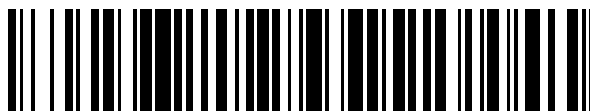


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 950**

51 Int. Cl.:

C22C 9/02 (2006.01)

C22C 1/02 (2006.01)

C22C 9/04 (2006.01)

C22F 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2013 PCT/EP2013/001744**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14008969**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2013 E 13730117 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 2872660**

54 Título: **Piezas moldeadas de aleaciones de cobre resistentes a la corrosión**

30 Prioridad:

12.07.2012 DE 102012013817

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

01.08.2017

73 Titular/es:

**WIELAND-WERKE AG (100.0%)
Graf-Arco-Strasse 36
89079 Ulm, DE**

72 Inventor/es:

**AUFRECHT, JOCHEN;
SCHARF, MICHAEL;
HOFMANN, UWE y
EBNER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 627 950 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

Piezas moldeadas de aleaciones de cobre resistentes a la corrosión

5 La invención se refiere a piezas moldeadas metálicas, a procedimientos para la fabricación de las piezas moldeadas, a una utilización de las piezas moldeadas como también a la utilización de una aleación para fabricar piezas moldeadas.

10 Por "piezas moldeadas" se entienden partes constructivas de una sola pieza de geometría compleja. Hay una geometría compleja cuando en ninguna de sus direcciones la pieza constructiva presenta una invarianza de traslación continua, y por lo tanto tampoco puede fabricarse mediante un proceso de conformación simple con un desarrollo casi continuo. Los ejemplos de tales procesos de conformación simples incluyen la laminación de cuerpos en forma de cinta, el prensado de barras o el estiramiento de tubos. La invención se refiere en especial a piezas moldeadas huecas o por lo menos parcialmente huecas como por ejemplo empalmes de tubos, manguitos, codos de tubos o piezas en "T". Las piezas moldeadas hechas de materiales metálicos se fabrican sea directamente mediante o viruteado o como producto semiacabado o como producto en bruto mediante conformación y viruteado. Al respecto, si se desea lograr un elevado grado de conformación, el proceso de conformación tiene lugar a elevadas temperaturas. Los ejemplos de esto comprenden los procesos de forja tales como la forja libre o el forjado en caliente.

20 Las piezas moldeadas de material de cobre se emplean en muchos campos de la técnica, por ejemplo como carcasas, conectores, elementos deslizantes o en válvulas y grifería. Debido a su elevada resistencia a la corrosión se utilizan preferentemente piezas moldeadas de materiales de cobre en sistemas de conducción para medios líquidos y gaseosos tales como accesorios, codos, piezas en "T", cuerpos de válvula o grifería. Al respecto, un papel especial la juega en este caso la utilización de dichas piezas moldeadas en instalaciones de agua potable. Las familias de aleaciones más importantes para piezas moldeadas son bronce y latón.

25 Para la fabricación de piezas moldeadas de latón, se utilizan las buenas propiedades de conformación de estos materiales. A partir de las aleaciones y mediante colada continua se fabrican cuerpos cilíndricos, que son prensados de manera de obtener tubos, barras o perfiles, de gran formato. Estos productos intermedios son seguidamente transformados mediante estiramiento o trefilación por medio de una o varias etapas de conformación en frío de manera de obtener productos semiacabados cuyas secciones transversales presentan dimensiones más pequeñas. Con ello se reduce el tamaño de los granos del material, su microestructura se condensa y homogeneiza. Seguidamente, a partir de los productos semiacabados y mediante prensado en caliente o bien forjado se fabrican piezas moldeadas. Una vez puesto en contacto con agua, y en función de la composición de su aleación y de su utilización prevista, el latón puede presentar una tendencia a la pérdida de contenido de zinc o a su corrosión por la aparición de fisuras causadas por las tensiones internas.

40 El bronce presenta una elevada resistencia a la corrosión y es muy apto para su colada, por lo que las piezas moldeadas de bronce se fabrican mediante colada. Las piezas moldeadas son de grano muy grueso, presentan una superficie rugosa, y su estabilidad dimensional es tan sólo limitada. Además, en el caso de las piezas coladas existe el riesgo de rechupes, segregaciones y poros. En el caso de las piezas constructivas tales defectos de colada pueden ser causa de faltas de hermeticidad. Las piezas de bronce presentan una conformabilidad manifiestamente peor y son menos aptos para el viruteado que las piezas hechas de latón. Mediante la adición de plomo se logra que la microestructura del bronce consista en granos un tanto más finos y se mejora la maquinabilidad del material por viruteado. Además, gracias a su punto de fusión más bajo el plomo cierra los rechupes de solidificación y permite de esta manera obtener una microestructura más densa. Las aleaciones de bronce típicas contienen del 2 al 7% en peso de plomo.

50 Ya en el pasado han ido aumentando las exigencias reglamentarias en cuanto a los materiales que se utilizan en instalaciones de agua potable, en cuanto al contenido de los elementos plomo y níquel. En algunos estados, en la actualidad el contenido de plomo está limitado al 0,25% en peso. En los Estados Unidos, a partir de 2014, este límite superior será exhaustivo. Cabe prever que en el futuro los reglamentos serán más restrictivos aun, llegándose a prohibir por completo el uso del plomo.

55 En el documento EP 2 290 114 A1, se propone fabricar las piezas constructivas conductoras de agua como piezas coladas de una aleación de cobre con el 4 al 6 % en peso de estaño como también el 4 al 6 % en peso de zinc. El nivel de plomo de la aleación se limita al 0,1% del peso. Sin embargo, mediante la reducción del contenido de plomo no se observa una mejora en las propiedades desventajosas de las piezas coladas, sino más bien un empeoramiento. En especial, se hace más difícil asegurar la estanqueidad de las piezas constructivas.

