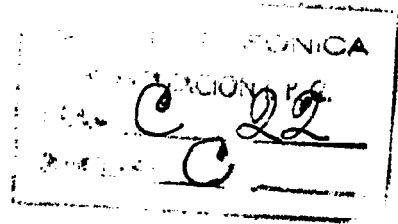


P.- 39.914

AJH/625



360306



Memoria descriptiva



para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de ALCAN RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED

entidad / ~~de nacionalidad~~ canadiense

con domicilio en 1, Place Ville Marie, Montreal, Quebec,
Canada

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE UNA ALEACION
DE ALUMINIO, ZINC Y MAGNESIO, QUE TIENE UNA ALTA RE
SISTENCIA A LA CORROSION POR ESFUERZOS LATENTES"
(Clase Internacional C22c)



Este invento se refiere a aleaciones de aluminio, zinc y magnesio.

Las aleaciones de aluminio en que los principales constituyentes de aleación son: zinc dentro del margen de 3,6 a 5,0% y magnesio, dentro del margen de 0,5 a 3,0% (siendo el constituyente endurecedor principal un compuesto de magnesio y zinc); y que tienen un contenido de cobre no superior a una pequeña fracción de 1% (por ejemplo 0,2%), son bien conocidas y tienen amplia utilidad, por ejemplo en forma de chapas, placas, piezas extruídas y otras formas forjadas. Dichas aleaciones de aluminio, zinc y magnesio son susceptibles de ser tratadas térmicamente para desarrollar alta resistencia mecánica. Las referencias ulteriores a aleaciones de aluminio, zinc y magnesio en esta memoria, se refieren a aleaciones que contienen zinc y magnesio dentro de las cantidades antes especificadas.

Correspondientemente, piezas de trabajo a base de estas aleaciones son sometidas normalmente a un tratamiento térmico en solución, así como a subsiguientes operaciones de endurecimiento por envejecimiento natural y/o artificial, con el fin de mejorar la resistencia mecánica y la dureza de la aleación. Tratamientos térmicos en solución convencionales incluyen las operaciones sucesivas de calentar la pieza de trabajo para llevarla hasta una temperatura suficientemente alta para producir una solución sólida completa de los constituyentes de aleación, pero demasiado baja para producir fusión incipiente, homogeneizar o normalizar la pieza de trabajo manteniéndola a dicha temperatura durante un tiempo suficiente para efectuar la disolución completa deseada de constituyentes, y enfriar hasta baja

13.12.68



temperatura la pieza de trabajo con una rápida velocidad en un medio de enfriamiento apropiado, por ejemplo, agua.

En muchos casos será deseable someter a la pieza de trabajo a base de aleación a un trabajo en frío sustancial después del tratamiento térmico en solución; y desde luego, es necesario normalmente aplicar cierto grado de deformación en frío a los artículos tratados térmicamente en solución (incluyendo chapas y placas) para rectificar la forma o para aumentar la resistencia a la tracción, o por operaciones tales como flexión en frío, cizallamiento o corte, embutición o configuración, todas las cuales dan como resultado deformaciones residuales en frío. Sin embargo, la deformación en frío aplicada después de tratamiento térmico en solución convencional (incluyendo un enfriamiento rápido hasta baja temperatura) a las aleaciones conocidas de aluminio, zinc y magnesio antes citadas, tiende a hacer a la pieza de trabajo susceptible de fisuración por corrosión de esfuerzos latentes, un estado que aparece cuando el artículo de aleación es expuesto a un ambiente corrosivo, desarrollándose las fisuras en los lugares de deformación del artículo. Por esta razón, se ha evitado en la práctica anterior aplicar un trabajo en frío sustancial a un artículo de aleación de aluminio, zinc y magnesio tratado térmicamente en solución.

Un objeto del invento es crear resistencia superior a la corrosión por esfuerzos latentes en artículos de aleación de aluminio, zinc y magnesio que son sometidos sucesivamente a un tratamiento térmico en solución y a un trabajo en frío sustancial, es decir un trabajo en frío en una extensión o grado de al menos 5% (trabajo que corres-

2301



ponde a una reducción de 5% del espesor de una chapa por laminación en frío).

5 Con este y con otros objetos, el invento considera en general en un aspecto procedimientos para producir dichos artículos, que comprende, en sucesión, las operaciones de calentar una pieza de trabajo de aleación de aluminio, zinc y magnesio hasta una temperatura suficientemente alta para efectuar una disolución sustancial de los constituyentes de la aleación, y enfriar lentamente la
10 pieza de trabajo, preferiblemente a una velocidad de $0,1^{\circ}\text{C}$ a 20°C por segundo, al menos durante el enfriamiento de la pieza de trabajo a través del margen de 350°C a 250°C .

