



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 271 820**

(51) Int. Cl.:
C22C 9/04 (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04356098 .6**
(86) Fecha de presentación : **16.06.2004**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1489194**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **22.12.2004**

(54) Título: **Procedimiento de fabricación de semiproductos a base de aleaciones de CuZnPbSn destinados a la deformación en caliente.**

(30) Prioridad: **17.06.2003 FR 03 07267**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

(73) Titular/es: **TREFIMETAUX**
11 bis, rue de l'Hôtel de Ville
92400 Courbevoie, FR

(72) Inventor/es: **Borhan Tavakoli, Abbas y**
Welter, Jean-Marie

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Procedimiento de fabricación de semiproductos a base de aleaciones de CuZnPbSn destinados a la deformación en caliente.

Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de las aleaciones a base de cobre para el estampado en caliente, destinadas a la fabricación de piezas utilizadas esencialmente en las canalizaciones de distribución de agua potable (grifos, válvulas, racores de unión).

Estado de la técnica

Actualmente, las aleaciones más utilizadas en este campo son, de acuerdo con la nomenclatura europea:

- a) Aleación tradicional para estampación: CW617N.
- b) Aleaciones resistentes a la descincificación, de las cuales la más utilizada corrientemente es el latón al arsénico: CW602N.
- c) Una familia de aleaciones de latón al estaño, patentada por su excelente plasticidad en caliente (patente europea nº EP 1 029 935 A1, publicada el 23.08.2000).

Además, se sabe que la adición de estaño a los latones puede mejorar su resistencia a la corrosión, como se menciona en la obra Metals Handbook, 9ª edición, volumen 3, Corrosión (1987), y puede presentar un carácter γ -geno del estaño en los latones tradicionales dúplex α - β , como se menciona en la obra de H. O. Hofmann "Metallurgy of copper", McGraw-Hill Book Company, Inc. (1924). El documento de la patente EP 0947592 A1 describe una familia de aleaciones de latón al estaño y su procedimiento de fabricación, que comprende una etapa de estirado a temperaturas entre 480 y 650°C.

Problemas planteados

Entre estas aleaciones, la aleación tradicional de estampación CW617N presenta los inconvenientes siguientes:

- a) resistencia extremadamente débil a la descincificación;
- b) capacidad de mecanización mediana.

En cuanto a las aleaciones de latón al arsénico, resistentes a la descincificación, presentan los inconvenientes siguientes:

- a) mal mecanizado (fragmentación de virutas);
- b) calidad de fabricación difícil, que necesita la realización de un tratamiento térmico antes de la entrega de las barras y otro después de la estampación (grifos, válvulas, racores);
- c) tasa de liberación del plomo en agua elevada.

Por último, por lo que se refiere a las aleaciones de latón al estaño patentadas por su excelente plasticidad en caliente, presentan los inconvenientes siguientes:

a) Dificultad de capacidad de fluir muy alta en el intervalo de temperatura recomendado para la estampación, respecto de la aleación CW617N (un orden de magnitud diferente).

b) Susceptibilidad importante en cuanto a la temperatura de estampación; dicho de otro modo, para asegurar la buena maleabilidad en caliente, la temperatura de estampación ha de ser muy estable ($\pm 20^\circ\text{C}$), lo que necesita la sustitución de los modos tradicionales de calentamiento por matrices calentadoras incorporadas en las prensas.

Como consecuencia de los puntos a) y b) que se acaban de citar, el empleo de latones al estaño, objeto de la patente previamente mencionada, necesita la modificación estructural de las prensas de estampación existentes.

Objeto de la invención

Las aleaciones según la invención se destinan a la fabricación de piezas utilizadas esencialmente en las canalizaciones de distribución de agua potable (grifos, válvulas, racores) y están dirigidas a satisfacer simultáneamente las siguientes condiciones:

- 1) Procedimiento de elaboración simple y económico.
- 2) Resistencia a la descincificación muy buena.
- 3) Mecanizado (fragmentación de virutas) muy bueno.
- 4) Forjabilidad muy buena (débil resistencia a la deformación y buena maleabilidad en caliente)
- 5) Sin efectos nefastos sobre la tasa de liberación del plomo en el agua potable.

Esta última condición está motivada por las nuevas reglamentaciones que se refieren a la calidad del agua potable.

Descripción de la invención

Un objeto de la invención está constituido por el procedimiento de fabricación de un semifabricado según la reivindicación 1, procedimiento que comprende, típicamente, una etapa de estirado, no estando seguida la misma por una etapa de tratamiento térmico. En este sentido, el procedimiento según la invención es, por lo tanto, especialmente económico.

La solicitante ha observado que las aleaciones de latón al estaño según la invención presentaban, respecto de las aleaciones de la técnica anterior utilizadas para las mismas aplicaciones, la combinación óptima de las características requeridas. En efecto, estas aleaciones según la invención se caracterizan por la presencia simultánea de las propiedades que se describen a continuación:

- Excelente resistencia a la descincificación.
- Mecanizado (fragmentación de virutas) muy bueno.
- Excelente forjabilidad en caliente.
- Sin efectos nefastos sobre la tasa de liberación del plomo en el agua potable.
- Calidad de fabricación sencilla y económica (sin necesidad de proceder a un tratamiento térmico ni por el fabricante de latón ni en los estampadores tras el estampado de las piezas).
- Reciclado sencillo.