60 En el impreso EP 1 600 517 B1, se describe una aleación de cobre libre de plomo con el 69 al 79% en peso de cobre, 2 al 4% en peso de Si, siendo el resto zinc. El contenido de Si reduce predominantemente la propensión a corroerse causada por la aparición de fisuras causadas por las tensiones internas. Sin embargo, el elevado contenido de zinc, de por lo menos el 17% en peso, puede tener un efecto negativo sobre la resistencia de este material latón frente a la corrosión.

65 En el documento DIN CEN/TS 13388 se describe una aleación de cobre, estaño y zinc reducida en plomo con

aproximadamente el 3% en peso de estaño y aproximadamente el 9% en peso de zinc. De la correspondiente Planilla de Datos de Materiales del Instituto Alemán del Cobre (DKI, Deutsches Kupferinstitut) puede deducirse que esta aleación puede conformarse en caliente solamente en una medida "suficiente" y que solamente está disponible como material plano, es decir en forma de placas, chapas, cintas, tiras y rodajas. Otras formas semiacabadas tales como

5

En el documento JP 2005 248303 A1 se propone una aleación de cobre, de reducido contenido de plomo, con el 84 al 89% en peso cobre, el 4 al 6 % en peso de estaño y el 5 al 30% en peso de zinc, como también un procedimiento para su maquinado. Al respecto, es esencial una etapa de conformación en frío mediante conformado de perfiles en frío o en caliente con un grado de conformación del 5 al 30%. De esta manera se eleva la densidad de los desplazamientos de grilla y se endurece el material. Se logra una buena maquinabilidad del material por viruteado después de un recocido de homogeneización.

10

15

Además, es sabido que mediante la adición de elementos para mejorar la fineza de los granos es posible mejorar la microestructura de las aleaciones. Así, en el documento JP 2002-275563 A se propone la adición de Fe, Ni, Co o Mn para un bronce libre de plomo, para mejorar la laminabilidad en caliente. El material se utiliza en forma de fleje para la fabricación de componentes constructivos electrónicos. En el documento impreso JP 2003-013038 A se propone incorporar en la mezcla de 20 a 1000 ppm de carbono a una aleación de cobre-estaño-cinc para lograr una buena conformabilidad en caliente. El material se utiliza para la fabricación de componentes constructivos electrónicos. Para ello se utiliza exclusivamente un material plano, y el producto semiacabado se conforma solamente de manera de obtener una geometría simple. En el documento DE 43 24 008 C2 puede comprobarse que para la fabricación de tubos de agua se utiliza una aleación de cobre con del 2 a 8 % en peso de estaño, del 0,5 al 2,1 % en peso de silicio, hasta el 15% en peso de zinc como también por lo menos un elemento seleccionado entre el grupo consistente en titanio, tantalio, niobio, hierro, manganeso, magnesio o fósforo. A partir de piezas cilíndricas coladas y mediante una conformación en caliente se presionan tubos, que a continuación se estiran en frío hasta su dimensión final. En comparación con la fabricación de piezas moldeadas por forjado el prensado en caliente de tubos en caliente es un proceso de conformación relativamente sencillo, durante el que se genera un producto intermedio con una geometría meramente simple. Además, la incorporación de silicio en la aleación no es deseable, por cuanto es difícil de controlar.

20

25

30

En el documento EP 1 777 307 B1 puede derivarse que mediante la adición de circonio en una aleación de cobre-estaño-cinc libre de plomo puede mejorarse la fineza de los granos, de manera de posibilitar la fabricación de piezas moldeadas mediante conformación en caliente. En cuanto a la desventaja de la utilización de circonio se remite al documento EP 1 777 307 B1 como tal. De acuerdo con las enseñanzas de dicho documento, en el caso de aleaciones con composiciones tales como bronce el contenido de circonio debe ser de por lo menos el 0,017 % en peso, lo que incide negativamente sobre el costo del material. En términos generales, la adición de elementos en la aleación para mejorar la fineza de los granos no es deseable, por cuanto complica el proceso de la colada y el procesamiento de la chatarra es difícil de controlar.

35

40

La invención tiene el objetivo de señalar piezas moldeadas mejoradas destinadas en especial para su utilización en sistema conductores de agua, un material basado en cobre destinado a ser utilizado en la producción de piezas moldeadas mejoradas, como también un procedimiento para la producción de piezas moldeadas hechas de un material basado en cobre. En especial, el material basado en cobre ha de presentar una excelente resistencia contra la corrosión, estar libre de los elementos plomo, antimonio, silicio, circonio o de materiales químicos mejoradores de la fineza de los granos, ser bien conformable en caliente, y ser bien maquinable por viruteado. Las piezas moldeadas fabricadas con este material han de presentar una microestructura homogénea, una elevada estabilidad dimensional y sus superficies han de presentar una buena apariencia.

45

50

La invención se describe con referencia a una utilización de una aleación basada en cobre por medio de las características de la reivindicación 1, con referencia a las piezas moldeadas por medio de las características de la reivindicación 4, con respecto a una utilización de las piezas moldeadas por medio de las características de la reivindicación 5, y en cuanto a un procedimiento para la producción de piezas moldeadas por medio de las características de la reivindicación 6. Las otras reivindicaciones dependientes adicionales se refieren a implementaciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención.

55

La invención abarca la utilización de una aleación de cobre de la siguiente composición expresada en % peso:

60

Sn: del 2 al 8 %,
Zn: del 2,5 al 13 %,
Pb: menos del 0,25 %,

65

opcionalmente Ni hasta a lo sumo un 0,6%, opcionalmente fósforo hasta a lo sumo un 0,04 %, siendo el resto Cu, pero con un contenido mínimo del 84 %, como también las impurezas inevitables, para la producción de piezas moldeadas, en donde en estado de colada el material presenta una microestructura de fineza granular con una granulometría

media inferior a 1 mm, que se establece por el hecho de que durante el proceso de la solidificación la masa fundida remanente presente es sometido a agitación, y en donde la producción de las piezas moldeadas incluye por lo menos un proceso de prensado en caliente.

