

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 679 103**

51 Int. Cl.:

B29C 33/38 (2006.01)

B23P 15/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2008 PCT/EP2008/067610**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2009 WO09077524**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2008 E 08861812 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 2237939**

54 Título: **Método para producir piezas con altas demandas mecánicas y especialmente herramientas con cerámicas de bajo coste o polímeros, como el hormigón, mediante moldeo de la forma deseada y posterior recubrimiento con una capa metálica o una capa cerámica de altas propiedades**

30 Prioridad:

17.12.2007 ES 200703345

19.09.2008 EP 08164726

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

22.08.2018

73 Titular/es:

ROVALMA, S.A. (100.0%)

**C/ APOL.LO, 51 POL. IND. "CAN PARELLADA"
08228 TERRASSA, BARCELONA, ES**

72 Inventor/es:

VALLS ANGLÉS, ISAAC

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 679 103 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para producir piezas con altas demandas mecánicas y especialmente herramientas con cerámicas de bajo coste o polímeros, como el hormigón, mediante moldeo de la forma deseada y posterior recubrimiento con una capa metálica o una capa cerámica de altas propiedades

Campo de la Invención

- 5 La presente invención está dirigida a un método para fabricar piezas con altas sollicitaciones, especialmente adecuado para herramientas y moldes, mediante el moldeo a la forma deseada de un material con una base de alta resistencia y bajo coste (como hormigones de alta y ultra alta resistencia [UPC, UHPC],) y el posterior recubrimiento al menos parcial de la superficie con un metal. Se emplean técnicas de proyección fría o deposición para proveer la capa metálica.

10 Antecedentes de la Invención

Hoy en día, existen técnicas para la construcción de herramientas de hormigón, como por ejemplo en US4588443. Sin embargo, estos métodos no pueden aplicarse al embutido de chapas u otras aplicaciones con altas demandas ya que carecen de resistencia mecánica, ya que la resistencia de los hormigones o de las capas de metal usadas en las zonas de trabajo es demasiado baja. También hay técnicas para obtener hormigones poliméricos reforzados de alta resistencia (GB2250703A), hormigones reforzados con fibras para la construcción de moldes de inyección (JP2003170410) o la aplicación de polímeros reforzados altamente resistentes (WO 03/039779). Sin embargo, en todos estos casos la posibilidad de usar estas técnicas para la formación de chapas de alta calidad y para otras aplicaciones de contacto metal-metal es muy pequeña. Los elementos usados para reforzar el hormigón o polímero rallan la chapa embutida y los microdefectos superficiales permiten el depósito de partículas de la chapa y a su vez producen adherencia en chapas que serán después embutidas. Con el fin de evitar este efecto, algunas técnicas fueron desarrolladas mediante la fusión superficial de una capa metálica (DE69908273T2) o mediante el empleo de una capa que puede ser usada como molde para la mezcla de hormigón (JP2002346663, DE202006010493U1). En ambos casos, la calidad de la unión metal-hormigón solamente es satisfactoria para pocas aplicaciones.

25 Es conocido el uso del hormigón como elemento de soporte y no como elemento resistente principal (como es el caso en la presente invención) en las piezas producidas, mediante la proyección térmica de metales. Normalmente, en estas técnicas en las que se usa hormigón como elemento de soporte, el hormigón se modela en la pieza metálica después de ser obtenido mediante proyección térmica sobre otro modelo (JP63309332, US3631745, JP2104424, JP2251323).

30 También se conoce la realización de una proyección térmica sobre hormigón cuando el hormigón es el elemento resistente para la protección del hormigón contra la corrosión o contra el fuego como se describe en US6224943, EP0669299 A2 y US5879817. La proyección térmica sobre resinas de baja resistencia es también conocida en la producción de modelos de bajo coste en donde los requisitos mecánicos son bajos (JP60108122).

35 El documento US 4,708,626 divulga conjuntos de moldes para moldear artículos, compuestos de moldes macho y hembra. Al menos uno de los moldes macho y hembra está hecho de una composición de material hidráulico que tiene alta resistencia, que contiene un material hidráulico como ingrediente principal. Una cara moldeada de al menos uno de los moldes macho y hembra está hecha de níquel mediante chapado.

40 El documento JP 2004 306120 A divulga un molde para colada continua que tiene una película formada sobre su superficie obtenida por proyección fría, en donde la película está hecha de cualquier aleación de Cr, Ni y Ni, o un complejo de Ni o aleación de Ni de 10- 90% en masa y el resto es cerámica de alta dureza y 0,01-2% en volumen de óxido de Cr, Ni o de una aleación de Ni, y tiene una porosidad del 3% o menos.

45 Hay muchas técnicas para insertar capas mediante la proyección térmica que son resistentes al desgaste o a la corrosión en comparación con los sustratos metálicos, en particular cerámicas y metales duros (JP004175112).

Descripción detallada de la Invención

5 En la industria de procesado de chapas, los costes de las herramientas representan en general una parte importante de los costes de las piezas producidas. Por esa razón, la fabricación de herramientas de bajo coste es muy interesante, en particular, ya que algunas de estas herramientas no necesitan tener un ciclo de vida muy largo.

En muchas otras industrias, el uso de grandes componentes estructurales o de maquinaria representa un alto coste, especialmente cuando esos elementos tienen altas sollicitaciones y tienen que emplearse metales moldeados caros o incluso metal forjado para soportar las altas cargas involucradas. Este es a menudo el caso de las máquinas de transformación de energía y de las máquinas procesadoras.

10 La mayoría de las herramientas que se utilizan para dar forma a las chapas se fabrican con aleaciones de hierro moldeadas y el subsecuente mecanizado final de la geometría que se desea. También se producen a partir de bloques metálicos que son mecanizados hasta obtener la geometría deseada. Sin embargo, esto implica normalmente la eliminación de grandes cantidades de material mediante el mecanizado.

