



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 300**

51 Int. Cl.:

C22C 21/06 (2006.01)

C22C 21/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01200977 .5**

86 Fecha de presentación : **15.03.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1138794**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **04.10.2001**

54 Título: **Producto de aleación de aluminio colado en coquilla.**

30 Prioridad: **31.03.2000 EP 00201156**
20.10.2000 EP 00203660

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2007

73 Titular/es: **Corus Aluminium Voerde GmbH**
Schleusenstrasse
46562 Voerde, DE
Corus Aluminium Walzprodukte GmbH

72 Inventor/es:
Spanjers, Martinus Godefridus Johannes;
Haszler, Alfred Johann Peter y
Sampath, Desikan

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).

ES 2 280 300 T3

DESCRIPCIÓN

Producto de aleación de aluminio colado en coquilla.

5 La invención se refiere a una aleación aluminio-magnesio para productos colados en coquilla y a su uso. Además, la invención se refiere a la aplicación de la aleación AlMg para colada en coquilla en componentes de automóvil.

10 Las aleaciones convencionales aluminio-magnesio de colada tienen muchas propiedades atractivas, tales como una resistencia a tracción alta (> 170 MPa) y un alargamiento elevado ($>8\%$) con un límite elástico moderado (>120 MPa). Sin embargo, hay demanda de aleaciones de aluminio de colada que combinen propiedades mecánicas mejoradas con una buena resistencia a la corrosión.

15 Se mencionarán seguidamente informaciones sobre aleaciones aluminio-magnesio de colada encontradas en la bibliografía técnica anterior.

El documento WO 96/15281 describe una aleación de colada que consiste en, en porcentaje en peso:

Mg 3,0-6,0

20 Mn 0,5-2,0

Ti $<0,2$

25 Fe $<0,15$

Si 1,4-3,5

Resto: aluminio e impurezas.

30 Esta aleación se puede usar en una operación de colada en coquilla y parece que es particularmente adecuada para uso en tixocolada y reocolada.

El documento WO 96/25528 describe una aleación de colada que consiste, en porcentaje en peso, en:

35 Mg 2,5-4,5, preferiblemente 2,7-3,0

Mn $<0,6$, preferiblemente 0,2-0,6

40 Fe $<0,6$

Si $<0,45$

Cu $<0,10$

45 Be $<0,003$, preferiblemente $<0,001$

Resto: aluminio e impurezas.

50 Opcionalmente, la aleación puede comprender además 0,01-0,04% de Ti y/o 0,01-0,10% de Zn. La aleación se puede emplear en operaciones de colada en coquilla; la aleación es capaz de tener un límite elástico igual a o mayor que 110 MPa y un alargamiento mayor que o igual a 17%.

El documento WO 96/30554 describe una aleación de colada que consiste, en porcentaje en peso, en:

55 Mg 2,0-5,0, preferiblemente 2,5-4,0

Mn 0,2-1,6, preferiblemente 0,4-0,8

60 Zr 0,1-0,3

Fe $<1,0$

Si $<0,3$

65 Resto: aluminio e impurezas.

La aleación se puede usar en operaciones de colada en coquilla. La aleación de colada es particularmente adecuada para uso en la fabricación de componentes de seguridad de automóviles. Los niveles típicos de resistencia descritos en

ES 2 280 300 T3

estado de bonificado T-5 son un límite elástico de 116 MPa, una resistencia a tracción de 219 MPa y un alargamiento de 19%.

El documento JP-A-09-003582 describe una aleación de aluminio de colada que tiene, en porcentaje en peso:

Mg 3,0-5,5

Zn 1,0-2,0 de manera que la relación Mg/Zn sea de 1,5-5,5

Mn 0,05-1,0

Cu 0,05-0,8

Fe 0,10-0,8

Resto: aluminio e impurezas inevitables.

Los productos colados tienen dispersados en su matriz productos esferoidales cristalizados.

Es otro objetivo de esta invención proporcionar productos de colada en coquilla de aleación aluminio-magnesio.