5 Al respecto, la invención tiene en cuenta que la resistencia de los materiales metálicos frente a la corrosión depende en primera línea de su composición. Además, el procedimiento de la producción y las propiedades de superficie tienen una influencia determinante sobre la resistencia de las piezas constructivas frente a la corrosión. Los materiales basados en cobre con una proporción de cobre de por lo menos el 84% en peso, como también con proporciones incluidas en la aleación, de estaño (entre el 2 y el 8% en peso), zinc (entre el 2,5 y el 13 % en peso) como también
10 opcionalmente hasta un 0,6% del peso de níquel y fósforo, presentan una muy buena resistencia a la corrosión en un entorno acuoso. Por lo general, las piezas coladas hechas con estos materiales tienen granos gruesos, de forma de aguja, y son difíciles de conformar en caliente. Sin embargo, mediante un acondicionamiento adecuado del material durante el proceso de fusión y colada es posible ajustar un grano más fino, sin necesidad de añadir en la aleación elementos adicionales como por ejemplo plomo en proporciones superiores al 0,25% en peso, bismuto, boro o circonio. De acuerdo con la invención, en el material se obtiene por ajuste una microestructura de grano fino, para lo cual, durante el proceso de la solidificación la masa fundida remanente presente es sometida a agitación. Es preferible que esto tenga lugar mediante una agitación, de manera especialmente preferible mediante la agitación electromagnética de la masa fundida remanente, durante el proceso de la solidificación. La solidificación de la masa fundida de la aleación tiene lugar en un intervalo de temperaturas. Al enfriarse la masa fundida y cuando la
20 temperatura desciende por debajo de un valor determinado durante el proceso de la solidificación, se forman en primer término precipitaciones iniciales. Al continuar el enfriamiento, en estos lugares de semilla pueden crecer estructuras cristalinas dendríticas. Por el hecho de que durante la totalidad del proceso de la solidificación la masa fundida presentes en cada caso se mezcla por agitación y se le inculca un movimiento interno, se impide que pueda formarse una microestructura de colada típica con cristales de tipo tallo. En lugar de ello, se forma una microestructura de granos pequeños solidificados dendríticos parcialmente globulares. La microestructura de grano fino mejora la conformabilidad del material. Por lo tanto, los materiales acondicionados de esta manera pueden utilizarse para producir piezas moldeadas, pudiendo la producción de las piezas moldeadas tener lugar de una manera similar a la producción de piezas moldeadas hechas de materiales latón. En especial, la producción de piezas moldeadas incluye una etapa de prensado en caliente. A diferencia de las partes constructivas moldeadas coladas las piezas moldeadas producidas mediante (prensado en caliente) en estampa o bien forja libre se destacan por una microestructura compacta homogénea y una superficie lisa. Al mismo tiempo, debido a la composición del material presentan una muy buena resistencia contra la corrosión.

35 El contenido máximo de fósforo en la aleación de cobre es del 0,04% en peso. En una configuración especialmente preferida de la invención, el contenido de fósforo puede representar a lo sumo el 0,01% en peso. El fósforo permite una mejor colabilidad. Sin embargo, al aumentar el contenido de fósforo decae la conformabilidad en caliente. Por lo tanto, la producción de las piezas moldeadas mediante un proceso de prensado en caliente será tanto más segura cuanto menor sea el fósforo contenido en la aleación.

40 Otro aspecto de la invención incluye piezas moldeadas hechas de una aleación de cobre con la siguiente composición, expresada en porcentaje de peso:

45 Sn: del 2 al 8%,
Zn: del 2,5 al 13%,
Pb: menos del 0,25 %,

50 opcionalmente Ni hasta a lo sumo el 0,6%, opcionalmente fósforo hasta a lo sumo el 0,04 %, siendo el resto Cu, pero con un contenido de por lo menos el 84 %, como también las impurezas inevitables, presentando el material en estado de colada una microestructura de grano fino con una granulometría media inferior a 1 mm, que se ajusta por hecho que durante el proceso de solidificación la masa fundida remanente presente es mezclado bajo agitación, y en donde las piezas moldeadas se producen mediante por lo menos un proceso de prensado en caliente.

55 Al respecto, el proceso parte de la base de que la microestructura de los materiales metálicos la determinan la composición y el proceso de producción. A partir de materiales que contienen cobre con una proporción del cobre de por lo menos el 84% en peso como también proporciones de aleación de estaño (entre el 2 y el 8% en peso), zinc (entre el 2,5 y el 13 % en peso) como también opcionalmente hasta el 0,6 % en peso de níquel, se fabrican las piezas coladas predominantemente por medio de colada. Las piezas coladas hechas con estos materiales tienen por lo general un grano grueso, de forma de aguja, una superficie rugosa y son difíciles de maquinarse mediante viruteado. Sin embargo, mediante un acondicionamiento adecuado del material durante el proceso de fusión y colada es posible
60 ajustar un grano fino, sin que sea necesario añadir en la aleación elementos adicionales tales como por ejemplo plomo en proporciones superiores al 0,25 % en peso, bismuto o circonio. De acuerdo con la invención, en el material se ajusta una microestructura de grano fino, para lo cual, durante el proceso de la solidificación se pone la masa fundida remanente presente bajo agitación. Es preferible que esto tenga lugar mediante agitación, de manera especialmente preferible mediante agitación electromagnética de la masa fundida remanente durante el proceso de la solidificación.
65 La microestructura de grano fino mejora la conformabilidad del material. La producción de partes moldeadas hechas con materiales acondicionados de esta manera puede entonces efectuarse de una manera similar a la producción de

piezas moldeadas hechas de materiales latón. En especial, la producción de partes moldeadas incluye una etapa de prensado en caliente. A diferencia de las partes constructivas moldeadas coladas las piezas moldeadas producidas mediante (prensado en caliente) en estampa o bien forja libre se destacan por una microestructura compacta homogénea, una mayor estabilidad dimensional y una superficie lisa. Al mismo tiempo, debido a la composición del material presentan una muy buena resistencia contra la corrosión. Por ello se prefieren las piezas moldeadas fabricadas mediante prensado en caliente o bien forja a las piezas fundidas.