15 La presente invención es especialmente ventajosa para la fabricación de moldes de embutición profunda. En general, los moldes de embutición profunda se fabrican mediante fundición de acero de acuerdo con el siguiente proceso:

- obtención de modelos (el material que se emplea más comúnmente es el poliestireno expandido, pero también pueden usarse otros, especialmente, cuando debe minimizarse el mecanizado, puesto que la estabilidad dimensional del poliestireno expandido es baja),

20 - obtención de moldes de arena que se colocan alrededor del modelo,

- moldeo de la mezcla de acero fundido en el molde de arena (el fundido por sí mismo elimina el modelo, en el caso de no usar poliestireno, el modelo puede eliminarse previamente y el metal fundido puede ser colado en la cavidad hueca),

- retirar el molde y limpiar el fundido,

25 - tratamiento térmico del fundido – opcional,

- mecanizado final,

- tratamientos térmicos finales

30 En algunos casos y sobre todo, si hay mucha presión de tiempo y si la herramienta es para la producción de series pequeñas, el molde se fabrica mediante mecanizado por arranque de viruta a partir de un bloque metálico fácilmente mecanizable y que comúnmente se fabrica con una aleación de aluminio o con un acero poco aleado.

Las propiedades que el molde de embutición profunda terminado necesita tener son:

35 - estabilidad dimensional con el fin de garantizar que se obtendrá la pieza deseada. Esto implica que el material que se emplea necesita tener suficiente resistencia mecánica. El aluminio que comúnmente se usa para este propósito tiene normalmente una resistencia de 300MPa y los aceros

que comúnmente se usan tienen normalmente una resistencia mecánica de más de 400 MPa.

- dureza con el fin de garantizar que la herramienta no se rompa. Esta es la razón principal por la que se usan metales.

5 - resistencia al desgaste con el fin de garantizar que la geometría de la pieza obtenida no cambiará significativamente durante la vida de la herramienta. Esta es básicamente la razón por la que se usan diferentes materiales dependiendo de la vida requerida de la herramienta y el tipo de chapa conformada.

10 - estado superficial con el fin de garantizar una buena calidad superficial de la pieza producida. La herramienta no debe rallar el componente producido. Las rayaduras pueden ser provocadas por la presencia de partículas muy abrasivas y muy grandes en el material de la herramienta que están rodeadas por una matriz bastante más deformable o degradable. Esto incrementa la presión de contacto a medida que el área de contacto real disminuye drásticamente. Las rayaduras o marcas en la pieza pueden también estar provocadas por adherencias si hay afinidad entre el material de la pieza y la herramienta. O pueden ser provocadas por agujeros o defectos superficiales en la herramienta en los que se puede depositar algo del material de la pieza que a su vez tiene una alta afinidad con las piezas que se procesan posteriormente.

También se puede considerar un quinto requerimiento: que sería, la necesidad de obtener piezas con tolerancias dimensionales elevadas. Es decir, que la herramienta necesita tener una alta precisión dimensional y estabilidad.

20 Todos los requisitos anteriores o por lo menos algunos de ellos los comparten muchas otras aplicaciones y por lo tanto se les puede aplicar la solución que se presenta en la presente invención. Este es el caso de muchas partes estructurales y partes activas de máquinas. En el caso de partes de máquinas grandes, la ventaja económica de aplicar el presente método es aún mayor. Jaulas, ejes, rotores, rodillos, contactos deslizantes, bloques motor, bancadas y muchos otros son candidatos para aplicar la presente invención.

25

Además, la presente invención permite proveer a la pieza producida con funcionalidades superficiales o sub-superficiales muy diversas como: calentamiento, enfriamiento, sensores, actuadores, conducción o inducción en casi cualquier patrón posible que se desee. Esto es extremadamente interesante para un innumerable rango de aplicaciones, sirvan de ejemplo: inductores, estatores, moldes prototipo refrigerados para estampación en caliente....

30

Dados los requerimientos que tienen las herramientas, la presente invención proporciona un método para obtener piezas con altas solicitaciones, siendo particularmente ventajosa en herramientas como grandes moldes de embutición profunda, con las características requeridas y a costes considerablemente más bajos al construir la pieza objetivo con un material con una base de bajo coste y con una capa superficial fabricada con un material más caro, y que le proporciona las propiedades necesarias descritas en los párrafos anteriores. La capa se añade mediante una técnica de recubrimiento por proyección fría. Generalmente, la capa que se añade es de naturaleza metálica, muy frecuentemente de acero. Sin embargo, en el caso de piezas que necesitan tener una alta resistencia al desgaste o un efecto de aislamiento eléctrico o térmico, la capa puede también ser una cerámica térmica, finalmente la capa superficial puede ser también un compuesto intermetálico o un composite que abarque cualquiera de las tres familias de materiales descritas (metales, intermetálicos y cerámicas técnicas). En el caso de efectos piezoeléctricos, piroeléctricos, efectos magnéticos fuertes u otros efectos sensores o accionadores, normalmente se proyectan cerámicas con las propiedades deseadas a menudo en combinación con una capa de soporte metálica. En el caso de determinados caminos de conducción térmica o eléctrica en la superficie de la pieza producida, se proyectan materiales con la forma deseada mediante el adecuado enmascaramiento con la propiedad correspondiente diferente (principalmente conductividad térmica o eléctrica o permeabilidad magnética).

45

Así, un primer aspecto de la invención se refiere a una pieza o una herramienta en consonancia con la

reivindicación 1 adjunta.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método para la fabricación de piezas o herramientas en consonancia con la reivindicación 9 adjunta.