Las propiedades de las aleaciones según la invención se deberían, principalmente, a la elección de la composición y sobre todo al intervalo bien escogido del contenido en estaño.

En el marco de sus trabajos, la solicitante ha emitido la hipótesis siguiente para explicar el efecto beneficioso del estaño. El mecanismo en juego sería el siguiente: una vez añadido el estaño, fuertemente " γ -geno", al latón, provocaría la formación de la nueva fase γ en el seno de la microestructura dúplex $\alpha\beta'$. Esta formación se haría en detrimento de la fase β' , como se ilustra en la figura 1. A causa de la elevada solubilidad del estaño en la fase " γ ", la formación de ésta se acompañaría de un fenómeno, de cinética muy rápida, de bombeo del estaño de la matriz (fases α y β'), como se ilustra en la figura 2.

Así, la presencia de estaño en el seno de la fase " γ " conduciría a:

- una disminución del potencial de corrosión de " γ " lo que se traduciría en un aumento de la susceptibilidad a la corrosión de esta fase. En consecuencia, en presencia de un medio corrosivo, la fase " γ " sería atacada con preferencia, (comienzo de la corrosión), protegiendo al resto de la matriz. Dicho de otro modo, la fase " γ " desempeñaría el papel de ánodo "de sacrificio" y protegería al resto de la aleación;
- una cinética lenta de corrosión (progresión del frente de descincificación). Así, a causa de esta disminución de la cinética (y a pesar de la susceptibilidad a la corrosión muy elevada de la fase " γ "), la intensidad global de la descincificación de las aleaciones que contienen estaño según la invención, se encontraría disminuida de manera significativa.

Sin embargo, para obtener las propiedades buscadas según la invención, la fase " γ " debe, por una parte, estar presente en una débil cantidad relativa, como se ilustra en la figura 1, y, por otra, debe presentar una morfología fina y discontinua, como aparece en la figura 2. En efecto, la figura 2 muestra que la fase " γ " está presente en la junta de grano entre las fases α y β' , en un débil espesor, y que es discontinua, puesto que está ausente en las otras dos uniones de las fases α y β' , (a derecha e izquierda), presentadas en la figura 2.

Además, en el marco de sus investigaciones, la solicitante ha podido demostrar el nefasto papel del arsénico en los latones al plomo, en lo que se refiere a la liberación de plomo. En efecto, si bien se sabe que el arsénico presente en los latones al plomo se sitúa en la zona de las uniones de grano, por el contrario, la solicitante ha encontrado, como

se ilustra esquemáticamente en la figura 4, que el arsénico tenía tendencia a migrar a la superficie y que, en un medio acuoso, siendo el arsénico más noble que el plomo ($E_{As} = 0,248 \text{ V}$; $E_{Pb} = -0,126 \text{ V}$), ello conducía a la formación de pilas electroquímicas entre el arsénico y las partículas de plomo, de modo que así se encontraría acelerada la disolución del plomo en el agua potable (tasa de liberación).

Descripción de las figuras

La figura 1 es un diagrama que da la evolución de los porcentajes en peso de las fases α , β' y γ en función de la concentración ponderal de estaño, siendo las aleaciones CuZnPbSn según la invención aquéllas para las cuales la cantidad de estaño en peso está comprendida entre 1,3 y 1,7%.

Este diagrama se ha obtenido a partir de las seis aleaciones siguientes, de contenido creciente en Sn:

% peso de Sn	% peso de Pb	% peso de Fe	% peso de Zn	% peso de Cu
0	2,16	0,19	38,6	Resto
0,59	2,06	0,20	39,9	Resto
1,13	2,12	0,19	39,1	Resto
1,71	2,19	0,17	38,5	Resto
2,19	2,08	0,20	38,1	Resto
2,73	2,02	0,18	37,5	Resto

La figura 2 es un diagrama que da la concentración ponderal en estaño de las fases α , β' y γ de las aleaciones CuZnPbSn según la invención, concentración obtenida en un corte micrográfico de un semiproducto obtenido según la aleación número 2 por análisis puntual con un microscopio de barrido. En ordenadas, figura el contenido ponderal en estaño y en abscisas figura la distancia en μm entre los diferentes puntos de análisis, distancia tomada según una línea recta desde un punto de origen tomado en una fase α , línea que corta sucesivamente, de izquierda a derecha las fases α/β' , $\alpha/\gamma/\beta'/\alpha$. Este diagrama pone en evidencia un fenómeno de bombeo del estaño de las fases α , β' por la fase γ .

La figura 3 es una fotografía destinada a poner en evidencia la maleabilidad en caliente de las aleaciones según la invención (aleaciones 2 y 4) mediante ensayos de aplastamiento de 55% (discos superiores) y 80% (discos inferiores), realizados a 700, 750 y 825°C.