También es un objetivo de esta invención proporcionar productos colados en coquilla mejorados y componentes que consisten en miembros de colada en coquilla de una aleación aluminio-magnesio mejorada que idealmente son adecuados para aplicaciones en la automoción.

De acuerdo con la invención, se proporciona un producto de colada en coquilla de una aleación aluminio-magnesio que tiene la composición porcentual en peso que se define en la reivindicación 1.

Con la invención se pueden proporcionar productos colados o cuerpos colados que tiene una resistencia superior en combinación con un alargamiento superior. Además, estos productos tienen una buena resistencia a la corrosión. Se han encontrado también aleaciones adecuadas para la presente invención con una buena colabilidad, en particular en operaciones de colada en coquilla, y que no presentan puntos de soldadura cuando se usan. La aleación de aluminio de colada es capaz de alcanzar en estado de colada un límite elástico de más de 140 MPa en combinación con una resistencia a la tracción de más de 200 MPa y un alargamiento a la fractura de más de 7%. En las reivindicaciones 10 y 11 se definen propiedades particulares.

La invención consiste también en productos hechos con la aleación de aluminio de colada descrita en lo que antecede. Son ejemplos típicos de tales productos, piezas coladas en coquilla, en particular de colada en coquilla a presión, productos tales como componentes de seguridad, ruedas de vehículos, volantes de dirección, columnas de dirección, módulos de sacos/recipientes de aire, tambores de freno y miembros del bastidor de vehículos. La aleación es particularmente adecuada para cualquier aplicación que tenga requerimientos de carga e impacto en la que son deseables una alta resistencia y alto alargamiento.

La presente invención es ambientalmente satisfactoria y es fácilmente reciclable porque no contamina la corriente de aleaciones forjadas de materiales reciclados. Típicamente, la aleación se solidifica a lingote por colada continua o semicontinua de una forma adecuada para su refusión para colar, forma que típicamente es la de un tocho.

Debe mencionarse que por el documento WO 97/38146 se conoce una aleación de forja para aplicación como hoja o chapa laminada o como extrusión y que tiene la composición, en porcentaje en peso, siguiente:

Mg 5,0-6,0, preferiblemente 5,0-5,6 y más preferiblemente, 5,2-5,6

Mn >0,6-1,2, preferiblemente 0,7-0,9

Zn 0,4-1,5

Zr 0,05-0,25

Cr 0,3 máx.

Ti 0,2 máx

Fe 0,5 máx.

Si 0,5 máx.

Cu 0,4 máx.

ES 2 280 300 T3

Ag 0,4 máx.

Resto: aluminio e impurezas inevitables.

5 La aleación de aluminio de forja descrita en esta solicitud de patente internacional es también objeto de la Aliminium Association, número de registro AA5069.

Por el documento WO 99/17903 son conocidas aleaciones de composición similar para uso como material de aportación para soldadura.

10 También es conocida por el documento WO 99/17903 una aleación aluminio-magnesio en forma de producto laminado o extruido que tiene la siguiente composición, en porcentaje en peso:

Mg >3,0-4,5, preferiblemente 3,5-4,5

15 Mn 0,4-1,2

Zn 0,4-1,7, preferiblemente 0,4-0,75

20 Zr 0,05-0,25

Cr 0,3 máx.

25 Ti 0,2 máx.

V 0,2 máx.

Li 0,5 máx.

30 Sc 0,5 máx.

Fe 0,5 máx, de manera que preferiblemente la relación Fe/Mn sea 0,3-1,0

35 Si 0,5 máx.

Cu 0,15 máx.

Ag 0,4 máx.

40 Resto: aluminio e impurezas inevitables.

Sin embargo, ni en el documento WO 97/38146 ni en el documento WO 99/42627 se menciona o sugiere que la aleación de aluminio de forja podría usarse con éxito para producir productos de colada en coquilla.