Más abajo se describen realizaciones de la presente invención, solo a modo de ejemplo:

5 En la presente invención, el material base de bajo coste que se emplea es un hormigón basado en cemento porcelanato o un hormigón de alta o ultra alta resistencia. El nivel de resistencia que se requiere en el material base que sirve de soporte depende de la chapa que tiene que ser conformada (su resistencia mecánica, espesor y geometría de embutición) y sobre todo, del espesor de la capa superficial empleada, pero de acuerdo con la invención reivindicada, es superior a 200 MPa para un hormigón basado en cemento porcelanato y superior a 250 MPa para un hormigón de alta o ultra alta resistencia. Para moldes de enorme tamaño usados en la producción de revestimientos en la industria automotriz, se usan chapas con alta capacidad para ser embutidas y con una resistencia mecánica de aproximadamente 240 MPa y un límite elástico de aproximadamente 200 MPa. En la Figura 1, se puede ver que para una geometría de embutición con ángulos bastante agudos, se requiere una resistencia superficial de más de 200 MPa pero solamente a 0.5 mm de la superficie la resistencia que se requiere es inferior a 150 MPa. Hay muchos materiales de bajo coste con una resistencia a la compresión superior a 100 MPa, principalmente hormigones y termoestables. Los hormigones convencionales a base de porcelana (porcelanatos) pueden alcanzar resistencias de 140 MPa al añadirles un agente fundente y/o sílice. Hay cementos poliméricos con una resistencia de más de 120 MPa. Los hormigones premezclados a base de cementos de bajo contenido de agua y refuerzo de fibra ("mezclas moldeables de bajo contenido de agua") pueden alcanzar resistencias de más de 250 MPa. Si el proceso de termo-proyección empleado expone la base a una alta temperatura o si la aplicación final requiere determinadas resistencias a una temperatura concreta, se pueden emplear hormigones refractarios a base de aluminatos o cementos de mezclas de bajo contenido de agua a base de alúmina. Las características de muchos de estos hormigones se pueden mejorar sustancialmente si se usa un vibrador interno y/o externo durante el proceso de mezcla. Algunos de estos materiales de bajo coste con una resistencia más alta necesitan una entrada de la mezcla con alta energía. Algunos de estos materiales necesitan un proceso de envejecimiento que puede requerir su exposición a altas temperaturas.

En algunos casos, en la presente invención, es interesante que el material base de bajo coste tenga una resistencia mecánica tan alta como sea posible. Este es por ejemplo, el caso de muchos elementos de las máquinas y también es el caso cuando se usa la presente invención para fabricar herramientas para el conformado de chapas AHSS muy duras. En este caso, se pueden usar hormigones con extremadamente alta resistencia. Se pueden emplear varias estrategias para aumentar la ya alta resistencia mecánica de los hormigones de alta resistencia (HPC) como por ejemplo: la aplicación de una etapa de presión en la pieza justo después del moldeo para evacuar repentinamente algo de agua de la mezcla, que se necesita para permitir que fluya el hormigón durante el llenado, pero no se desea durante el fraguado del hormigón (esto podría requerir una construcción especial de molde), de esta manera se pueden obtener resistencias mecánicas por encima de 400 MPa; el uso de bolas metálicas o agregados (pueden estar también recubiertos) para reemplazar parcialmente el cemento, de esta manera se pueden obtener resistencias mecánicas por encima de 1000 MPa; el uso de polvo metálico nanométrico (puede estar también recubierto) para reemplazar parcialmente el cemento, de esta manera se pueden obtener resistencias mecánicas por encima de 1300 MPa, las estrategias precedentes pueden también combinarse entre ellas. Cuando la resistencia a la tracción del material base es también significativa, pueden ser muy ventajoso el uso de fibras metálicas (diferentes tipos y longitudes), poliméricas o fibras textiles u otros refuerzos.

En algunos casos en la presente invención, se agradece el bajo peso de los componentes que pueden obtenerse. Para mejorar adicionalmente esta característica, el peso del material base se puede disminuir al dejar intencionalmente huecos en el material base de bajo coste o al añadir algo de material de bajo peso en la mezcla antes de ser moldeada. Un ejemplo ilustrativo de esta práctica sería la adición de poliestireno expandido en forma de bolas o trozos del tamaño que se desea, después del moldeo de la cerámica este material añadido puede eliminarse para dejar huecos en el hormigón (el material puede eliminarse con temperatura, ácido o por cualquier otro medio) o simplemente dejarlo en el sitio. Si se desean huecos se pueden emplear otros materiales eliminables o se pueden emplear materiales de bajo peso que se queden en el material base como polímeros de baja densidad, celulosa, cera, en forma de bolas o partículas. Los huecos en el material base también pueden dejarse al soplar un gas durante el llenado del molde.

5 En la fabricación del molde que contiene el hormigón de extremada alta resistencia u otro material de bajo coste con extremada alta resistencia, en general se usa poliestireno expandido con el fin de darle la geometría deseada. Para aplicaciones en las que se requiere una mayor precisión para evitar el mecanizado o para poder hacer recubrimientos cerámicos, normalmente se usan materiales de mayor estabilidad dimensional como el polipropileno de alta densidad o componentes de madera. Si está disponible también se puede usar una chapa con la forma deseada. En este caso, se usa una masilla con el fin de tener un separador grueso fácil de eliminar y que será reemplazado después por la capa proyectada térmicamente. Pueden emplearse muchos materiales y procesos para obtener el modelo.

10 En comparación con los metales, la mayor fragilidad de las cerámicas y los polímeros de alta resistencia es un problema. Si debe obtenerse un molde con una mayor tolerancia respecto a posibles golpes o caídas, el material base debe estar armado. En el caso de cementos de baja humidificación (“mezclas moldeables de bajo contenido de agua”), pueden usarse metales con un coeficiente de expansión térmica lineal similar al del material base con el fin de evitar el agrietamiento del molde durante el proceso de envejecimiento. Incluso en el caso de moldes que son expuestos a cambios de temperatura considerables es conveniente usar metales con un coeficiente de expansión térmica lineal similar al mismo material base: hierro o níquel (o cualquier aleación que tenga uno de aquellos materiales como elemento base de la aleación) para los hormigones a base de porcelanatos y el hormigón polimérico, invar, constantán, tungsteno o molibdeno (o cualquier aleación que tenga cualquiera de estos materiales como elemento base de la aleación) para cementos con un alto contenido de alúmina y/o sílice.

