Guerra Mundial, las aplicaciones podían contarse con los dedos de una sola mano. Es a partir de los años 80 cuando empiezan a recibirse comunicaciones en los congresos internacionales y empiezan vislumbrarse áreas de transferencia tecnológica. Desde entonces, dice José Manuel Torralba, el sector «ha crecido exponencialmente» hasta sumar un tercio de las comunicaciones totales que pueda haber en un congreso relevante de Pulvimetalurgia. En poco tiempo, pues, ha pasado de ser una industria irrelevante a básica para el desarrollo de componentes de diversa índole desde el mundo del ocio a la industria aeroespacial, entre otros campos.

[Ver ficha técnica](#)

Pese a la visibilidad tecnológica y a las posibilidades de aplicación, sólo Estados Unidos y Japón parecen haber apostado claramente por los nuevos materiales, mientras que Europa anda algo rezagada. La situación afecta tanto a los materiales avanzados funcionales (de interés en nanotecnología) como estructurales. En ambos casos, y pese a la escasez de masa crítica, España ocupa un lugar destacado. En materiales funcionales, las aportaciones de los grupos españoles copan los primeros lugares en cualquier ranking internacional. En materiales estructurales, y en particular en metalurgia de polvos, los pocos grupos existentes gozan «de prestigio» en el contexto europeo. A nivel industrial España es el segundo productor europeo de piezas sinterizadas de acero y entre nuestras empresas tenemos a la segunda empresa europea del sector.

La calidad de los distintos grupos ha facilitado su participación en proyectos de alto valor añadido. En el caso del de Torralba destacan, entre otros, proyectos relativos a la obtención de materiales compuestos de matriz de aluminio y reforzados con intermetálicos vía pulvimetalúrgica; la obtención y caracterización de cerámicos y compuestos de matriz cerámica basados en el clinker Pórtland (un material barato, abundante y disponible, como materia prima en la obtención de cerámicas estructurales de altas prestaciones); la obtención de aceros inoxidable sinterizados mejorados para aplicaciones de corrosión y desgaste; la obtención de aceros inoxidable sinterizados mejorados mediante moldeo por inyección de polvos; materiales resistentes al desgaste basados en aceros rápidos reforzados con carburos; la obtención de materiales cerámicos a partir de residuos de polvo de pizarra; o la sustitución de polímeros por almidones como ligante estructural.

FICHA TÉCNICA

Grupo de Tecnología de Polvos. Escuela Politécnica Superior. Departamento de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Universidad Carlos III de Madrid. Av. De la Universidad, 30 28911-Leganés (Madrid)

Contacto: José Manuel Torralba

Teléfono: 91 624 99 63 **Fax:** 91 624 94 30 torralba@ing.uc3m.es

Líneas de investigación:

Materiales compuestos de matriz de aluminio; Cerámicos y compuestos de matriz cerámica basados en el clinker Pórtland; Aceros inoxidable sinterizados mejorados para aplicaciones de corrosión y desgaste; Aceros sinterizados de baja aleación de altas prestaciones; Aceros rápidos sinterizados; Ferritas; Aleación mecánica; Moldeo por inyección de metales; Corrosión; Desgaste.