45 Se cree que las propiedades mejoradas alcanzadas con la aleación de colada de la invención, particularmente niveles más altos de la resistencia y alargamientos altos en combinación con buenas características de colada, son resultado de las adiciones combinadas de Mg, Mn y Zn en los intervalos dados. La aleación de aluminio de colada es, por tanto, idealmente adecuada para el proceso posterior a la colada mejorado, esto es, la eliminación del convencional tratamiento térmico de solubilización a alta temperatura y opcionalmente el envejecimiento a temperatura ambiente o a elevada temperatura, a la vez que proporciona productos colados en coquilla, incluso de forma complicada, con una estabilidad dimensional y propiedades mecánicas mejoradas.

50 Se describen más adelante las razones de la limitación de los elementos de la aleación de colada de la presente invención. Todos los porcentajes de la composición son en peso.

55 El Mg es el principal elemento que imparte la resistencia mecánica de la aleación. Dependiendo del campo de aplicación, el contenido de magnesio preferiblemente está en el intervalo de 2,7 a 6,0% de Mg. Niveles de Mg por debajo de 2,7% no imparten la resistencia requerida y, cuando la adición es mayor que 6,9%, se presentan problemas durante la colada. Un nivel mínimo de Mg más preferido es 3,0%. El nivel preferido de Mg es de 4,5 a 6,0%, más preferiblemente de 5,0 a 6,0% y, muy preferiblemente, de 5,2 a 5,8%, como compromiso entre facilidad de colada, resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.

60 En otra realización, el nivel de Mg está en el intervalo de 2,7 a 4,5% y, preferiblemente de 3,0 a 4,5%. En este intervalo y, en combinación con los otros elementos de aleación, la aleación de aluminio de colada es capaz de alcanzar en estado de colada una resistencia a tracción de como mínimo 210 MPa, un límite elástico aparente de como mínimo 120 MPa y un alargamiento de como mínimo 17% y, en los mejores ejemplos, un alargamiento de 23% o más.

ES 2 280 300 T3

El Mn es un aditivo esencial en combinación con Mg y Zn. El Mn proporciona la resistencia en la condición de colada y las uniones soldadas de la aleación. Niveles de Mn inferiores a 0,4% no pueden proporcionar a la aleación una resistencia mecánica y una resistencia a la corrosión suficientes. Por encima de 1,5%, la colabilidad se hace crecientemente difícil. El nivel preferido de Mn es de 0,45 a 1,2%, más preferiblemente de 0,45 a 0,8%, lo que

representa un compromiso entre resistencia mecánica, resistencia a la corrosión y colabilidad.

El Zn es también un elemento de aleación esencial. En combinación con el Mg, el Zn proporciona la resistencia mecánica en la condición de colada y las uniones soldadas de la aleación. Además, la adición de Zn da por resultado una buena resistencia a la corrosión de la aleación de aluminio de colada. El Zn debe estar presente en el intervalo de 0,10 a 0,9%. Un nivel preferido de Zn es de 0,3 a 0,9%, más preferiblemente de 0,4 a 0,9% y, muy preferiblemente, de 0,45 a 0,9%, que representa un compromiso entre resistencia mecánica, resistencia a la corrosión y colabilidad. Usualmente, el Zn se considera en la técnica como una impureza en las aleaciones AlMg de colada que debe mantenerse al nivel más bajo que sea posible, preferiblemente en un contenido máximo de 0,10% y, más preferiblemente, en un contenido máximo de 0,05%. Sin embargo, en la aleación de acuerdo con la invención, el Zn puede estar presente como elemento de aleación con el resultado de unos efectos beneficiosos. Aunque no se comprende totalmente, se cree que la adición de Zn contribuye a las buenas características de colada de la aleación, como es una tendencia baja a pegarse a la coquilla cuando se usa en colada en coquilla. Se consiguen buenos resultados en los ejemplos que tienen una relación Mg/Zn de 6,0 o más.

El Zr es para lograr una mejora de la resistencia mecánica en el producto colado. El Zr también mejora la soldabilidad del producto colado. Niveles por encima de 0,3% no tienen más ventajas. El nivel de Zr preferido se establece en el intervalo de 0,05 a 0,25%, más preferiblemente de 0,06 a 0,16%.