20 Los hormigones son resistentes a altas cargas de compresión, pero su resistencia a la tracción es baja. Casi todas las cerámicas y muchos polímeros de alta resistencia tienen una pobre resistencia a la tracción. Esta es la principal razón por la que las piezas de la presente invención están frecuentemente armadas. Otra forma de asegurar que la pieza no esté expuesta a la tracción es el uso de un aro o un anillo metálico externo de compresión o un marco. El aro o anillo puede usarse también para pretensar las barras del armado. De esta manera, se tiene un estado de tensión más comprensivo en toda la zona de la pieza que permite la fabricación de geometrías más complejas. Sin embargo, para algunas aplicaciones, la resistencia mecánica a la tracción del material base de bajo coste es suficiente. También es normalmente ventajoso, especialmente cuando la capa de trabajo se aplica mediante proyección o deposición de un metal, permitir que las barras del armado sobresalgan del material base de bajo coste en las superficies que van a ser proyectadas para proveer un punto extra de anclaje al recubrimiento proyectado o depositado.

Frecuentemente es interesante proveer la pieza con una base metálica, una placa, marco o molde que puede servir solamente como medio de transporte o para el montaje/anclaje, pero que puede también proporcionar resiliencia en el caso de accidentes, si la placa metálica, el molde o el marco se proveen de clavos y se unen al material de bajo coste cuando se moldea o cuando todavía está fresco.

35 En la presente invención, una película metálica frecuentemente de acero u otra aleación metálica (a base de Fe, Ni, Co, Al, Mo, W u otros) se extiende sobre la superficie con el fin de mejorar la dureza en la zona de trabajo, para soportar la carga sobre la superficie, para facilitar el mecanizado y por encima de todo, para permitir un buen acabado superficial de la pieza producida. Los métodos de proyección y deposición son los mejores candidatos para obtener esta capa metálica superficial, pero también puede emplearse la inmersión en un fundido o en una suspensión de pinturas que contienen partículas con alta capacidad de unión (como las sol-gel) siempre que el recubrimiento comprenda un recubrimiento por proyección fría. La proyección térmica en una de sus variantes (independientemente de: la velocidad y la forma de aceleración/transporte del material proyectado, la forma de calentar el material proyectado o el fluido de transporte, la forma y el tamaño del material proyectado [polvo, otras partículas, barras...], si el material proyectado se reblandece o funde parcialmente y si puede estar considerado como proyección fría o caliente) es entonces un proceso apropiado para obtener la capa superficial: proyección fría, proyección de plasma (“atomización por plasma”), proyección HVOF (“Atomización de oxicomcombustible a Alta Velocidad”), proyección de HFPD (“Detonación de Pulso a Alta Frecuencia”), proyección de oxi-acetileno (“atomización por llama”), proyección de arco (“atomización por arco eléctrico”) o cualquier otro, siempre que el recubrimiento comprenda un recubrimiento por proyección fría. El recubrimiento superficial también puede adicionalmente comprender un fluido o un vapor depositado (Deposición de Vapor Químico CVD, Deposición de Vapor Física – PVD, Bombardeo de haz de Electrones – EB, Implante de Iones, deposición de vapor de plasma...). Algunos de estos procesos pueden mejorar algunas características de la capa proyectada/depositada y de la calidad de la unión si se realizan en una cámara de atmósfera controlada (a presión atmosférica así como bajo presión/depresión). Cualquier otro

proceso que permita la inserción de una capa suficientemente espesa y que provea de una buena unión entre la capa y material base puede usarse como el recubrimiento de cátodo o la inmersión en un fundido del material deseado o una suspensión que contenga el material deseado que después de esto es secado, atacado por ácido o quemado para eliminar el portador. En cada caso, la técnica escogida depende de las propiedades requeridas en la interfaz con la cerámica base de bajo coste y la superficie de trabajo, que a su vez depende de muchos parámetros del proceso y del estado de la geometría. Un aspecto muy importante a ser considerado son las tensiones residuales de tracción en la capa proyectada/depositada que dejan las diferentes técnicas posibles y que muy frecuentemente es a su vez dependiente del espesor de la capa.

10 Cuando se construyen piezas con simetría cilíndrica, la capa superficial puede aplicarse como un cuerpo sólido. Para la simetría cilíndrica externa como es el caso en cualquier tipo de eje y rodillos, puede usarse un manguito o anillo metálico como superficie de trabajo, que puede ser anillado al calentarlo y así expandirlo, ser introducido con la ayuda de una prensa y dejarlo enfriar para que así se contraiga contra el material base, de bajo coste lo que mejora el anclaje. Para una simetría cilíndrica interna como es el caso de un agujero de cilindro en un bloque motor o en muchos otros, se puede usar un revestimiento metálico como superficie de trabajo (también puede montarse a presión, congelarlo y el material de bajo coste calentado para mejorar el anclaje).

Ya que la funcionalidad que se desea sobre la superficie de la herramienta es diferente en cada aplicación, hay un sinnúmero de materiales que pueden aplicarse como capa superficial. En particular, pueden ser proyectados/depositados, aceros con la dureza deseada, pero con una mecanización mejorada, aceros con partículas lubricantes o antiadherentes, materiales con un comportamiento tribológico optimizado y/o materiales con resistencia extrema al desgaste, así como los materiales mencionados anteriormente con propiedades térmicas, magnéticas, eléctricas, piezo o piroeléctricas específicas o cualquier otra propiedad específica. En principio, cada tipo de metal, aleación de metal, compuesto intermetálico o cerámica o incluso compuestos de estos puede ser insertado.

