

310701



1 er CERTIFICADO DE ADICION

BA 1242-3.

*Memoria Descriptiva*  
*sobre*

Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal n° 285.531, concedida el 4 de marzo de 1963, por:  
"Procedimiento para la preparación de una aleación hierro-aluminio".

*Solicitante:* COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, residente en 29, rue de la Fédération, Paris XVème, Francia.

-----

El presente invento tiene por objeto un procedimiento de preparación de una aleación hierro-aluminio y, a título de productos industriales nuevos, las aleaciones obtenidas por aplicación del procedimiento.

5. Más particularmente, la presente invención consis-



te en un perfeccionamiento aportado al procedimiento de preparación de aleación hierro-aluminio que constituye el objeto de la patente principal.

5. La patente principal trata ya de la introducción en débiles cantidades (normalmente inferiores a 1% y de preferencia a 0,5%) de elementos de adición destinados a facilitar la captura de las impurezas fragilizantes (escogiéndose de preferencia el hierro para que su proporción en impurezas sea lo más pequeña posible y, particularmente para que su proporción en carbono sea inferior a 1000 partes por millón), principalmente el itrio y las tierras raras.

10. El presente invento se refiere a la concepción de un procedimiento que da como resultado en la aleación, tan pronto como tiene lugar la colada, un grano más fino y una aptitud para el trabajo de fábrica mejorada si se compara con los de la aleación preparada según la patente principal, y ello fijando el contenido de aditivos del grupo constituido por el itrio y las tierras raras (particularmente el lantano) en un valor conveniente.

15. Con esta finalidad, el invento propone un procedimiento de preparación de una aleación por lo menos binaria hierro-aluminio, procedimiento que comprende la fusión de una cantidad de hierro correspondiente a una proporción inferior al 84% en peso de la aleación, la adición de los demás constituyentes de la aleación, la colada al abrigo del aire a una temperatura poco superior a la temperatura de solidificación de la aleación, la solidificación y el enfriamiento lento de la aleación bajo la forma de un lingote, y
20. la destrucción de la estructura de fundición por un trabajo
- 25.
- 30.



5. mecánico de deformación progresiva en masa a una temperatura comprendida entre 600 y 1200° C, caracterizado por la unión a la masa en fusión de uno o de varios aditivos pertenecientes al grupo constituido por el itrio y las tierras raras en proporciones tales que el contenido total del lingote en estos aditivos esté comprendido entre 0,4 y 4% en peso.

10. Cuando la aleación está destinada a una aplicación nuclear, el elemento de adición pertenece evidentemente al grupo de los que poseen la más pequeña sección de captura : el itrio quedará, en general, retenido. En los demás casos, con un fin de economía, se pueden utilizar mezclas de tierras raras, tipo "Mischmetal".

15. Tiene igualmente el invento por objeto, a título de nuevo producto industrial, las aleaciones hierro-aluminio conformes a las obtenidas por aplicación del procedimiento indicado, aleaciones cuyo contenido en aluminio está comprendido entre 5 y 40%, con un contenido comprendido entre 0,4 y 4% en peso de aditivos del grupo constituido por el itrio y las tierras raras y presentando granos de dimensiones inferiores a 20 $\mu$  después del trabajo mecánico.

20. En el caso de aleaciones que no contengan más que hierro, aluminio y un escaso porcentaje de aditivos, será conveniente que la proporción de aluminio esté comprendida entre 18 y 31%, correspondiendo este último valor a la aparición de un precipitado de la fase Fe-Al<sub>2</sub>.

25. La unión del aditivo o de los aditivos se efectúa en el curso de la fusión, ventajosamente mediante aportación al baño de hierro fundido como para el aluminio. En el curso de la fase que sigue (hasta la solidificación del lingote)

30.



pueden producirse pérdidas; para que el contenido final esté comprendido entre 0,5 y 4% en peso, se puede, pues, aportar a la masa en fusión una cantidad que correspondería a una proporción superior a la pretendida.

5. Llevando a efecto la colada y la solidificación en condiciones comparables a las descritas en la patente principal, se observa sobre el lingote una disminución sensible de la talla media de los granos así como las ventajas que de ello derivan. En el estado bruto de colada, para unas mismas condiciones de elaboración, se disminuye la talla de los granos por ejemplo en un factor del orden de 10 por adición de 1 % de lantano o de itrio. Resulta de ello una atenuación de la fragilidad y una mejora de la aptitud para el trabajo en fábrica de los lingotes brutos; el trabajo en el torno en condiciones corrientes de temperatura es posible y da además productos de calidad por lo menos igual a la de aquéllos que provienen de la fabricación a 400° C descrita en el ejemplo II de la patente principal.
- 10.
- 15.

20. Esta disminución de la talla de los granos se conserva durante la primera conformación, particularmente cuando se efectúa por estirado en caliente después de un revestimiento.