Se puede añadir V en un contenido de como máximo 0,3% para lograr más mejoras en la resistencia mecánica del producto colado, en particular las propiedades mecánicas a elevada temperatura. Si se añade, el nivel preferido de V está en el intervalo de 0,05 a 0,25% y, más preferiblemente, en el intervalo de 0,1 a 0,2%. La adición de V en el intervalo dado puede dar por resultado en particular una ductilidad mejorada de la aleación, en particular cuando se trata después de la colada a una temperatura en el intervalo de 200 a 400°C.

El Sc se puede añadir a la aleación en una cantidad de como máximo 0,3% para mejorar la soldabilidad de un producto colado. El Sc se puede añadir solo o en combinación con Zr en la cantidad de 0,05 a 0,25%. Cuando se añade Sc, el producto colado resultante debe ser tratado térmicamente preferiblemente inmediatamente después de la operación de colada manteniendo el producto colado a una temperatura en el intervalo de 250 a 400°C durante un tiempo de hasta 10 horas. El nivel de Sc no debe exceder de 0,3% y, preferiblemente, está en el intervalo de 0,05 a 0,2%.

El Ti es importante como afinador del grano durante la solidificación de productos colados y de la junta soldada producida usando la aleación de la invención. Un máximo preferido de la adición de Ti es de 0,2%, siendo un intervalo más preferido de 0,01 a 0,14%.

El Fe es un elemento conocido en aleaciones de aluminio de colada y puede estar presente en un intervalo de hasta 1,0%. A niveles más altos, el Fe puede formar con el Mn compuestos indeseablemente grandes en los hornos de mantenimiento típicamente empleados en las operaciones de colada. Cuando se desea una resistencia a la fractura alta y/o una alta ductilidad, el contenido máximo adecuado de Fe es de 0,5% y, más preferiblemente, de 0,3%, muy preferiblemente de 0,2%.

El Si es un elemento impureza en las aleaciones de aluminio de colada y normalmente no debe estar presente en niveles demasiado altos para evitar la pérdida del elemento endurecedor principal, el Mg. Sin embargo, en la presente aleación de aluminio de colada puede estar presente en una cantidad de hasta 1,4%. Aunque a niveles más altos de Si se reduce algo el alargamiento, se obtienen niveles altos muy aceptables de alargamiento a la vez que niveles altos de resistencia. En una realización preferente, el nivel de Si no debe ser de más de 1,0% y, más preferiblemente, de no más de 0,5%, muy preferiblemente de no más de 0,3%. Un nivel mínimo adecuado de Si es de 0,10% y, más preferiblemente, de 0,15%.

Se puede añadir Be a las aleaciones AlMg de colada para evitar la oxidación del magnesio de la aleación de aluminio, variando la cantidad añadida con el contenido de magnesio de la aleación... Una cantidad tan pequeña como de hasta 0,005% causa la formación sobre la superficie de una película protectora de óxido de berilio. El nivel de Be es como máximo de 0,05% y, más preferiblemente, el Be no está presente sin que por ello se deterioren las propiedades del producto colado con esta aleación de aluminio.

El resto hasta el total es aluminio e impurezas inevitables. Típicamente, cada impureza está presente en como máximo 0,05% y el total de impurezas es de 0,25%.

En una realización de los productos de aluminio de colada en coquilla de acuerdo con la invención, la aleación es capaz de alcanzar en la condición de colada un límite elástico de más de 160 MPa y, en los mejores ejemplos, de más de 175 MPa, en combinación con una resistencia a tracción de más de 250 MPa, preferiblemente de más de 280 MPa, y en combinación con un alargamiento de más de 10% y, en los mejores ejemplos, incluso da más de 12%. Optimizando los parámetros de colada, se pueden obtener propiedades aún mejores y, en particular, en cuanto

ES 2 280 300 T3

al alargamiento. Además, se pueden obtener mejoras de las propiedades mecánicas de la aleación de acuerdo con la invención por tratamiento térmico del producto colado como es convencional en la técnica. Esta mejora adicional se consigue a expensas de la pérdida de la ventaja anterior de que no es necesario un tratamiento térmico después de la colada para alcanzar un nivel deseable de propiedades mecánicas.