15 Se ha encontrado que mediante este procedimiento se mejora la resistencia a la fisuración por corrosión de esfuerzos latentes en el artículo trabajado en frío final, fabricado a partir de una aleación de aluminio, zinc y magnesio de la clase presente, comparado con un artículo similar que ha sido sometido a tratamiento térmico en solución seguido por un enfriamiento rápido a baja temperatura
20 convencional..

25 Para alcanzar una óptima resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes, se prefiere que la velocidad de enfriamiento (al menos dentro del margen de 350°C a 250°C) no sea mayor de aproximadamente 12°C por segundo, y desde luego la operación de enfriamiento puede realizarse de manera muy ventajosa exponiendo la pieza de trabajo calentada a aire inmóvil o tranquilo, que para la mayor parte de los espesores normales de chapa de aleación de aluminio da
30 como resultado un enfriamiento a una velocidad de 1°C a 6°C por segundo dentro del margen de temperaturas de 350°C

13.12.68

230



a 250°C.

5 Adicionalmente, de acuerdo con el invento, se pre-
fiere que la aleación utilizada contenga 0,2 a 0,7% de
manganeso, y 0,1-0,25% de zirconio, habiéndose encontra-
do que la inclusión de estos dos metales en los márgenes
indicados proporciona una mejora especial de la resistencia a
la corrosión por esfuerzos latentes del artículo final-
mente producido. Cuando se emplean aleaciones de aluminio,
zinc y magnesio de la presente clase que incorporan las
10 cantidades especificadas de zirconio y manganeso, se ob-
tiene una satisfactoria resistencia a la corrosión por
esfuerzos latentes empleando caldeo en solución y subsi-
guiente enfriamiento hasta baja temperatura a velocidades
de enfriamiento (en el margen entre 350 y 250°C) tan altas
15 o incluso mayores que el límite superior de 20°C por se-
gundo, mientras que las aleaciones que carecen de la com-
binación de inclusiones de manganeso y de zirconio exhiben
la máxima resistencia a la corrosión por esfuerzos laten-
tes solo cuando son enfriadas (en el margen de 350 a 250°C)
20 a las velocidades más bajas proporcionadas por exposición
a aire quieto o inmóvil.

25 Además, se prefiere que la aleación utilizada no
contenga más de 0,05% de cromo. La presencia de cromo en
exceso sobre esta cantidad parece que favorece la exfoliación
del artículo producido y aumenta también la sensibilidad
de las propiedades mecánicas a la velocidad de enfriamien-
to.

30 En un aspecto adicional, el invento considera la crea-
ción de una aleación de aluminio, zinc y magnesio, espe-
cialmente apropiada para utilizarse en el procedimiento

13.12.68



precedente y que consiste esencialmente en 3,6-5,0% de zinc; 0,5-3,0% de magnesio; 0,2-0,7% de manganeso; 0,1-0,25% de zirconio; no más de 0,4% de hierro; no más de 0,25% de silicio; otros elementos, cada uno no mas de 0,05%, en total no más de 0,15%; el resto aluminio. Preferiblemente, la aleación contiene 3,8-4,6% de zinc y 1,0-2,0% de magnesio, mientras que una aleación más preferida contiene 4,1-4,5% de zinc y 1,65-1,95% de magnesio. Impurezas no especificadas secundarias están preferiblemente por debajo de 0,03% cada una y por debajo de 0,1% en total. Artículos fabricados a base de esta aleación se encuentra que exhiben una resistencia marcadamente superior a la corrosión por esfuerzos latentes cuando son tratados por el procedimiento de tratamiento térmico en solución y de enfriamiento rápido a baja temperatura antes descrito, y desde luego exhiben una resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes muy satisfactorios incluso cuando son sometidos a un enfriamiento rápido a baja temperatura convencional después de tratamiento térmico en solución.