La figura 4 es un esquema que representa un corte de una pieza estampada según la invención, en contacto con el agua, explicación del mecanismo de acción aceleradora del arsénico sobre la tasa de liberación del plomo en agua potable.

La figura 5 es un esquema que retoma los elementos de la fotografía de la figura 3.

Descripción detallada de la invención

Según la invención, el contenido de estaño de la aleación CuZnPbSn puede estar comprendido entre 1,4 y 1,6%. El contenido de plomo puede estar comprendido entre 1,9 y 2,1%.

Por lo que se refiere a los elementos secundarios o en estado de trazas, el contenido de hierro puede ser inferior o igual a 0,2%.

Asimismo, el contenido de arsénico puede estar comprendido entre 5 y 500 ppm.

El contenido de aluminio puede estar comprendido entre 5 y 500 ppm.

El contenido de antimonio puede estar comprendido entre 5 y 100 ppm.

El contenido de silicio puede estar comprendido entre 5 y 500 ppm.

Otro objeto de la invención comprende los semiproductos obtenidos a partir de la aleación CuZnPbSn según la invención, en los cuales la microestructura de la aleación se compone de tres fases intermetálicas: α , β' y γ .

Mediante análisis de imágenes de la microestructura, se ha observado que el porcentaje de superficie de la fase γ de estos semiproductos puede estar comprendido entre 5 y 9% y que el porcentaje de área superficial de la fase β' puede estar comprendido entre 25 y 40%.

ES 2 271 820 T3

Como se ilustra en la tabla 3 del ejemplo 1, dicha aleación CuZnPbSn puede presentar una composición escogida de manera que, según la norma ISO 6509, dicho semiproducto obtenido a partir de dicha aleación presente una profundidad media de descincificación inferior a 200 μm , e incluso típicamente inferior a 150 μm , de tal modo que dicha aleación CuZnPbSn, que no contiene arsénico, es muy superior a la aleación CW617N e incluso se aproxima a los rendimientos de la aleación con arsénico CW602N.

Como se ilustra en la tabla 5 del ejemplo 2, dicha aleación CuZnPbSn puede presentar una composición escogida de manera que el semiproducto obtenido a partir de esta aleación presente, para una operación de perforación o taladrado efectuada en las condiciones habituales de mecanizado según la norma NF E66-520-7 de la edición 2000, un tamaño medio de virutas típicamente dos veces más pequeño que el obtenido con la aleación CW602N que es un latón al arsénico.

Como se ilustra en la tabla 7 del ejemplo 4 y en las figuras 3 y 5, dicha aleación CuZnPbSn puede presentar una composición escogida de manera que el ensayo de compresión en caliente según la norma ASTM E209-00 de la edición 2000, y realizado en el intervalo de 600°C a 750°C, no provoque ninguna fisura de dicho semiproducto obtenido a partir de esa aleación.

Así, los semiproductos según la invención presentan una gran libertad de deformación en caliente, tanto en lo que se refiere a la zona de temperatura como a la tasa de aplastamiento, sin que aparezcan fisuras o grietas, lo cual es, en la práctica, muy ventajoso.

Como se ilustra en la tabla 6 del ejemplo 3, dicha aleación CuZnPbSn de dicho semiproducto puede presentar una composición escogida de tal modo que la tasa de liberación del plomo en el agua potable sea inferior al umbral reglamentario según la Directiva europea 98/83/EC relativa a la calidad del agua destinada al consumo humano. Es importante notar también la tasa muy baja de liberación de Zn comparada con la de las aleaciones números 5 y 6.

Como se ilustra en la tabla 8 del ejemplo 4, dicha aleación CuZnPbSn puede presentar una composición escogida de tal modo que dicho semiproducto presente una maleabilidad en caliente elevada y de modo que su resistencia al aplastamiento sea inferior a la obtenida con la aleación CW602N y, preferentemente, dos veces menor que la de dicha aleación CW602N.

Ni que decir tiene que la potencia instalada en las máquinas o dispositivos de fabricación de los productos terminados, en particular cuando tal fabricación comprende una deformación del semiproducto por aplastamiento, será menor en el caso de los semiproductos de la invención que en el caso de los semiproductos del estado de la técnica formados a partir de las aleaciones números 5 y 6.

Otro objeto de la invención lo constituye el producto terminado obtenido a partir del semiproducto según la invención, siendo escogido típicamente el semiproducto entre: un grifo, una válvula, un racor.

Otro objeto de la invención lo constituye el procedimiento de fabricación del producto terminado según la invención, procedimiento en el cual se forma dicho producto terminado típicamente por deformación o mecanizado de dicho semiproducto, no comprendiendo dicho procedimiento la etapa de tratamiento térmico, lo cual es muy ventajoso y económico en la práctica respecto de los procedimientos comparables del estado de la técnica.

Otro objeto de la invención es la utilización de una aleación CuZnPbSn según la invención, o de un semiproducto según la invención u obtenido según la invención, para la fabricación de productos terminados o componentes utilizados para la distribución de agua sanitaria, tales como grifos, válvulas y racores.

Ejemplos de realización

La tabla 1 da las composiciones químicas de las aleaciones ensayadas según la invención (% en peso).