Otro aspecto de la invención abarca la utilización de piezas moldeadas hecha de una aleación basada en cobre con la siguiente composición expresada en % en peso:

Sn: del 2 al 8 %,
Zn: del 2,5 al 13%,
Pb: menos del 0,25 %,

opcionalmente Ni hasta a lo sumo el 0,6 %, opcionalmente fósforo hasta a lo sumo el 0,04 %, siendo el resto Cu, pero con un contenido mínimo del 84 %, como también impurezas inevitables en sistemas conductores de agua, presentando el material en estado de colada una microestructura de grano fino con una granulometría media inferior a 1 mm, que se ajusta, para lo cual, durante el proceso de la solidificación se pone la masa fundida remanente presente bajo agitación, y en donde las piezas moldeadas se producen mediante por lo menos un proceso de prensado en caliente.

Al respecto, el proceso parte teniendo en cuenta, que la resistencia de los materiales metálicos frente a la corrosión depende en primera línea de su composición. Además, el procedimiento para la producción y la apariencia de la superficie tienen una influencia determinante sobre la resistencia de los componentes constructivos frente a la corrosión. Los materiales basados en cobre con una proporción de cobre de por lo menos el 84 % en peso como también proporciones de aleación de estaño (de entre el 2 y el 8 % en peso), de zinc (entre el 2,5 y el 13 % en peso) como también opcionalmente hasta el 0,6 % en peso de níquel, tienen una resistencia muy buena a la corrosión en entornos acuosos. Por ello, a partir de estos materiales se fabrican piezas moldeadas, que se utilizan como piezas de grifería, conectores y similares en sistemas conductores de agua. Las piezas moldeadas hechas con estos materiales tienen por lo general un grano grueso de forma de aguja y una superficie rugosa. Por lo demás, son difíciles de maquinar por viruteado, por lo que la apariencia de la superficie de colada por lo general suele dejarse así. En el caso de componentes constructivos atravesados por fluidos la consecuencia de ello consiste en fluidos más ruidosos y en obstáculos al paso de los fluidos. Sin embargo, mediante un acondicionamiento adecuado del material durante el proceso de fusión y colada es posible obtener un grano más fino mediante un ajuste, sin que sea necesario incorporar en la aleación elementos adicionales tales como plomo en proporciones superiores al 0,25 % en peso, bismuto, boro o circonio. De acuerdo con la invención, en el material se ajusta una microestructura de grano fino, para lo cual, durante el proceso de la solidificación se pone la masa fundida remanente presente bajo agitación. Es preferible que esto tenga lugar mediante agitación, de manera especialmente preferible mediante agitación electromagnética de la masa fundida remanente durante el proceso de la solidificación. La microestructura de grano fino mejora la conformabilidad del material. Como consecuencia de ello, es posible utilizar materiales acondicionados de esta manera para la producción de piezas moldeadas, en donde la producción de las piezas moldeadas puede efectuarse de una manera similar a la producción de piezas moldeadas hechas de materiales latón. En especial, la producción de partes moldeadas incluye una etapa de prensado en caliente. A diferencia de las partes constructivas coladas las piezas moldeadas producidas mediante (prensado en caliente) en estampa o bien forja libre se destacan por una microestructura compacta homogénea, una mejor estabilidad dimensional y una superficie lisa. Al mismo tiempo, debido a la composición del material presentan una muy buena resistencia contra la corrosión.

Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para producir piezas moldeadas hechas de una aleación de cobre de la siguiente composición en % en peso:

Sn: del 2 al 8 %,
Zn: del 2,5 al 13 %,
Pb: menos del 0,25 %,

opcionalmente Ni hasta a lo sumo el 0,6 %, opcionalmente fósforo hasta a lo sumo el 0,04 %, siendo el resto Cu, pero con un contenido mínimo del 84 %, como también las impurezas inevitables, en donde el procedimiento incluye por lo menos las siguientes etapas:

- a) fusión de la aleación;
- b) colada continua de productos semiacabados (barras, barras huecas, perfiles o alambre);
- c) tronzado de los productos semiacabados en piezas en bruto para prensado;
- d) calentamiento de las piezas en bruto para prensado a una temperatura adecuada;
- e) prensado de las piezas en bruto para prensado en estado caliente, obteniéndose piezas moldeadas,

y en donde en el material se ajusta una microestructura de grano fino con una granulometría inferior a 1 mm, para lo cual, durante el proceso de la solidificación se pone la masa fundida remanente presente bajo agitación.

Al respecto, el proceso parte teniendo en cuenta, que la maquinabilidad de los materiales metálicos la determina su composición y las condiciones durante el proceso de la fabricación. Los materiales basados en cobre con una proporción de cobre de por lo menos el 84 % en peso como también proporciones de aleación de estaño entre el 2 y 8 % en peso, de zinc entre el 2,5 y el 13 % en peso, como también opcionalmente hasta el 0,6 % en peso de níquel se utilizan predominantemente para la producción de piezas moldeadas mediante colada. Las piezas de colada hechas con estos materiales tienen por lo general granos gruesos de forma de aguja. Sin embargo, mediante un acondicionamiento adecuado del material durante el proceso de fusión y colada es posible ajustar un grano fino, sin que sea necesario introducir en la aleación elementos adicionales tales como por ejemplo plomo en proporciones superiores a 0,25% de peso, bismuto, boro o circonio. De acuerdo con la invención, en el material se ajusta una microestructura de grano fino, para lo cual, durante el proceso de la solidificación se pone la masa fundida remanente presente bajo agitación. Es preferible que esto tenga lugar mediante agitación, de manera especialmente preferible mediante agitación electromagnética de la masa fundida remanente durante el proceso de la solidificación. La microestructura de grano fino mejora la conformabilidad del material. La producción de partes moldeadas hechas con materiales acondicionados de esta manera puede entonces efectuarse de una manera similar a la producción de piezas moldeadas hechas de materiales latón. En especial, la producción de piezas moldeadas incluye las siguientes etapas:

- a) fusión de la aleación;
- b) colada continua de productos semiacabados (barras, barras huecas, perfiles o alambre);
- c) trozado de los productos semiacabados obteniéndose piezas en bruto de prensado;
- d) calentamiento de las piezas en bruto de prensado a temperaturas entre 750° C y 850° C;
- e) prensado de las piezas en bruto de prensado en estado caliente de manera de obtener piezas moldeadas.