Dicho de manera más general, se encuentra que los artículos tratados térmicamente en solución fabricados a base de la aleación antes descrita pueden ser sometidos a deformación en frío sin desarrollar susceptibilidad a la corrosión por esfuerzos latentes, especialmente cuando son enfriados a baja temperatura después de tratamiento térmico en solución a una velocidad relativamente lenta. Se prefiere, para el tratamiento de piezas de trabajo de esta aleación, que la velocidad de enfriamiento después del tratamiento térmico en solución (al menos a través del margen de temperaturas entre 350 y 250°C) esté entre aproximadamente 0,1°C



por segundo y aproximadamente 20°C por segundo, pero dichas piezas de trabajo exhiben satisfactoria resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes (es decir) a pesar de haber sido sometida a deformación en frío después de tratamiento térmico en solución) incluso cuando se enfría después del tratamiento térmico en solución a velocidades hasta de aproximadamente 80°C por segundo a través del margen de temperaturas indicado; y desde luego en muchos casos se pueden emplear velocidades de enfriamiento todavía mayores en el tratamiento de esta aleación sin producir una perjudicial susceptibilidad a la corrosión por esfuerzos latentes después de una subsiguiente deformación en frío.

Las ventajas del procedimiento de tratamiento térmico del invento pueden ser descritas con relación a piezas de trabajo constituidas por aleaciones de aluminio, zinc y magnesio que tienen la siguiente composición: no más de 0,20% de cobre, no más de 0,9% de manganeso, 0,5 a 3,0% de magnesio, no más de 0,25% de cromo, 3,6 a 5,0% de zinc, no más de 0,15% de titanio, no más de 0,30% de zirconio, no más de 0,35% de silicio, no más de 0,4% de hierro, el resto aluminio, estando presentes las otras impurezas en cantidades no superiores a 0,05% de cada una y de 0,15% en total. Un ejemplo de una aleación conocida del tipo precedente es la aleación designada por Aluminium Association Nº X 7004 (también conocida comercialmente algunas veces como aleación 74 S), que tiene la siguiente composición: Cu, no más de 0,2%; Mn, 0,4-0,9%; Mg 1,0-2,0%; Cr, no más de 0,25%; Zn, 4,0-4,6%; Ti, no más de 0,15%; Si, no más de 0,25%; Fe, no más de 0,4%, otras impurezas, no



más de 0,05% de cada una, no más de 0,15% en total; el resto aluminio.

De acuerdo con el procedimiento del presente invento, una pieza de trabajo de aleación, que tiene la composición general antes indicada, es sometida a operaciones sucesivas de tratamiento térmico en solución, de enfriamiento y de trabajo en frío. A título de ejemplo, la pieza de trabajo puede ser un fleje o tira de chapa de aleación, aunque se sobreentenderá que el invento abarca en general también el tratamiento de otros tipos de artículos forjados. La operación de tratamiento térmico en solución se realiza calentando la pieza de trabajo suficientemente para efectuar al menos una disolución sustancial de los constituyentes de la aleación en ella, a saber, manteniendo la pieza de trabajo a una temperatura dentro del margen de 350° a 550°C. Así, la pieza de trabajo puede ser colocada o puede ser hecha avanzar a través de un horno apropiado para calentar con el fin de efectuar dicha disolución de constituyentes, siendo llevada hasta una temperatura de por ejemplo 465°C. Alternativamente, la operación de caldo puede realizarse unida a otras operaciones sobre la pieza de trabajo, tales como extrusión o laminación en caliente, es decir el caldeo de la pieza de trabajo para estas operaciones puede servir para efectuar la disolución de los constituyentes de la aleación y por lo tanto puede constituir la operación de calentamiento en solución, sin recurrir a un tratamiento térmico separado y especial de la pieza de trabajo.

Adicionalmente, de acuerdo con el invento, la pieza de trabajo calentada es enfriada desde la temperatura de

23 DIC



tratamiento térmico en solución, al menos a través del margen de temperaturas desde 350 a 250°C, a una velocidad entre 0,1°C y 20°C por segundo. Preferiblemente, la velocidad de enfriamiento es al menos de 0,5°C por segundo;

5 con menores velocidades se observa algún perjuicio de las propiedades mecánicas del artículo tratado, pero es todavía aceptable la resistencia a la tracción desarrollada con velocidades de enfriamiento tan bajas como 1,1°C por segundo. Este enfriamiento puede ser llevado a cabo de

10 cualquier manera conveniente, por ejemplo con pulverizaciones de agua o con chorros de aire o de otro gas. En muchos casos, es preferible que la velocidad de enfriamiento (al menos a través del margen de temperaturas antes especificado) no sea mayor de 12°C por segundo, y desde

15 luego es conveniente y ventajoso efectuar el enfriamiento de la pieza de trabajo exponiéndola a aire inmóvil. Las velocidades de enfriamiento de artículos de aleación de diversos espesores en aire inmóvil (a través del margen de 350 a 250°C), comparado con las velocidades de enfriamiento producidas enfriando rápidamente en agua a 80°C y

20 en agua a 18°C, están dadas en la siguiente tabla:



Velocidad de enfriamiento en diversos
medios (°C/seg.)