TABLA 1

Composición química (% en peso) de las aleaciones ensayadas según la invención

	Cu	Pb	Sn	Fe	Zn
Aleación 1	63,2	1,83	1,55	0,18	Resto
Aleación 2	61,2	2,04	1,57	0,17	Resto
Aleación 3	60,2	2,01	1,42	0,19	Resto
Aleación 4	59,1	1,82	1,51	0,18	Resto

ES 2 271 820 T3

TABLA 1 (continuación)

		Cu	Pb	Sn	Fe	Zn
5	Aleación 5 Aleación tradicional de estampación CW617N	59,5	1,95	0,22	0,21	Resto
10	Aleación 6* Aleación resistente a la descincificación CW602N	61,2	2,20	0,06	0,01	Resto
15	*La aleación 6 contiene 0,12% de arsénico					

Las aleaciones de la tabla 1 se realizaron según una calidad convencional que incluye las etapas recogidas en la tabla 2.

TABLA 2

Condiciones operatorias de fabricación de los latones ensayados

- Temperatura de colada: $T = 1060 \pm 20^{\circ}\text{C}$, $\varnothing$ rodillo = 110 mm
- Estirado inverso: $T = 700 \pm 20^{\circ}\text{C}$, tiempo de precalentamiento = 2 h, $\varnothing$ barras = 26 mm
- Relación de estirado = 94%

Ejemplo 1

En este ejemplo, se ha estudiado la influencia de la composición de la aleación en la descincificación.

Los ensayos de descincificación se han realizado en sentido longitudinal (sentido del estirado) según la norma ISO 6509. Las profundidades medias de descincificación se han medido con ayuda de un sistema de análisis de imágenes (media de veinte medidas).

La tabla 3 reúne los resultados de las medidas:

TABLA 3

Resultados de medidas de profundidad de descincificación

		Profundidad de descincificación (μm)	
		Media	Desviación típica
45	Aleación 1	750	27
50	Aleación 2	149	15
	Aleación 3	135	13
55	Aleación 4	146	17
	Aleación 5	1320	31
60	Aleación 6	80	10

Los resultados de esta tabla evidencian los puntos siguientes:

- 1) La aleación de referencia (aleación 6), es decir, la aleación CW602N, muestra la mejor resistencia a la descincificación. En efecto, esta resistencia es la consecuencia, por una parte, de la microestructura monofásica de esta aleación (100% alfa) y, por otra parte, de la presencia de arsénico en la aleación.

ES 2 271 820 T3

Sin embargo hay que notar que la aleación CW602N necesita la realización de dos tratamientos térmicos (a ~500°C), uno en el curso de su fabricación (en el fabricante de la aleación) y el otro después de la operación de estampación.

2) La aleación tradicional de estampación (aleación 5), es decir, la aleación CW617N, muestra la resistencia más débil a la descincificación.

3) La adición de estaño según la invención (aleaciones 2, 3 y 4) da resultados próximos a los obtenidos para la aleación indescincificable CW602N. Dicho de otro modo, la adición de estaño según la invención mejora significativamente la resistencia a la descincificación de los latones de estampación (comparación de las aleaciones números 2, 3 y 4 con la aleación número 5).

4) Puesto que la aleación número 1 tiene un contenido de cobre demasiado elevado (fuera del intervalo según la invención, es decir, 59,5 a 61,5% en peso), presenta una profundidad de descincificación casi cinco veces superior a las obtenidas para las aleaciones números 2, 3 y 4.

Ejemplo 2

En este ejemplo, se ha estudiado la aptitud para la mecanización de las aleaciones según la invención en comparación, por una parte, con la de la aleación CW617N y, por otra, con la de la aleación CW602N.

Los ensayos de mecanizado se han realizado en un banco de taladrado instrumentado y automatizado. Las condiciones operatorias utilizadas son las siguientes:

- Velocidad de corte (V_c) = 280 m/min
- Avance por vuelta (f) = 0,56 mm/vuelta
- Taladro:
 - Monobloque de carburo
 - Diámetro 10 mm
 - Profundidad de taladrado (pp) = 25 mm
- Lubricación: con ayuda de LACTUCUT 2, lubricante comercializado por TOTAL®

Los parámetros medidos eran la fuerza axial de taladrado y el tamaño medio de las virutas evaluado mediante un parámetro denominado “viruta media” (VM).

El parámetro VM se ha calculado de la siguiente forma:

Las virutas producidas en el taladrado se añaden a una serie de 7 tamices superpuestos, marcados del 1 al 7. La tabla 4 da el tamaño (en mm) de las aberturas de las mallas cuadradas de cada tamiz, así como un índice arbitrario que se refiere a él (índice del tamiz).

TABLA 4

Características de los tamices utilizado

Nº del tamiz	Abertura de las mallas (mm)	Índice del tamiz
1	2,5	7
2	2	6
3	1,6	5
4	1,25	4
5	0,9	3
6	0,56	2
7	0 (Fondo - sin abertura)	1

ES 2 271 820 T3

Los tamices se montan en un soporte vibratorio que se hace vibrar durante cinco minutos para cada operación de tamizado.