25. Se puede, particularmente, obtener granos de dimensión del orden de 10 micrones después de estirar a 950° C, y de manera general la dimensión de los granos queda inferior a 20 micrones.

30. Se puede intentar dar a la disminución del grano y al hecho de no engrosar el mismo la explicación siguiente, debiéndose sin embargo entenderse que sólo es indicativa y que no ha de considerarse como incidente sobre la patente: la adi-

310701

17 MAR



- 5 -

ción de tierras raras con contenidos iguales por lo menos a 0,4% se traduce, en estado bruto de fundición, por la precipitación en las juntas de granos de una segunda fase distinta de la fase principal que constituye la matriz (fase Fe - Al hasta aproximadamente 31% en peso de aluminio). Al efectuar el estirado, estos precipitados se alinean en la dirección del mismo, siguiendo unas fibras cuya densidad aumenta con el contenido de tierras raras de la aleación. El aumento de tamaño de los granos queda entonces impedido por esta precipitación.

En el caso de empleo de lantano como aditivo, los precipitados observados son compuestos Fe - Al - La. Este precipitado es frágil y, sin embargo, las propiedades mecánicas de la aleación mejoran. Es posible que el efecto benéfico del lantano en este caso particular no sea solamente un efecto de afinamiento de grano, sino que la propia matriz se haga más dúctil como consecuencia de una purificación debida al precipitado o al lantano.

El efecto de disminución del tamaño de los granos se mantiene en los recocidos, incluso a temperatura elevada. Así, un mantenimiento de 1 hora a 1150° C no se traduce por un aumento sensible del tamaño de los granos, estabilizándose éstos por los precipitados.

Esta estabilización constituye una notable ventaja particularmente interesante para la soldadura; en efecto, la soldadura de las aleaciones hierro-aluminio con alta proporción de aluminio (por ejemplo a razón de 40% en proporción atómica) por procedimientos clásicos, tales como soldadura por arco en atmósfera de argón, resulta posible, pero la zona soldada presenta una estructura de fundición mucho más fra-



- gil que la de la aleación de base. Para evitar fundir la aleación, se puede soldar por difusión en estado sólido pero, para romper la capa de óxido y asegurar una buena soldadura, hay que calentar las piezas a unir a 1100°C por lo menos, durante algunos minutos: este tratamiento implica en la aleación conforme a los ejemplos que se dan en la patente principal un engruesamiento importante de los granos, en tanto que la aleación que contiene de 0,4 a 4% de tierras raras conserva su grano fino y las buenas propiedades resultantes de ello.
- 5.
- 10.

Finalmente, la aleación preparada conforme al invento conserva después del estirado su aptitud mejorada para su trabajo en fábrica y propiedades mecánicas superiores.

Ejemplo I:

15. El primer ejemplo se refiere a una aleación al lantano, que da después de la primera conformación un alargamiento de 11% por tracción a velocidad normal y a la temperatura ambiente.

20. La aleación a realizar presenta una composición comparable a la que se da como ejemplo I en la patente principal, pero se ha previsto la adición de lantano. La masa de colada se prepara a partir de:

- Hierro electrolítico : 3 kg.
- Aluminio a 99,99% : 0,960 kg.
- 25. - Lantano : 40 gr.

a) Fusión y colada

- Las condiciones de fusión y colada son similares a las del procedimiento según la patente principal, es decir, que el hierro se funde y pasa a 1600° C bajo vacío, se añade el aluminio, se añade el lantano al mismo tiempo que
- 30.



el aluminio, se hace pasar la temperatura a  $1450^{\circ}$  y se efectúa la colada en un molde de lingotes calentado a  $620^{\circ}\text{C}$ . Finalmente se limita la velocidad de enfriamiento a  $50^{\circ}\text{C}$  por hora aproximadamente.

5. Las condiciones de colada al vacío adoptadas en el caso de que se trata han conducido a una pérdida de lantano y el análisis del lingote no ha revelado más que 0,7% en peso de lantano además de los indicios habituales de carbono, de nitrógeno, de fósforo y de azufre.

10. b) Conformación

La conformación puede comprender una serie de operaciones similares a las descritas en el ejemplo II del primer certificado de adición.

15. Se trabaja eventualmente el lingote con el torno, utilizando herramientas de gran dureza. La pieza trabajada se reviste de una envoltura en acero de algunos milímetros de espesor. La pieza compuesta obtenida pasa a la prensa para el estirado y se elimina la envoltura de acero, por ejemplo por disolución química en una solución al 50% de agua y al 50% de ácido nítrico. Como se ha indicado más arriba de manera general, no es ya necesario mantener a  $400^{\circ}\text{C}$  la aleación en el curso de la fabricación.