Espesor del artículo (mm)	Aire inmóvil	Agua a 80°C	Agua a 18°C
0,8	3,22	300	3.800
0,9	3,00	270	3.650
1,0	2,80	235	3.050
1,3	2,00	200	2.350
2,0	1,43	125	1.650
4,0	0,81	70	720

5

10

Después que la pieza de trabajo ha sido enfriada, puede ser trabajada en frío en cualquier grado deseado. Por ejemplo, en la producción de chapa de aleación, la pieza de trabajo puede ser laminada hasta un calibre intermedio antes del tratamiento térmico en solución, y después del enfriamiento prescrito a continuación del tratamiento térmico en solución, puede ser reducido adicionalmente de espesor en una cantidad superior a 5%. Se sobreentenderá, sin embargo, que el presente invento crea también un método de tratar térmicamente piezas de trabajo de aleación de aluminio, zinc y magnesio en que la deformación en frío es inducida por otras operaciones de trabajo en frío.

15

20

25

30

La resistencia de una pieza de trabajo de aleación de aluminio, zinc, y magnesio trabajada en frío a la corrosión por esfuerzos latentes después de la aplicación del tratamiento térmico del presente invento, es mucho mayor que la de una pieza de trabajo tratada térmicamente en solución de manera similar pero enfriada después del tratamiento térmico en solución por enfriamiento hasta baja temperatura convencional en agua a una velocidad de aproximadamente 2000°C por segundo; esta mejora se logra cuan-



do la pieza de trabajo es sometida a trabajo en frío sustancial después del tratamiento térmico.

En particular, la resistencia aumentada a la corrosión por esfuerzos latentes proporcionada por el presente método hace posible la utilización de aleaciones de aluminio, zinc y magnesio en muchas aplicaciones para las que los artículos producidos por procedimientos convencionales, con enfriamiento hasta baja temperatura convencional después del tratamiento térmico en solución, no son satisfactorios debido al rápido fallo por corrosión o por esfuerzos latentes inducido por el subiguiente trabajo en frío. Dicho de manera general, la resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes disminuye según aumenta la velocidad de enfriamiento después del tratamiento térmico en solución por encima del límite superior de 20°C por segundo, aunque aleaciones que tienen la composición preferida del invento (descrita a continuación) son menos sensibles a variaciones de velocidad de enfriamiento hasta baja temperatura por encima de este límite que lo son otras aleaciones de aluminio, zinc y magnesio.

No obstante la muy baja velocidad de enfriamiento hasta baja temperatura que se utiliza en el presente método, el tratamiento térmico en solución es completamente eficaz para desarrollar las deseadas propiedades mecánicas en la pieza de trabajo tratada, es decir, no se encuentran diferencias significativas entre las propiedades de tracción y de flexión logradas en una pieza de trabajo enfriada a la baja velocidad de este invento, y las desarrolladas en piezas de trabajo que son enfriadas después del tratamiento térmico en solución por un enfriamiento hasta baja

23 DIC 1968

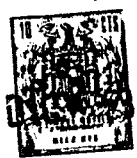


temperatura con agua rápido convencional.

5 En el presente método, la pieza de trabajo puede ser envejecida de forma natural (es decir almacenada a la temperatura ambiente, sin aplicación de calor) durante un periodo prolongado antes y/o después de la operación de trabajo en frío. No es necesario un envejecimiento artificial antes de trabajar en frío con el fin de desarrollar la deseada resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes, y es conveniente realizar la operación de trabajo en frío antes del envejecimiento artificial a temperatura elevada. No obstante, la pieza de trabajo puede ser envejecida artificialmente, si se desea, de manera convencional calentándola y manteniéndola a una temperatura elevada antes y/o después de la operación de trabajo en frío.