30 Cuando se recubre con un metal la adherencia tiene una influencia muy notable sobre el desempeño global, por consiguiente, una mejora de la adherencia en la interfaz tiene una gran importancia. Para hacer esto, se pueden emplear fibras metálicas. Normalmente, las fibras se mezclan con el material base de bajo coste y se moldean conjuntamente, a no ser que también se deseen las fibras para incrementar la resistencia en estados de stress por tensión, en el cuerpo del material base de bajo coste; las fibras pueden llevarse a la superficie y orientarse preferiblemente de forma ortogonal a la misma para tener la mayor resistencia al arranque. Esto se puede lograr aplicando campos eléctricos o magnéticos para orientar las fibras. Por ejemplo, se pueden pegar algunos imanes permanentes al molde de conformación, de tal manera que cuando se llena el material de bajo coste con un cierto porcentaje en volumen de fibras ferromagnéticas, durante la vibración de la mezcla, las fibras pueden fluir hacia los imanes alineándose con las líneas de fuerza que corren bastante perpendiculares a la superficie. Para incrementar también la cantidad de metal sobre la superficie de proyección, la pieza puede ser granallada o chorreada para esparcir las fibras metálicas sobre la superficie. El metal proyectado se adhiere especialmente bien al metal del material base, aún más cuando éste se puede deformar plásticamente y puede obtenerse algo de unión por difusión si la temperatura es suficientemente alta durante la proyección o en un tratamiento posterior.

45 Cuando se proyecta un metal sobre una cerámica, la unión es principalmente una unión metálica y por tanto es mejor cuando la superficie es algo rugosa, proporcionando buenos puntos de anclaje. Cuando el material base tiene fibras metálicas, el anclaje mejora mucho si esas fibras se activan antes de la proyección o deposición térmica (se entiende por activación la eliminación de todos los óxidos superficiales, para tener una superficie de fibra tan metálica como sea posible. Para este propósito está especialmente indicado, el uso del chorreado (con corindón, bolas de vidrio o micropartículas,...) o el granallado (especialmente con bolas metálicas) para activar las fibras metálicas y la superficie del material base de bajo coste, aunque puede emplearse cualquier otro método (rectificación, pulido, rugosamiento, ...).

50 Con el fin de mejorar la adherencia de la capa de trabajo superficial se puede considerar el aplicar una capa intermedia. Dichas capas podrían ser, por ejemplo, capas termoestables resistentes a la humedad y resistentes a componentes alcalinos (con el fin de evitar la corrosión de la capa metálica empleada en la interfaz). Este método se describe en JP4107251.

Con el fin de mejorar la adherencia de la capa mecánicamente proyectada, se puede producir una porosidad superficial en el material base usando modelos que degasifican, mediante ataque por corrosión u otros.

5 Puede colocarse una rejilla metálica sobre la superficie del modelo. El hormigón se coloca en el modelo de tal manera que la rejilla al final quedará sobre la superficie de la herramienta de hormigón. También, las barras metálicas del armado se pueden fijar en el molde de tal manera que aparezcan fuera del elemento de hormigón en los lados en los que se realizará la proyección/deposición térmica, especialmente si el material que se emplea como material de trabajo superficial o capa intermedia de soporte se pega mejor sobre un sustrato metálico que sobre uno cerámico o polimérico.

10 Con algunas de las técnicas de proyección térmica descritas, en particular con técnicas que se llevan a cabo en una atmósfera controlada, se pueden obtener densidades de más del 99%. Si se requiere una densidad superficial más alta, se puede realizar un tratamiento de densificación superficial mediante fusión localizada. Se puede aplicar una fuente de energía suficientemente condensada para producir una fusión local, tal como un láser o un infrarrojo concentrado (HDIR – “Infrarrojo de Alta Densidad”). Se puede emplear cualquier otro método para incrementar la densidad e incluso solo para la tensión superficial, sin importar si incluye fusión (semejante a la soldadura) o solo acción mecánica pura (como el granallado).

20 El material proyectado/depositado en la superficie puede requerir un tratamiento térmico integrado o superficial, como por ejemplo, uno o varios procesos de recocido o un tratamiento superficial como el carbonitrurado o sulfonación, revenido superficial (mediante inducción, láser, llama, etc.). Cada combinación de material base de bajo coste y material superficial no permite cualquier tratamiento. Si se requiere una temperatura elevada para el tratamiento superficial, tiene que tenerse en cuenta la compatibilidad de los coeficientes de expansión térmica lineal y también la capacidad del material base para soportar la temperatura requerida para el tratamiento.

25 Para el transporte y en particular con el fin de fijar la herramienta en la máquina, frecuentemente es interesante tener una zona en la parte de fijación de la herramienta o pieza que es fácil de mecanizar. En la presente invención puede instalarse, un marco con una placa de hierro o material fundido para este propósito, en caso de que se necesite como se menciona anteriormente. Cuando se moldea el material base de bajo coste, los perfiles metálicos también se ponen en zonas de guía, de tal manera que permanecen embebidos en la estructura, pero son fáciles de mecanizar después. Si se usa una placa de anclaje o zonas de guías, normalmente se insertan en el molde antes de moldear el material base o en la cerámica/polímero cuando todavía está fresco. En general, dicha placa o perfiles tienen algunas barras o clavos metálicos soldados con el fin de mejorar el anclaje al material base de bajo coste.

35 Aunque la presente invención es especialmente apropiada para la fabricación de moldes de embutición profunda, puede usarse para la fabricación de varios tipos de herramientas con ventajas considerables. Algunas de estas herramientas pueden ser: moldes para inyección de plástico, moldes para conformado térmico de plásticos, moldes para inyección de metal ligero, moldes de forjado, moldes para forjado abierto, moldes de doblado, moldes cortantes, etc. En aquellos casos en los que la temperatura de trabajo es alta, hay restricciones en la elección del material base y el material para la proyección térmica ya que los coeficientes de expansión térmica lineal deben ser compatibles.

40 La presente invención también es apropiada para la fabricación de componentes de máquinas, ya sean móviles, de accionado, sensoriales o estructurales. Esto permite reducir el peso en muchos casos, hay un gran potencial para la reducción de costes cuando se usa la presente invención y también algunas funcionalidades, especialmente aquellas que involucran patrones complejos con una funcionalidad especial, son difíciles de obtener en cualquier otra manera de manufactura. En efecto, casi cualquier pieza o parte con altas sollicitaciones que demanda una funcionalidad compleja es susceptible de beneficiarse de la presente invención.