En otra realización de los productos de aluminio de colada en coquilla de acuerdo con la invención, la aleación es capaz de alcanzar en la condición de colada un límite elástico de más de 120 MPa y, en los mejores ejemplos, de más de 140 MPa, en combinación con una resistencia a tracción de más de 210 MPa, preferiblemente de más de 240 MPa, y en combinación con un alargamiento de más de 17%, y en los mejores ejemplos, incluso de más de 23%. Optimizando los parámetros de colada, se pueden obtener propiedades a tracción más mejoradas, en particular del alargamiento. Además, se pueden obtener mejoras de las propiedades mecánicas de la aleación de acuerdo con la invención por tratamiento térmico del producto colado como es convencional en la técnica. Esta mejora adicional se consigue a expensas de la pérdida de la ventaja anterior de que no es necesario un tratamiento térmico después de la colada para alcanzar un nivel deseable de propiedades mecánicas.

Las mejores ventajas se están logrando cuando la técnica aplicada es la de colada en coquilla. En particular, cuando se aplican técnicas de colada en coquilla, incluidos procesos de colada en coquilla en vacío, se está obteniendo la mejor combinación de propiedades y colabilidad. Se cree que aplicando la colada en coquilla en vacío, las características de soldabilidad de la aleación de acuerdo con la invención pueden mejorarse más. Se ha de tener en cuenta que la colada en coquilla incluye las operaciones de colada en coquilla a alta presión.

En el aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para producir un producto colado en coquilla que comprende la aleación antes definida y colar en coquilla un cuerpo de la mencionada aleación de aluminio. Después de haber sido colado, el cuerpo (colado en coquilla) puede ser envejecido a una temperatura en el intervalo de 140 a 250°C durante un tiempo de permanencia a esta temperatura en el intervalo de 0,5 a 24 horas.

La invención se explicará seguidamente haciendo referencia a ejemplos no limitativos.

Ejemplo 1

Se han colado en coquilla a escala industrial dos aleaciones AlMg de acuerdo con la invención (véase la Tabla 1) en una máquina de colada en coquilla de cámara fría Mueller-Weingarten con una presión de cierre de 2 MN. Los parámetros de colada variables comprendían una temperatura de precalentamiento de la coquilla (130°C y 210°C) y la retropresión (500 y 900 bar). El producto colado en coquilla comprendía una placa de dimensiones 100 x 150 x 2 mm. De esta placa colada en coquilla se han mecanizado tres probetas de tracción y posteriormente se han ensayado en estado de colada. Las propiedades mecánicas en estado de colada, como valores medios de tres probetas ensayadas, se han recogido en la Tabla 2, en la que E representa el límite elástico y R es la resistencia a tracción. La aleación AlMg de acuerdo con la invención no presentaba durante la colada tendencia a pegarse a la coquilla.

De los resultados de la Tabla 2 se deduce que la aleación AlMg de acuerdo con la invención tiene unas propiedades a tracción muy altas y un alargamiento alto en estado de colada. Estas propiedades sorprendentemente altas se logran sin necesidad de un tratamiento térmico adicional. En particular, la resistencia a tracción y el alargamiento se pueden mejorar aumentando la retropresión en la operación de colada. Se pueden obtener mejoras menores de las propiedades mecánicas aumentando la temperatura de la coquilla. Se pueden esperar más mejoras optimizando las condiciones de colada, en particular aplicando colada en coquilla en vacío (baja presión) en vez de la colada en coquilla convencional (alta presión). De los resultados de la aleación 2 puede deducirse que un alto nivel de Si puede dar por resultado un alargamiento muy aceptable en combinación con resistencias a tracción muy altas.