La temperatura que se alcanza en la etapa d), debería elegirse de manera tal que el material todavía no sea convertido a su estado tixotrópico. A diferencia de las partes constructivas coladas las piezas moldeadas producidas mediante (prensado en caliente) en estampa o bien forja libre se destacan por una microestructura compacta homogénea, una estabilidad dimensional mejorada y una superficie lisa. La conformabilidad del bronce en frío es peor que la conformabilidad del latón en frío. Por ello es ventajoso dimensionar en la etapa b) del procedimiento los productos semiacabados de manera tal que entre la colada continua en la etapa de procedimiento b) y el prensado en caliente en la etapa de procedimiento b) no se requiera ninguna conformación en frío. De una manera especialmente ventajosa, deben elegirse las secciones transversales de los productos semiacabados colados de manera tal que las piezas en bruto para prensado recortadas a partir de los productos semiacabados tengan una forma y dimensión favorables para el proceso del prensado en caliente.

Las piezas en bruto para prensado de la aleación antes del proceso del prensado en caliente presentan una microestructura con una granulometría media inferior a 1 mm. Dado que entre la colada de los productos semiacabados en la etapa de procedimiento d) y el prensado en caliente en la etapa de procedimiento e) es preferible que no haya ninguna etapa de procedimiento que reduzca el tamaño granulométrico del material, debería el acondicionamiento del material durante el procedimiento de fusión y colada tener lugar de manera tal que ya en el estado de colada el material presente una microestructura con un tamaño granulométrico inferior a 1 mm. Cuanto menor sea el tamaño de los granos, tanto mayor será la cantidad de límites granulares disponibles durante el proceso del prensado en caliente en forma de planos de deslizamiento. Además, la deformación práctica se distribuye mejor sobre el conjunto de los granos. De esto resulta una recristalización uniforme de la microestructura en las zonas de conformación.

De manera ventajosa, es posible someter las piezas de colada entre las etapas de procedimiento b) y d) a un tratamiento térmico. De esta manera se homogeneiza el material y es posible contrarrestar los efectos de segregación, y las fases dobles, típicos de las coladas. De esta manera es posible lograr una morfología de la microestructura que se acerca a la morfología de una estructura de amasado.

En otra modalidad ventajosa del proceso, después de la etapa de procedimiento b) el producto semiacabado colado puede ser sometido a tratamiento ultrasónico para remover la capa exterior del material. De esta manera es posible remover impurezas o segregaciones indeseadas, que pueden encontrarse en la piel de colado. En tal caso ya no influirán sobre las etapas de maquinado subsiguientes y es posible mejorar más aun la calidad del producto final.

En una configuración preferida de la invención, es posible maquinar las piezas moldeadas después de la etapa de procedimiento e) mediante un proceso de viruteado. De esa manera es posible establecer el contorno final de la parte moldeada. Además, es posible mejorar la calidad de la superficie de la parte moldeada. Mediante el prensado en caliente en la etapa de procedimiento e) los granos de la microestructura del material se hacen muy finos y se influye favorablemente sobre la aptitud para el viruteado.

La invención se explica seguidamente con ayuda de los siguientes ejemplos de realización, haciéndose referencia a las figuras adjuntas

En las Figuras:

La Figura 1 muestra una sección longitudinal a través de un cuerpo de colada, mediante cuya ayuda se demuestra el efecto del acondicionamiento de la masa fundida;
 la Figura 2 muestra un diagrama en el que se han registrado las curvas de fluencia que fueron determinadas mediante ensayos efectuados con plastómetro de torsión a 750° C en diferentes variantes de bronce;
 la Figura 3 es una fotografía de las áreas de ruptura de bronce que contiene plomo, que ha sido colado sin agitar la masa fundida;
 la Figura 4 es una fotografía de las áreas de ruptura de bronce libre de plomo, que ha sido colado sin agitar la masa fundida; y
 la Figura 5 es una fotografía de las áreas de ruptura de bronce libre de plomo, que ha sido colado bajo agitación electromagnética de la masa fundida.

En una instalación de colada continua de precisión se coló una masa fundida con la siguiente composición; (expresada en % en peso) Sn: 4,5 %, Zn: 5,4 %, Pb: 0,08 %, Ni: 0,4 %, P: 0,04 %, resto Cu e impurezas inevitables, que entre otros contenían 0,01 % en peso de Fe, obteniéndose barras con un diámetro de 24 mm. Esta aleación puede llevar la denominación de "bronce libre de plomo". Al inicio del proceso de colada no se tomó ninguna medida especial para acondicionar la masa fundida. Después de haberse colado una longitud de colada de aproximadamente 200 cm, se empezó, sin interrumpir el proceso de colada, con el acondicionamiento de la masa fundida mediante agitación electromagnética. De esta manera se generó un cuerpo de colada, en el que puede demostrarse directamente la influencia de la agitación sobre la microestructura de la masa fundida. En la Figura 1 se muestra un corte longitudinal a través del cuerpo de colada 1. En la sección del cuerpo de colada, que fue colado sin ningún acondicionamiento especial de la masa fundida, la microestructura se corresponde a la microestructura de colada típica con cristales de tallo 21, y consiste en granos dendriticamente solidificados de un tamaño de varios milímetros. En la Figura 1, puede reconocerse esta sección 2 del cuerpo de colada 1 en la región izquierda de la Figura. Al iniciarse la agitación electromagnética disminuye manifiestamente el tamaño de los granos dentro de una breve región de transición. En la Figura 1, el punto designado con el número de referencia 3, corresponde al inicio de la agitación electromagnética en el proceso de colada. La zona de transición, en la que disminuye manifiestamente el tamaño de los granos, lleva el número de referencia 31. Después de la región de transición 31 se empalma una sección 4 en la que se encuentra presente una microestructura parcialmente dendrítica, parcialmente globular. La dilatación de los granos dendriticamente solidificados 41 es, lo mismo que los globulares, manifiestamente inferior a 1 mm. Ya no se observan cristales de tipo tallo.