A continuación, se pesa el contenido de cada tamiz. El parámetro “viruta media” (VM) se calcula luego con ayuda de la siguiente ecuación:

$$V.M.(adimensional) = \frac{\sum_{i=1}^7 (I_i \times m_i)}{\sum_{i=1}^7 (m_i)}$$

donde: I_i = índice del tamiz número “i”; m_i = peso de las virutas del tamiz número “i”.

La fragmentación de las virutas obtenidas al taladrar una aleación es tanto mejor cuanto más pequeño es VM.

La tabla 5 reúne los resultados obtenidos. Cada parámetro se calcula con ayuda de la media de los resultados de cinco medidas diferentes.

TABLA 5

Resultados de los ensayos de mecanizado (taladrado)

	Fuerza de taladrado (N)	VM
Aleación 1	2739 ± 25	4,2 ± 0,2
Aleación 2	2940 ± 36	3,80 ± 0,2
Aleación 3	3082 ± 41	3,75 ± 0,1
Aleación 4	3193 ± 48	3,70 ± 0,2
Aleación 5	3232 ± 42	4,5 ± 0,2
Aleación 6	2642 ± 30	7,3 ± 0,2

Los resultados de la tabla 5 muestran que respecto de la aleación CW617N (nº 5), las aleaciones según la invención (números 2, 3 y 4) presentan a la vez un nivel de fuerza más débil y una fragmentación de las virutas bastante mejor.

En cuanto a la comparación con la aleación al arsénico, es decir la aleación CW602N (nº 6), se nota que las aleaciones según la invención presentan niveles de fuerza más elevados. Sin embargo, esta diferencia está ampliamente compensada por la excelente fragmentación de las virutas de los latones con estaño.

Ejemplo 3

En este ejemplo, se ha estudiado la liberación del plomo, del cobre y del zinc en el agua potable. Los ensayos de liberación se han realizado en un período de tres semanas utilizando la disolución de lavado “Old-BSI 7766” (DD 201-1991 de la British Standard Institution).

Los ensayos se han realizado sobre piezas metálicas mecanizadas en las barras de 26 mm de diámetro. La superficie útil de cada pieza (“*goder*”) es de 1,90 dm² y contiene 0,4 l de la disolución de lavado previamente citada.

Con el fin de evitar el fenómeno de la contaminación superficial de los godets por el plomo (formación de una fina película de este elemento en las superficies mecanizadas), el conjunto de los mismos ha experimentado un tratamiento superficial (tratamiento ECOWAVE® de la empresa KME).

Se hicieron tomas de muestras del agua en el curso de la tercera semana del ensayo, a razón de una toma de muestra cada 24 horas (de estancamiento).

Para cada elemento, se ha considerado para comparación la media de los 7 resultados obtenidos en el curso de la tercera semana del ensayo.

La tabla 6 presenta los resultados obtenidos para el plomo, el cobre y el zinc.

ES 2 271 820 T3

TABLA 6

Resultados de los ensayos de liberación

5		Tasa media de liberación ($\mu\text{g}/\text{dm}^2$)		
		Pb	Cu	Zn
10	Aleación 1	0,73	5,17	100,75
	Aleación 4	1,15	5,31	93,8
	Aleación 5	1,07	5,35	221,66.
15	Aleación 6	2,03	7,98	160,05

20 Se nota bien que la aleación según la invención (nº 4) produce menos liberación (Pb, Cu y Zn) que la aleación CW602N (aleación 6) y mucha menos liberación de Zn que la aleación CW617N (aleación 5).

Ejemplo 4

25 En este ejemplo, se ha estudiado la forjabilidad en caliente (aptitud al estampado en caliente) de las aleaciones según la invención.

Con el fin de evaluar la forjabilidad, se han realizado ensayos de aplastamiento en caliente con ayuda de una máquina de tracción. Las condiciones operatorias utilizadas son las siguientes:

- 30
- Geometría de las muestras: cilindros de 15 mm de diámetro y de 15 mm de altura.
 - Lubricación con ayuda de una barra de grafito.
 - 35 • Temperatura: 600, 700, 750 y 825°C.
 - Tasa de aplastamiento* (ε): 55 y 80%
- 40
- * $\varepsilon = [(H_0 - h) / H_0] 100\%$, donde H_0 y h son, respectivamente, las alturas de la muestra antes y después del ensayo de aplastamiento.
- Velocidad de deformación generalizada: $\dot{\varepsilon}^0 = 34 \text{ s}^{-1}$.

La forjabilidad se ha evaluado con ayuda de dos parámetros:

- 45 1) La resistencia a la deformación.

Ésta se ha medido directamente con la máquina de tracción. Refleja la potencia necesaria para la estampación de las muestras.

- 50 2) La maleabilidad en caliente.

Se evalúa “a ojo”, observando el aspecto exterior de los discos comprimidos (fisuras, piel de naranja, ...)

55 La tabla 7 reúne los resultados de los exámenes visuales de las muestras aplastadas en caliente. La figura 3 muestra la foto de una parte de los discos aplastados, mientras que la figura 5 es una representación esquemática de las muestras aplastadas que aparecen en la figura 3.