TABLA 1

Aleación	Elementos de aleación e impurezas, %							
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Zr
1	0,34	0,23	0,005	0,54	5,8	0,51	0,01	0,11
2	1,20	0,30	0,005	0,54	5,7	0,58	0,01	0,12

TABLA 2

Aleación	Parámetros de colada en coquilla aplicados	Propiedad mecánica en estado de colada		
		E [MPa]	R [MPa]	Alargamiento %
1	130°C/500 bar	172	276	7,3
1	210°C/500 bar	168	278	8,3
1	130°C/900 bar	171	301	13,0
1	210°C/900 bar	170	305	14,2
2	130°C/500 bar	178	293	7,0
2	210°C/500 bar	181	288	7,0
2	130°C/900 bar	185	312	11,1
2	210°C/900 bar	188	313	9,2

Ejemplo 2

Se han colado a escala industrial cuatro aleaciones AlMg de acuerdo con la invención (véase la Tabla 3) en una máquina de colada en coquilla de cámara fría Vacural GDK-750 Mueller-Weingarten, con una presión de cierre de 8500 kN. Los parámetros de colada eran una temperatura de precalentamiento de la coquilla de 250°C y una retropresión de 500 bar. Los productos de colada en coquilla en vacío consistían en placas que tenían las dimensiones de 200 x 250 x 2 mm y 200 x 250 x 4 mm, que se designan en lo que sigue placa 2 mm y 4 mm, respectivamente.

De cada aleación se han colado 6 placas 2 mm o 4 mm. Y de cada placa colada en coquilla se ha mecanizado una probeta de tracción que posteriormente se ha ensayado en estado de colada. Las propiedades mecánicas en estado de colada de la Tabla 4 son la media de 6 probetas ensayadas, siendo E el límite elástico y R la resistencia a la tracción... El alargamiento corresponde a la norma alemana A5. La aleación AlMg de acuerdo con la invención no presentaba tendencia a pegarse a la coquilla durante la operación de colada.

De los resultados de la Tabla 4 se puede deducir que la aleación AlMg de acuerdo con la invención tiene propiedades a tracción muy altas y un alargamiento elevado en estado de colada. En los datos de la Tabla 4 puede verse que las aleaciones AlMg 2 y 3 que tienen un nivel bastante bajo de Mg en combinación con los niveles de Zn y Mn, combinan buenos niveles de resistencia mecánica con un alargamiento muy alto. Excepto la diferencia pequeña del contenido de Mg, las aleaciones 2 y 3 tienen esencialmente la misma composición. Se cree que la diferencia de propiedades mecánicas es debida a la diferencia del espesor de la chapa colada; se ha encontrado que, en los experimentos realizados, las chapas de 2 mm tiene algunos defectos más que las chapas de 4 mm. Esta diferencia se puede eludir optimizando más las condiciones de colada. Se cree que las aleaciones 2 y 3, independientemente del espesor de la chapa, son capaces de alcanzar un límite elástico de 120 MPa o más, una resistencia a tracción de 210 MPa o más y un alargamiento de 20% o más. En los mejores ejemplos se ha medido un alargamiento de 27%.

TABLA 3

Aleación	Elementos de aleación e impurezas, % en peso							
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Zr
1	0,20	0,27	0,03	0,47	4,9	0,47	0,01	0,12
2	0,18	0,26	0,04	0,57	3,5	0,41	0,01	0,13
3	0,20	0,28	0,04	0,51	3,2	0,42	0,01	0,13
4	0,26	0,26	0,04	0,53	5,0	0,62	0,01	0,12

ES 2 280 300 T3

TABLA 4

Aleación	Espesor de la chapa	Propiedades mecánicas en estado de colada		
		E MPa	R MPa	Alargamiento %
1	4 mm	137	259	13
2	2 mm	128	247	17
3	4 mm	114	247	23
4	2 mm	149	279	15

Ejemplo 3

El producto colado en coquilla en vacío del Ejemplo 2 que tenía la composición de la aleación n°. 3 de la Tabla 3 se ha sometido también a una operación de soldadura, durante la cual se ha estimado la formación de porosidad.