El bronce libre de plomo colado bajo agitación electromagnética, se lleva a recocido a 350° C, 550° C y 750° C. A una temperatura de recocido de 350° C todavía no se presenta ninguna modificación significativa de la microestructura. A 550° C desaparecen las fases duales, pero los efectos de segregación todavía pueden reconocerse. Recién a los 750° C desaparecen estas segregaciones, la estructura dendrítica se ha resuelto por completo a favor de granos más homogéneos, más equiaxiales. En ninguno de los tratamientos térmicos se presentó un aumento significativo de la condición de grosor de los granos. El tamaño de los granos siempre se mantuvo inferior a 1 mm.

Con ayuda de ensayos efectuados con un plastómetro de torsión pudo demostrarse que el bronce libre de plomo, cuya microestructura fue acondicionada mediante agitación electromagnética durante el proceso de la colada, permite grados de conformación muy elevados durante la conformación en caliente. Bajo temperaturas de conformación de entre 750° C y 850° C pudieron obtenerse grados de conformación de hasta $\phi = 0,5$. En el caso de bronce libre de plomo colado de acuerdo con el estado de la técnica, se han logrado grados de conformación de a lo sumo $\phi = 0,15$, en el caso de bronce con plomo solamente se han logrado grados de conformación de a lo sumo $\phi = 0,03$. En la Figura 2 se documentan los resultados de estos ensayos. Son ejemplos las curvas de fluencia determinados a 750° C para el bronce libre de plomo (Muestras 1a y 1b), bronce libre de plomo (Muestras 2a y 2b) y bronce libre de plomo, que ha sido sometido a agitación electromagnética (Muestras 3a y 3b). Se ha registrado la tensión de fluencia, calculada como el momento de giro calculado del plastómetro de torsión, con respecto al grado de conformación ϕ , calculada a partir del ángulo de giro del plastómetro. Lo mismo que en el caso de los diagramas de tensión-deformación se presenta inicialmente una curva con un desarrollo de ascenso empinado, que reproduce el comportamiento elástico del material. Con el material empieza a fluir plásticamente, las curvas se desarrollan en forma más plana y presentan una transición a una meseta aproximadamente horizontal. La ruptura de la muestra se manifieste finalmente en una caída repentina de la tensión de fluencia.

Las Figuras 3 y 4 muestran las áreas de ruptura de los cuerpos de colada en los que se llevaron a cabo los ensayos de torsión. La Figura 3 muestra el cuerpo de muestra de bronce que contiene plomo, como referencia. Pueden reconocerse claramente los cristales de tallo de la microestructura de la colada. La Figura 4 muestra el cuerpo de ensayo de bronce libre de plomo, que había sido colado sin agitación. Las áreas de ruptura se diferencian solamente en un grado reducido respecto a las áreas de ruptura del bronce que contiene plomo de la Figura 3. También en este caso pueden reconocerse claramente los cristales de tallo de la microestructura de colada. La Figura 5 muestra el cuerpo de ensayo de bronce libre de plomo que ha sido colado bajo agitación electromagnética. Las áreas de ruptura muestran una topología de grano fino; no pueden reconocerse cristales de tallo.

A partir del bronce libre de plomo, que ha sido sometido a agitación electromagnética, se prepararon mediante forjado de estampado (prensado en caliente) piezas moldeadas para instalaciones de agua. En contra de todas las

previsiones, este bronce libre de plomo pudo ser maquinado sin problemas significativos mediante forjado en estampa obteniéndose cuerpos huecos.

5 Como medidas alternativas para acondicionar la masa fundida mediante agitación electromagnética también es posible utilizar procedimientos tales como agitación mecánica, excitación por ultrasonido, insuflado de gas o métodos similares, que tienen como efecto una fineza de los granos de la microestructura de colada sin adición de otros componentes en la aleación.

Lista de números de referencia

- | | | |
|----|----|--|
| 10 | 1 | Cuerpo de colada |
| | 2 | Sección con estructura cristalina de colada sin agitación electromagnética |
| | 21 | Cristal de tallo |
| | 3 | Inicio de la agitación electromagnética |
| | 31 | Región de transición |
| 15 | 4 | Sección con microestructura de colada con agitación electromagnética |
| | 41 | Granos en microestructura de colada con agitación electromagnética |

REIVINDICACIONES

1. Utilización de una aleación de cobre de la siguiente composición [expresada en % en peso]:

- 5 Sn: del 2 al 8 %,
Zn: del 2,5 al 13 %,
Pb: menos del 0,25 %, opcionalmente Ni hasta a lo sumo el 0,6 %, opcionalmente fósforo hasta a lo sumo el 0,04 %, siendo el resto Cu,
- 10

pero con un contenido mínimo del 84 %, como también las impurezas inevitables, para la producción de piezas moldeadas, **caracterizada por que**, en estado de colada, el material presenta una microestructura de grano fino con una granulometría media inferior a 1 mm, que se ajusta poniendo bajo agitación, durante el proceso de la solidificación, a la masa fundida remanente presente, y por que la producción de las piezas moldeadas incluye por lo menos un proceso de prensado en caliente.

15

2. Utilización de una aleación de cobre según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el contenido máximo de fósforo es del 0,04 % en peso.