Las reivindicaciones dependientes adjuntas describen realizaciones adicionales de la invención.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

En la Figura 2A-2B puede verse un ejemplo de aplicación de la presente invención. Es una representación esquemática de un molde de embutición. Normalmente, estos moldes son significativamente más complejos con un pisador y levas laterales. La vista esquemática en la Figura 2a) corresponde a un molde de embutición que fue realizado. La imagen solamente se enfoca en la placa de soporte fundida y en el elemento de hormigón de alta resistencia anillado que se recubre mediante proyección térmica HVOF (también ha sido realizado de acuerdo con la presente invención con proyección fría encima de una primera capa delgada de metal proyectado HVOF, con resultados igualmente satisfactorios y con un espesor obtenido aún más grueso) con acero para herramientas de trabajo en caliente y con aditivos que pueden mecanizarse fácilmente. En principio, la diferencia en la zona de trabajo entre este molde y un molde fabricado por el método convencional puede no verse fácilmente después del mecanizado. Solamente la zona del marco de compresión con las barras pretensadas revelan la presencia del hormigón. Este molde fue obtenido siguiendo los siguientes pasos:

15 - fabricación del molde en poliestireno expandido. Un bloque con el negativo de la forma de la herramienta en su lado inferior interno.

- colocación del armado en el molde, con barras que fueron insertadas a 0.5 mm en el molde de poliestireno en el área de la pieza en el que después se proyectará el metal mediante proyección térmica. Algunas de las barras del armado que son paralelas a la zona de trabajo se insertan a 0.5 m a cada lado del bloque de poliestireno para que puedan fijarse después en el marco de compresión.

20 - llenado de la cavidad con un hormigón de resistencia mecánica muy alta (250 MPa después del envejecimiento) y baja humedad principalmente a base de óxido de aluminio y sílice ("mezcla refractaria moldeable de bajo contenido de agua"). Se llevó a cabo vibración externa por medio de una mesa vibradora y vibración interna por una aguja durante el proceso de llenado.

- curado del molde lleno con plásticos durante 24 horas.

25 - extracción del molde del modelo de poliestireno.

- secado del hormigón y cocido con el fin de eliminar la humedad, reacción a alta temperatura en un horno con atmósfera controlada.

- anillado del molde del hormigón con una caja de acero desmontable con agujeros para las barras largas.

30 - pretensado de las barras.

- eliminación de la suciedad superficial del molde de hormigón y activación de la superficie mediante chorreado con corindón

- proyección térmica de una capa de acero de trabajo en caliente que puede ser mecanizada fácilmente.

35 - mecanizado final.

La Figura 2 b) muestra un corte transversal esquemático con el fin de demostrar la diferencia con un molde convencional. La placa de transporte básica y los accesorios de molde (22) con las barras para el armado del

- 5 hormigón pueden ser vistos en la imagen. Las barras del armado pueden también verse (20). Algunas de ellas están pretensadas (20A) con la ayuda del anillo (23). El hormigón de alta resistencia usado (25) es una "mezcla moldeable de bajo contenido de agua" a base de alúmina que fue cocido en un horno de atmósfera controlada. Las barras del armado entran en la capa de proyección térmica (26). Finalmente, la imagen muestra la capa que ha recibido un tratamiento de densificación mediante fusión local por láser 830).

Ejemplo 2

Un rodillo de perfilado con calentamiento selectivo fue obtenido con la presente invención. El rodillo tiene embebido un patrón conductor del calentamiento sobre la superficie de trabajo. Este rodillo de perfilado fue obtenido siguiendo las siguientes etapas.

- 10 - fabricación del molde en poliestireno expandido. Se fabricó una jaula cilíndrica vacía con el negativo del contorno de perfilado.
- llenado de la caverna con un hormigón de resistencia mecánica alta (HPC) con refuerzo de fibra metálica al 10%. Se realizó una vibración externa por medio de una mesa vibradora y una vibración interna por medio de una aguja durante el proceso de llenado.
- 15 - curado con humedad del molde lleno con plástico durante 24 horas.
- extracción del molde modelo de poliestireno.
- secado del hormigón con el fin de eliminar la humedad y proporcionar la resistencia mecánica.
- eliminación de la suciedad superficial del molde de hormigón y activación de la superficie y de las fibras mediante chorreado con corindón.
- 20 - proyección fría de una capa intermedia de titanio de baja conductividad.
- deposición de TVD de TiN para incrementar adicionalmente el aislamiento.
- enmascaramiento, para revelar solamente el perfil que tiene capacidad conductora de calentamiento.
- proyección térmica de Cu.
- 25 - eliminación del enmascaramiento.
- mecanizado de los bordes del perfil de calentamiento conductor de la capa proyectada.
- enmascaramiento para obtener una capa de aislamiento delgado alrededor del perfil de Cu.
- proyección térmica de alúmina.
- eliminación del enmascaramiento.

- enmascaramiento de las zonas de Cu y Al₂O₃ ya proyectadas.
- proyección fría de una aleación de Ni-Fe-Mn de alta resistencia y baja conductividad térmica.
- eliminación del enmascaramiento.
- mecanizado final.