20. c) Trabajo en frío

25. El producto estirado presenta un estado de superficie mejor que el del producto según el ejemplo II del primer certificado de adición. Además, puede trabajarse en frío y esta operación (posible ya con la aleación según el ejemplo II del primer certificado de adición) se facilita más aún por el tamaño inferior de los granos, próximo a 10 micrones después del estirado.
- 30.



La pieza trabajada puede ser sometida a un tratamiento térmico durante una hora a 1150° C sin aumento apreciable en el tamaño de los granos.

5. El producto procedente de estirado presenta después de un tratamiento de 1 hora a 800°C seguido de un enfriamiento lento (30° C/h) las características siguientes:

<u>Temperatura</u>	<u>Resistencia a la tracción</u>	<u>Límite elástico</u>	<u>Alargamiento hasta rotura (veloc. de deformación normal)</u>
20° C	85 - 95 kg/mm <sup>2</sup>	35-40 kg/mm <sup>2</sup>	11 %
200° C	100 "	32 "	16 %
400° C	73 "	35 "	30 %
600° C	35 "	34 "	75 %

15. El ejemplo indicado, aunque puramente ilustrativo, muestra por comparación con los del primer certificado de adición que el procedimiento según el invento permite mejorar las aleaciones hierro-aluminio en las que la proporción de aluminio excede del 18 % en peso en una medida que facilita grandemente el procedimiento industrial, atenúa el desgaste de las herramientas y rebaja el precio y la duración de la fabricación.
- 20.

Ejemplo II:

25. La composición en hierro y en aluminio de esta aleación es la misma que la de la aleación precedente, pero la proporción final de lantano es de 3,75% en peso; las etapas sucesivas (fusión y colada, conformación, trabajo en frío) son las mismas. El producto procedente de estirado presenta las características siguientes a 20° C:

30. - Resistencia a la tracción : 66 kg/mm<sup>2</sup>  
 - Límite elástico : 58 kg/mm<sup>2</sup>



- Alargamiento hasta rotura : 1,0 %

Si la ductilidad de la aleación se reduce fuertemente por el aumento de la proporción de lantano, por el contrario aumenta fuertemente el límite elástico.

5. Ejemplo III:

La composición en hierro y en aluminio es la misma que en el ejemplo I, pero el lantano es reemplazado por el itrio cuya proporción final es de 0,4 %. Las etapas sucesivas de preparación siguen siendo las mismas que en el ejemplo I y el producto final presenta las siguientes características:

<u>Temperaturas</u>	<u>Resistencia a la tracción</u>	<u>Límite elástico</u>	<u>Alargamiento hasta rotura</u>
20° C	84 kg/mm <sup>2</sup>	29 kg/mm <sup>2</sup>	10 %
200° C	91 "	29 "	15 %
400° C	72 "	32 "	35 %
600° C	41 "	38 "	65 %

Ejemplo IV:

20. Las proporciones en hierro y en aluminio son las mismas que en los ejemplos precedentes, así como las etapas; el contenido en itrio pasa a ser de 3,15%. El producto obtenido presenta a 20° C las siguientes características:

- Resistencia a la tracción : 80 kg/mm<sup>2</sup>
- 25. - Límite elástico : 55,8 kg/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento hasta rotura : 2 %.

N O T A

30. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que el procedimiento anteriormente indicado es



- susceptible de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren sus principios fundamentales. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de 1 er Certificado presentada en Francia n° PV.967.787, con fecha de 17 de marzo de 1964, acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los convenios internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita 1 er Certificado de Adición para "Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal n° 285.531, concedida el 4 de marzo de 1963, por: "Procedimiento para la preparación de una aleación hierro-aluminio", caracterizándose por lo siguiente :
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- 1.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal n° 285.531, concedida el 4 de marzo de 1963, por: "Procedimiento para la preparación de una aleación hierro-aluminio", que comprende la fusión de una cantidad de hierro correspondiente a una proporción inferior a 84% en peso de la aleación, la adición de los demás constituyentes de la aleación, la colada al abrigo del aire a una temperatura poco superior a la temperatura de solidificación de la aleación , la solidificación y el enfriamiento lento de la aleación bajo la forma de un lingote y la destrucción de la estructura de fundición por un trabajo mecánico de deformación progresiva en masa a una temperatura comprendida entre 600 y 1200° C, caracterizados por la adición a la masa en fusión de uno o varios aditivos pertenecientes al grupo constituido por el itrio y las tierras raras en proporciones tales que el contenido total del lingote en estos aditivos esté comprendido entre 0,4 y 4 % en peso.
- 2.- Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-

- 11 - 310701



dos por el hecho de estar comprendida la proporción de hierro entre 69 y 84% y la proporción de aluminio entre 16 y 31 %.

5. 3.- "Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº 285.531, concedida el 4 de marzo de 1963, por: "Procedimiento para la preparación de una aleación hierro-aluminio"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria.

10. Esta memoria consta de once hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.