Se han realizado varias uniones soldadas, para lo cual la chapa de 2 mm colada en coquilla se puso en la parte de arriba de una chapa forjada de AA6016A de 1,6 mm de manera que se creó un solapamiento ("unión solapada"). En el solapamiento se hizo una junta soldada por soldadura MIG en una sola pasada y usando un alambre de aportación de AlSi12 (DIN 1732). Hecha la junta soldada se determinó la porosidad usando técnicas estándar de evaluación metalográfica. Un criterio importante de un fabricante grande de automóviles es que el nivel de porosidad, evaluado por el área cuadrada ocupada por los poros, debe ser de 8% o menos con el fin de calificar la soldadura como aceptable. Además, el tamaño de poro debe ser menor que 0,5 veces el espesor de la chapa más delgada usada, y sólo deben ser tenidos en cuenta los poros de más de 0,05 mm.

En las soldaduras usadas en la aleación de colada en coquilla de acuerdo con la invención, el nivel de porosidad media estaba siempre en el intervalo de 0,5 a 2,0%. No se han encontrado tamaños de poro grandes (>0,8 mm). Esto califica la aleación de colada en coquilla como de muy buena soldabilidad.

ES 2 280 300 T3

REIVINDICACIONES

1. Producto de colada en coquilla de una aleación de aluminio-magnesio que consiste, en porcentaje en peso:

5 en

Mg 2,7-6,0

10 Mn 0,4-1,4

Zn 0,10-0,9

Zr 0,05-0,25

15 V 0,3 máx.

Sc 0,3 máx.

20 Ti 0,2 máx.

Fe 1,0 máx

Si 1,4 máx.

25 Be 0,005

Impurezas: cada una 0,05 máx.

30 en total 0,25 máx...

Resto aluminio.

2. Producto de colada en coquilla de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el contenido de magnesio está en el intervalo de 4,5 a 6,0% y, preferiblemente, en el intervalo de 5,0 a 6,0%.

3. Producto de colada en coquilla de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el contenido de magnesio está en el intervalo de 2,7 a 4,5% y, preferiblemente, en el intervalo de 3,0 a 4,5,0%.

4. Producto de colada en coquilla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el contenido de Fe está en el intervalo de hasta 0,5%.

5. Producto de colada en coquilla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el contenido de Mn está en el intervalo de 0,4 a 1,2%.

6. Producto de colada en coquilla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el contenido de Zn está en el intervalo de 0,3 a 0,9%, preferiblemente en el intervalo de 0,4 a 0,9%.

7. Producto de colada en coquilla de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el contenido de Zn está en el intervalo de 0,45 a 0,9%.

8. Producto de colada en coquilla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el contenido de Zr está en el intervalo de 0,06 a 0,16%.

9. Producto de colada en coquilla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la relación Mg/Zn es de 6,0 o más.

10. Producto de colada en coquilla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 4 a 9, en el que la aleación de aluminio de colada en coquilla comprende Mg en el intervalo de 4,5 a 6,0% y en estado de colada se **caracteriza** por una resistencia a tracción de como mínimo 250 MPa y un límite elástico de como mínimo 160 MPa, y un alargamiento de como mínimo 10%.

11. Producto de colada en coquilla de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3 a 9, en el que la aleación de aluminio de colada en coquilla comprende Mg en el intervalo de 2,7 a 4,5% y en estado de colada es **caracteriza** por una resistencia a tracción de como mínimo 210 MPa y un límite elástico de como mínimo 120 MPa, y un alargamiento de como mínimo 17%.

ES 2 280 300 T3

12. Uso de una aleación de colada en coquilla de acuerdo con la reivindicación 10 u 11 para la fabricación de componentes de seguridad por colada en coquilla.

13. Uso de una aleación de colada en coquilla de acuerdo con la reivindicación 10 u 11 para la fabricación por
5 colada en coquilla de un miembro del bastidor de un vehículo.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65