5 Ejemplo 3

Se obtuvo un molde prototipo de estampación en caliente con refrigeración integrada. El molde tiene algunas zonas con alta conductividad para proporcionar alta resistencia en los componentes producidos y en las áreas en donde la conductividad es baja, para facilitar el corte posterior del componente. Este molde fue obtenido siguiendo las siguientes etapas:

- 10 - fabricación del molde de poliestireno expandido. Una caja con el negativo de la forma de la herramienta en su lado inferior interno.
- 15 - colocación de tubos con clavos sobre la superficie del molde que se corresponde con la superficie de trabajo, los clavos son indentados 0.5 mm al poliestireno, los clavos están mirando a la cavidad lejos del molde. Se usan dos circuitos independientes, uno para las áreas en donde se desea una alta proporción de extracción de calor y por lo tanto se llevará a cabo el enfriamiento y otro para áreas en donde se desea una proporción de extracción de calor baja y por tanto se empleará el revenido..
- 20 - colocación del armado en el molde, con barras que fueron insertadas 0.5 mm en el molde de poliestireno, en aquellas áreas de la pieza en las que el metal será proyectado después mediante proyección térmica. Algunas de las barras de blindaje que son paralelas a la zona de trabajo se insertan 0.5 m en el bloque de poliestireno en cada lado con el fin de permitir que se fijen después en el marco de compresión.
- 25 - llenado de la caverna con un hormigón de alta resistencia mecánica (HPC) con refuerzo de fibra metálica al 10%. Se realizó una vibración externa por medio de una mesa vibradora y una vibración interna por una aguja durante el proceso de llenado.
- curado con humedad del molde lleno con plástico durante 24 horas (alternativamente, curado mediante inmersión en agua después de la eliminación del molde).
- extracción del molde modelo de poliestireno.
- secado del hormigón con el fin de eliminar la humedad y proporcionar resistencia mecánica.
- 30 - eliminación de la suciedad superficial del molde de hormigón y activación de la superficie, tubos y fibras mediante chorreado con corindón.
- anillado del molde de hormigón con una caja de acero desmontable con agujeros para las barras largas.

ES 2 679 103 T3

- pretensado de las barras.

- atomización térmica HVOF de una capa de molibdeno o aluminio de 0.5 mm de espesor.

- enmascaramiento de las áreas en donde se desea una alta proporción de extracción de calor.

5 - proyección fría con una aleación de baja conductividad térmica de Ti (20 mm de espesor) de las áreas correspondientes a zonas del componente para ser cortadas o áreas en donde el componente tiene que tener alta deformabilidad y por lo tanto se desea baja proporción de extracción de calor en la herramienta (zona de circuito de recocido).

- eliminación del enmascaramiento.

- enmascaramiento de las zonas de baja conductividad ya proyectadas.

10 - proyección fría de una capa gruesa (20 mm de espesor) de una aleación de molibdeno de alta conductividad o de aluminio que puede ser fácilmente mecanizada.

- eliminación del enmascaramiento.

- mecanizado final.

REIVINDICACIONES

1. Una pieza o herramienta que comprende un material base con una resistencia mecánica superior a 60 MPa, seleccionado del grupo que consiste en:
 - un hormigón basado en cemento porcelanato con una resistencia mecánica superior a 200 MPa, y
- 5 -un hormigón de alta o ultra alta resistencia (HPC o UHPC), con una resistencia mecánica superior a 250 MPa,

que es recubierta al menos parcialmente con un metal, en donde el recubrimiento comprende un recubrimiento de proyección fría.
- 10 2. Pieza o herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material base comprende además partículas metálicas de cualquier forma o tamaño para mejorar la adherencia del recubrimiento.
3. Pieza o herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se reemplaza al menos parcialmente una porción del cemento del hormigón de alta o ultra alta resistencia (HPC o UHPC) por partículas metálicas.
4. Pieza o herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una porción del cemento del hormigón de alta o ultra alta resistencia (HPC o UHPC) se reemplaza por nano-polvos metálicos.
- 15 5. Pieza o herramienta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el recubrimiento superficial comprende un metal resistente al desgaste con una resistencia mecánica mayor de 500 MPa.
- 20 6. Pieza o herramienta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el material base es armado internamente con barras metálicas y anillado por medio de un anillo de compresión para mejorar la resistencia a la tracción de la pieza resultante.
7. Pieza o herramienta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque comprende tubos colocados superficial o sub-superficialmente en el material base, que confieren la funcionalidad de calentamiento/enfriamiento de la pieza o herramienta cuando se hace circular un fluido a través de los tubos.
- 25 8. Pieza o herramienta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque es una herramienta para la conformación de plásticos, conformación de chapas o moldeo de aleaciones.
9. Un método para la fabricación de piezas o herramientas que comprende las siguientes etapas:
 - a) moldear en la forma deseada un material base con una resistencia mecánica mayor de 60 MPa seleccionado del grupo que consiste en:
 - 30 -un hormigón basado en cemento porcelanato con una resistencia mecánica superior a 200 MPa, y
 - Un hormigón de alta o ultra alta resistencia (HPC o UHPC), con una resistencia mecánica superior a 250 MPa;

b) permitir que el material base citado se solidifique o endurezca por lo menos parcialmente; donde la superficie de la pieza resultante de la etapa b) es al menos parcialmente recubierta con un metal, mediante proyección fría,

- 5 10. Método de fabricación de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque la superficie del material base, incluyendo las partículas metálicas cuando están presentes, se activa por medio de chorreado con arena, granallado o ataque por ácido antes del paso de recubrir al menos parcialmente la superficie de la pieza resultante de la etapa b) mediante proyección fría.