20

3. Utilización de una aleación de cobre según la reivindicación 2, **caracterizada por que** el contenido máximo de fósforo es del 0,01 % en peso.

4. Piezas moldeadas de una aleación de cobre de la siguiente composición [expresada en % en peso]:

- 25 Sn: del 2 al 8 %,
Zn: del 2,5 al 13 %,
Pb: menos del 0,25 %, opcionalmente Ni hasta a lo sumo el 0,6 %, opcionalmente fósforo hasta a lo sumo el 0,04 %, siendo el resto Cu, pero con un contenido mínimo del 84 %, como también las impurezas inevitables, **caracterizadas por que** en estado de colada el material presenta una microestructura de grano fino con una granulometría media inferior a 1 mm, que se ajusta poniendo bajo agitación, durante el proceso de la solidificación, a la masa fundida remanente presente, y por que las piezas moldeadas se producen mediante por lo menos un proceso de prensado en caliente.
- 30
- 35

5. Utilización de piezas moldeadas de una aleación de cobre de la siguiente composición [expresada en % en peso]:

- 40 Sn: del 2 al 8 %,
Zn: del 2,5 al 13 %,
Pb: menos del 0,25 %, opcionalmente Ni hasta a lo sumo el 0,6 %, opcionalmente fósforo hasta a lo sumo el 0,04 %, siendo el resto Cu, pero con un contenido mínimo del 84 %, como también las impurezas inevitables, en sistemas conductores de agua, **caracterizada por que** en estado de colada el material presenta una microestructura de grano fino con una granulometría media inferior a 1 mm que se ajusta poniendo bajo agitación, durante el proceso de la solidificación, a la masa fundida remanente presente, y por que las piezas moldeadas se producen mediante por lo menos un proceso de prensado en caliente.
- 45

6. Procedimiento para la fabricación de piezas moldeadas de una aleación de cobre de la siguiente composición [expresada en % en peso]:

- 50 Sn: del 2 al 8 %,
Zn: del 2,5 al 13 %,
Pb: menos del 0,25 %, opcionalmente Ni hasta a lo sumo el 0,6 %, opcionalmente fósforo hasta a lo sumo el 0,04 %, siendo el resto Cu, pero con un contenido mínimo del 84 %, como también las impurezas inevitables, **caracterizado por que** el procedimiento incluye las siguientes etapas:
- 55
- 60 a) fusión de la aleación;
b) colada continua de productos semiacabados;
c) trozado de los productos semiacabados obteniéndose piezas en bruto para prensado;
d) calentamiento de las piezas en bruto para prensado a temperatura adecuada;
e) prensado de las piezas en bruto para prensado en estado caliente de manera de obtener piezas moldeadas,
- 65

y **por que** en el material se ajusta una microestructura de grano fino con una granulometría media inferior a 1 mm, para lo cual, durante el proceso de la solidificación se pone la masa fundida remanente presente bajo agitación.

5 7. Procedimiento para la fabricación de piezas moldeadas según la reivindicación 6, **caracterizado por que**, antes del proceso del prensado en caliente, las piezas en bruto para el prensado de la aleación presentan una microestructura con una granulometría media inferior a 1 mm.

10 8. Procedimiento para la fabricación de piezas moldeadas según una de las reivindicaciones 6 ó 7, **caracterizado por que** después de la etapa de procedimiento d) los productos semiacabados colados son sometidos a un tratamiento térmico para homogeneizar la microestructura.

15 9. Procedimiento para la fabricación de piezas moldeadas según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** después de la etapa de procedimiento b) los productos semiacabados colados son sometidos a un tratamiento ultrasónico para remover la capa exterior del material.

20 10. Procedimiento para la fabricación de piezas moldeadas según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado por que** después de la etapa de procedimiento e) las piezas moldeadas se someten a un proceso de maquinado por viruteado.