60

65

ES 2 271 820 T3

TABLA 7

Resultado de los ensayos de aplastamiento en caliente (+ : sin fisuras; - : fisurado)

T(°C)	Tasa de aplastamiento (%)	Nº de aleación					
		1	2	3	4	5	6
600	55	+	+	+	+	+	-
	80	-	+	+	+	-	-
700	55	+	+	+	+	+	-
	80	-	+	+	+	+	+
750	55	+	+	+	+	+	+
	80	-	+	+	+	-	-
825	55	+	+	+	+	-	+
	80	-	-	-	-	-	-

Se aprecia que, a diferencia de las aleaciones CW617N y CW602N, las aleaciones según la invención (números 2, 3 y 4), se estampan muy bien entre 600 y 750°C y ello para las dos tasas de aplastamiento ensayadas.

En cuanto a la resistencia a la deformación, (esfuerzo de aplastamiento en caliente), la tabla 8 resume los resultados obtenidos (expresados en kg) para una tasa de aplastamiento de 55%.

TABLA 8

Resultados de esfuerzos de aplastamiento (kg)

T(°C)	Nº de aleación					
	1	2	3	4	5	6
700	1725	1000	735	700	720	1650
750	1025	650	540	500	550	995
825	460	530	420	400	390	425

La tabla 8 muestra que las aleaciones según la invención presentan niveles de esfuerzo de aplastamiento inferiores a los de la aleación número 6 (CW602N) y cercanos a los de la aleación número 5 (CW617N).

Ventajas de la invención

Como se ha indicado ya, la invención permite resolver simultáneamente numerosos problemas en la medida en que permite satisfacer simultáneamente las cinco condiciones planteadas precedentemente, a saber:

- procedimiento de elaboración sencillo y económico;
- muy buena resistencia a la descincificación;
- muy buena mecanización (fragmentación de las virutas);
- muy buena forjabilidad (débil resistencia a la deformación y buena maleabilidad en caliente);
- sin efectos nefastos sobre la tasa de liberación de plomo en el agua potable.

Así, la comparación de las aleaciones según la invención (aleaciones números 2 a 4) con las aleaciones del estado actual de la técnica (aleación número 5 = CW617N y aleación número 6 = CW602N) ha mostrado claramente la superioridad global de las primeras respecto de las segundas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un semiproducto en una aleación CuZnPbSn, en el cual dicha aleación presenta la composición ponderal siguiente:

- cobre: de 59,5 a 61,5%;
- plomo: de 1,8 a 2,2%;
- estaño: de 1,3 a 1,7%;
- suma de otros elementos excepto Zn < 0,3%;
- zinc: resto;

caracterizado porque comprende una etapa de estirado realizada a una temperatura de $700^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$, la cual no comprende o no está seguida de una etapa de tratamiento térmico.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual el contenido de estaño está comprendido entre 1,4 y 1,6%.

3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el cual el contenido de plomo está comprendido entre 1,9 y 2,1%.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual el contenido de hierro es inferior o igual a 0,2%.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual el contenido de arsénico está comprendido entre 5 y 500 ppm.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual el contenido de aluminio está comprendido entre 5 y 500 ppm.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual el contenido de antimonio está comprendido entre 5 y 100 ppm.

8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual el contenido de silicio está comprendido entre 5 y 500 ppm.

9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual dicho semiproducto presenta una microestructura de aleación compuesta por tres fases intermetálicas: α , β' y γ .

10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el cual el porcentaje de área superficial de la fase γ está comprendido entre 5 y 9%.

11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en el cual el porcentaje de área superficial de la fase β' está comprendido entre 25 y 40%.

12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el cual dicha aleación CuZnPbSn presenta una composición escogida de tal manera que, según la norma ISO 6509, dicho semiproducto presenta una profundidad media de descincificación inferior a 200 μm .

13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el cual dicha aleación CuZnPbSn presenta una composición escogida de tal manera que el semiproducto presenta, para una operación de taladrado efectuada en las condiciones habituales de mecanizado según la norma NF E66-520-7 de la edición 2000, un tamaño medio de virutas típicamente dos veces más pequeño que el obtenido con la aleación CW602N, que es un latón con arsénico.

14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el cual dicha aleación CuZnPbSn presenta una composición escogida de tal manera que el ensayo de compresión en caliente según la norma ASTM E209-00 de la edición 2000, y realizado en el intervalo de temperaturas de 600 a 750°C, no provoque ninguna fisura en dicho semiproducto.

15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el cual dicha aleación CuZnPbSn presenta una composición escogida de tal manera que la tasa de liberación de plomo en agua potable sea inferior al umbral reglamentario según la Directiva europea 98/83/EC relativa a la calidad del agua destinada al consumo humano.

16. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, en el cual dicha aleación CuZnPbSn presenta una composición escogida de tal manera que dicho semiproducto presenta una maleabilidad en caliente elevada,

ES 2 271 820 T3

y de forma que su resistencia al aplastamiento sea inferior a la obtenida con la aleación CW602N y, preferentemente, dos veces menor que la de dicha aleación CW602N.