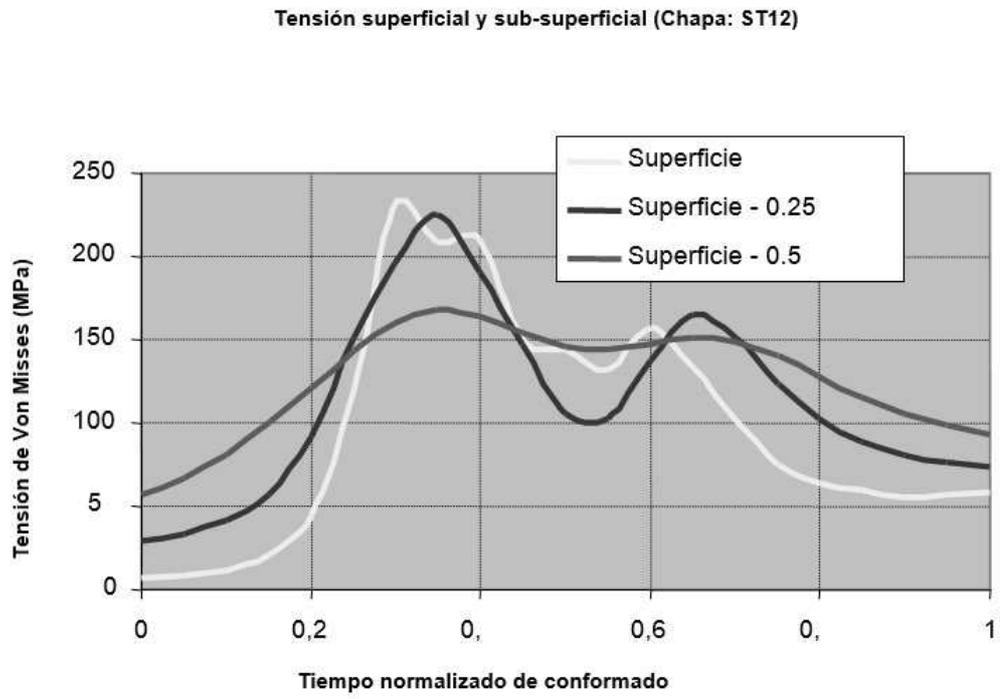


FIG. 1

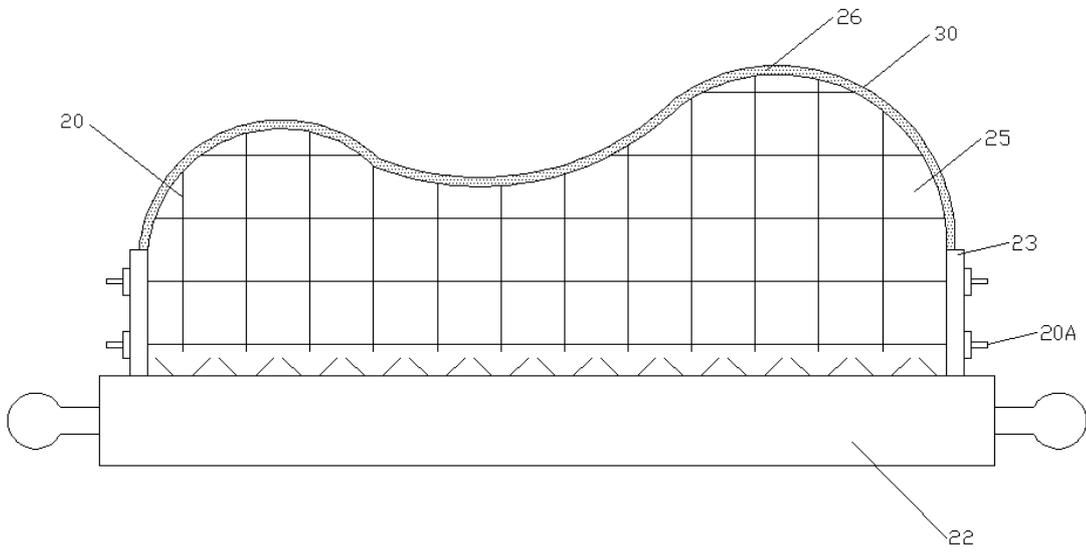
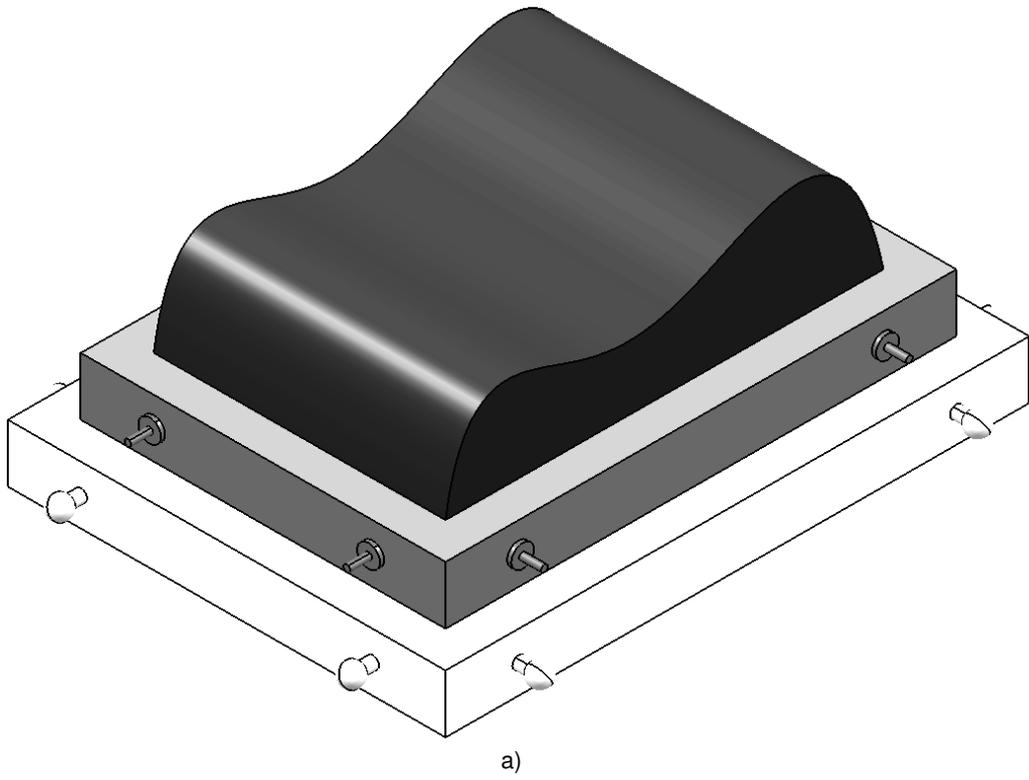


FIG. 2