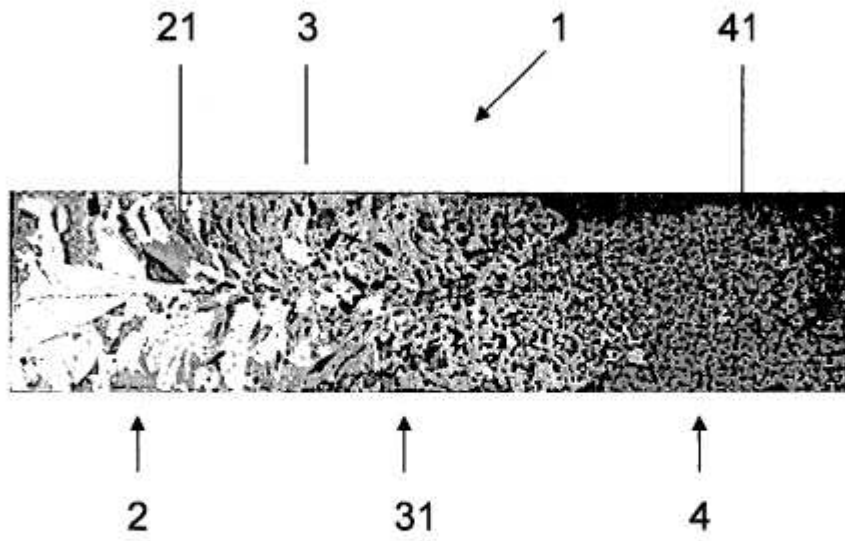


Fig. 1

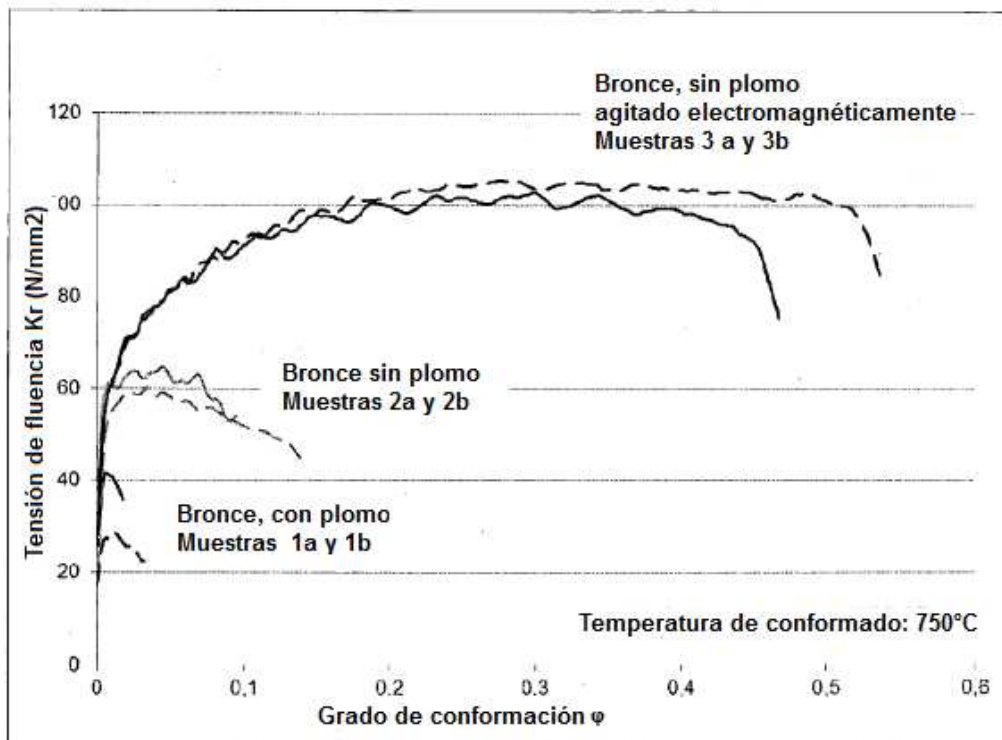


Fig 2

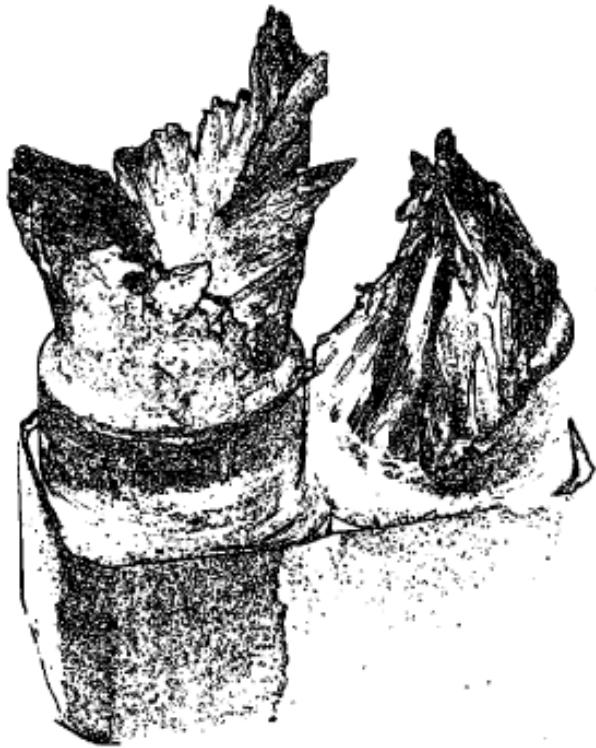


Fig. 3

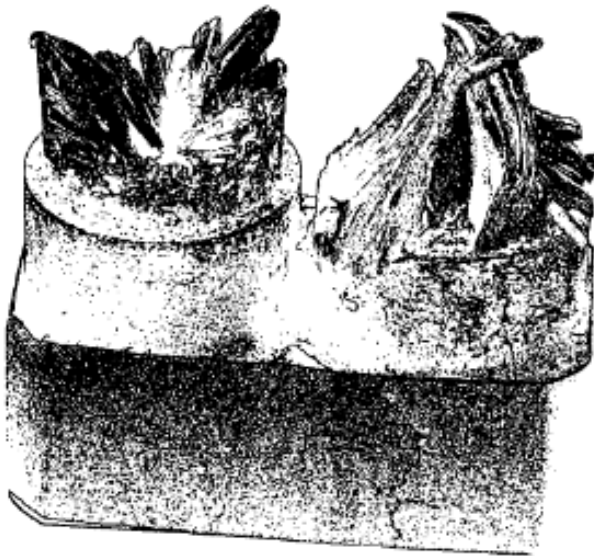


Fig. 4

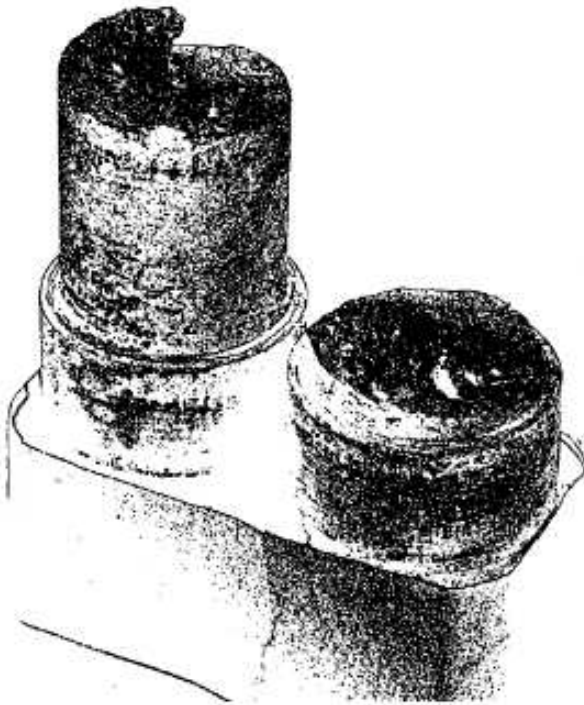


Fig. 5