17. Producto terminado obtenido a partir del semiproducto obtenido mediante el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, siendo escogido dicho producto terminado entre: un grifo, una válvula, un racor.

18. Procedimiento de fabricación del producto terminado según la reivindicación 17, en el cual se forma dicho producto terminado típicamente por deformación o mecanizado de dicho semiproducto, no comprendiendo dicho procedimiento una etapa de tratamiento térmico.

19. Uso de un semiproducto de aleación CuZnPbSn obtenido mediante el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16 para la fabricación de productos terminados o componentes utilizados para la distribución de agua sanitaria, tales como grifos, válvulas y racores.

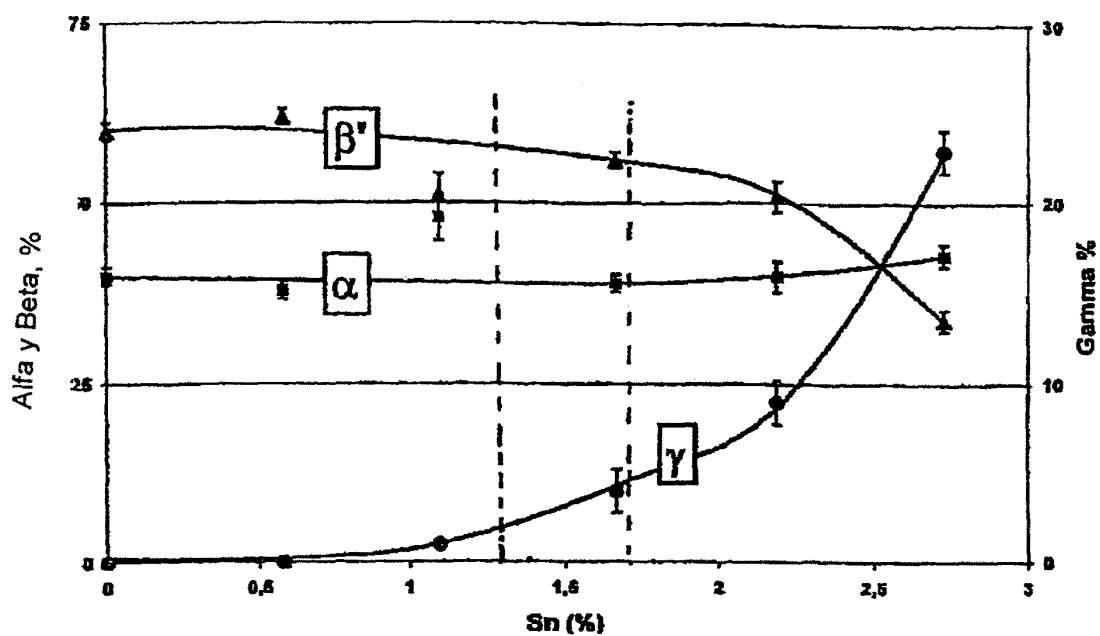


Figura 1

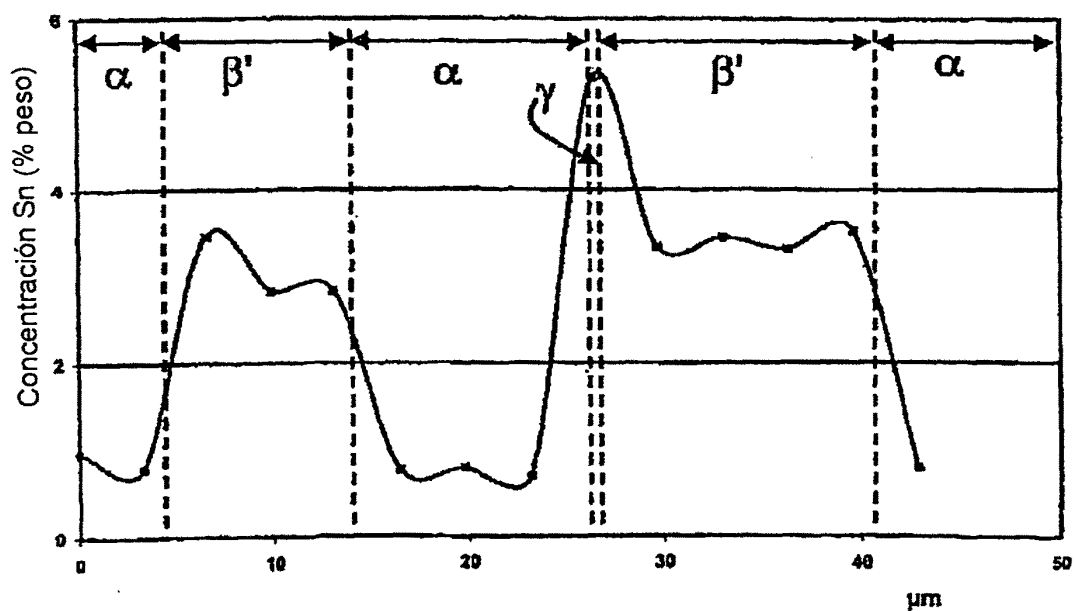


Figura 2

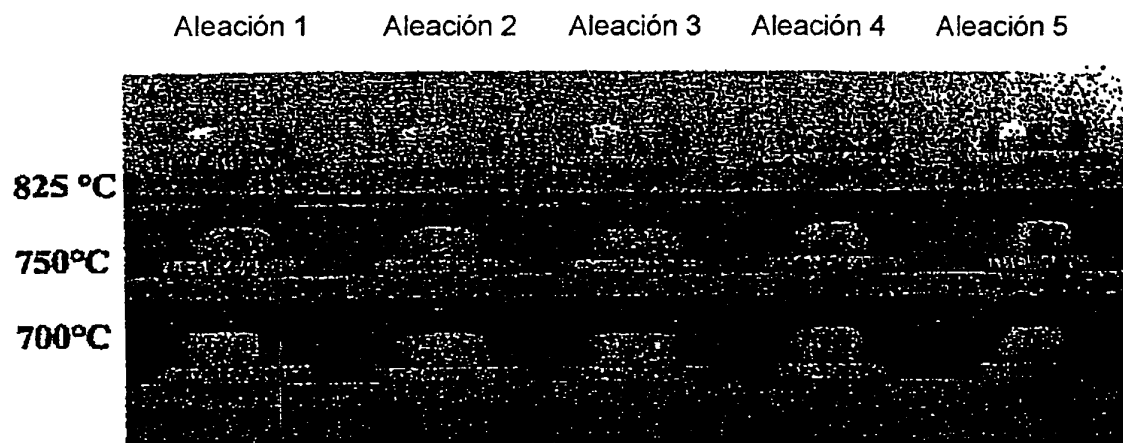


Figura 3

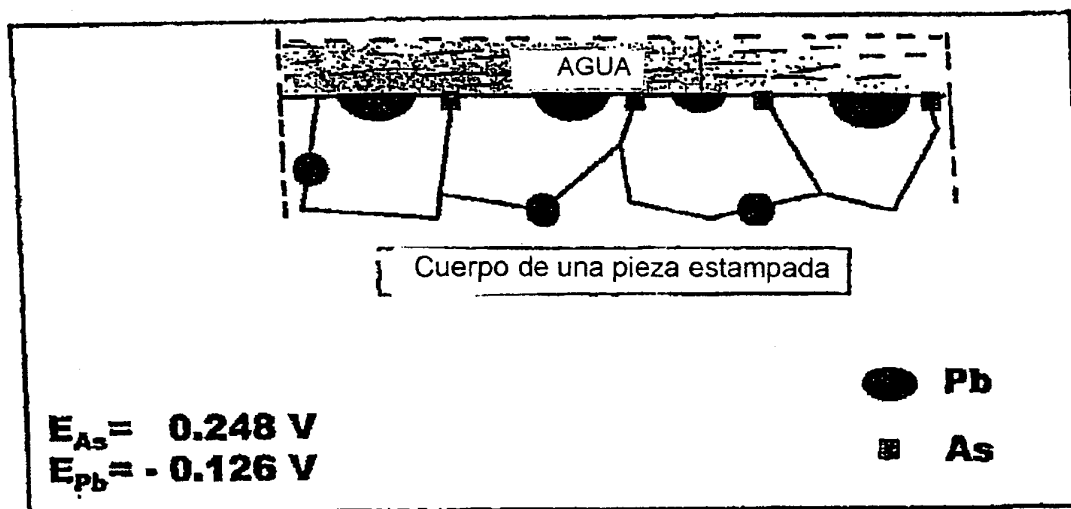


Figura 4

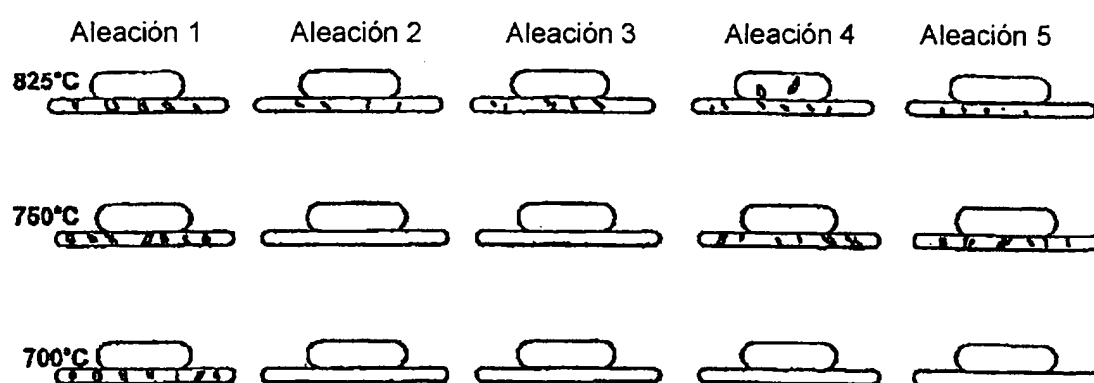


Figura 5