15 Aunque el método precedente es aplicable generalmente a aleaciones del tipo de aluminio, zinc y magnesio tal como se ilustran por la aleación X 7004 antes mencionada, se prefiere especialmente que la aleación empleada consista esencialmente en 3,6-5,0, preferiblemente 3,8-4,6% de zinc, 0,5-3,0%, preferiblemente 1,0-2,0% de magnesio; 20 0,2-0,7% de manganeso, 0,1-0,25% de zirconio, no mas de 0,4% de hierro, no mas de 0,25% de silicio, otros elementos, cada uno no más de aproximadamente 0,05% y preferiblemente por debajo de 0,03%, en total no más de 0,15 y preferiblemente por debajo de 0,1%, el resto aluminio. 25 La aleación que tiene esta composición exhibe especialmente alta resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes (cuando es tratada térmicamente en solución, enfriada y trabajada en frío) y tiene una sensibilidad correspondiente reducida a la velocidad de enfriamiento hasta baja tem- 30

13.12.68



peratura, es decir de manera que se logra una resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes muy superior incluso cuando la aleación es enfriada después de tratamiento térmico en solución a una velocidad tan alta como 20°C por segundo, y todavía a velocidades tan altas como 80°C por segundo o incluso superiores. Este resultado se cree que es atribuible a la inclusión de manganeso y zirconio en la composición preferida. La ausencia de cromo desde la composición (excepto en forma de impureza por debajo de 0,05% y preferiblemente por debajo de 0,03% para cada una de dichas impurezas) es también ventajosa ya que la presencia de mayores cantidades de cromo (por ejemplo superiores a 0,05%) tiende a favorecer la exfoliación y el consiguiente fallo del artículo de aleación bajo condiciones productoras de corrosión al mismo tiempo que aumenta la sensibilidad de las propiedades mecánicas de la aleación a la velocidad de enfriamiento después del tratamiento térmico en solución.

Los márgenes y valores nominales actualmente preferidos de proporciones de elementos en las composiciones de la aleación del invento están indicados en la siguiente tabla:



	Margen o máximo (%)	Nominal (%)
Zn	4,1 - 4,5	4,3
Mg	1,65- 1,95	1,80
Mn	0,43-0,57	0,50
Zr	0,15-0,19	0,17
Fe	0,20-0,30	0,25
Si	0,12-0,18	0,15
otros: cada uno	0,03	
Total	0,1	
Al	el resto	

Ejemplo I.- Chapas de aleación de aluminio, zinc y magnesio de diversos calibres se produjeron laminando una aleación que tenía la siguiente composición aproximada: 4,4% de zinc, 1,8% de magnesio, 0,71% de manganeso, 0,26% de hierro, 0,15% de silicio, 0,03% de cobre, 0,018% de titanio y el resto aluminio. Estas chapas fueron tratadas térmicamente en solución por normalización durante una hora a 465°C. Un grupo de las chapas fue enfriado después del tratamiento térmico en solución enfriando hasta baja temperatura en agua fría (a 10°C), y el grupo restante de chapas fue enfriado desde la temperatura de tratamiento térmico en solución por exposición a aire inmóvil. Las velocidades de enfriamiento aproximadas (en °C/segundos) para los diversos espesores de chapa en los dos medios de enfriamiento utilizados, dentro del margen de temperaturas desde 450°C hasta 250°C, fueron los siguientes:

Esesor (mm)	Enfriado en aire	Enfriado rápidamente en agua.
0,8	2,45	3.410
1,0	2,10	2.840
2,0	1,30	1.380



2301

Acto seguido las chapas fueron envejecidas naturalmente, es decir por almacenamiento a la temperatura ambiente sin calentamiento.

5 Chapas de cada grupo fueron reducidas en grados variables por laminación en frío después de periodos de envejecimiento natural de duración variable, hasta un calibre final (para todas las chapas) de 0,8 mm, y después de esto fueron sometidas a periodos adicionales de envejecimiento natural de duraciones variables para proporcionar
10 muestras representativas de cualquier combinación posible de cada una de las condiciones de tratamiento siguientes:

Enfriamiento después del tratamiento térmico en solución: enfriamiento seguido en agua fría, enfriamiento en aire;

15 Duración del envejecimiento natural antes de la reducción en frío: 1,35, 365 días;

Extensión de la reducción en frío: 0, 20%, 60%;

Duración del envejecimiento natural después de reducción en frío: 1,35, 100 días.

20 Al concluir los periodos de envejecimiento natural indicados, se cortaron 5 flejes, cada uno de aproximadamente 1,9 cm de anchura y de 15 cm de longitud, a partir de cada muestra (con la dimensión longitudinal de cada fleje de posición transversal a la dirección de laminación),
25 y cada fleje fue plegado en forma de un arco comprimiendo los extremos entre ranuras en una tira de "Baquelita" rellena con lino, siendo el grado de flexión tal que apareció una pequeña cantidad de deformación plástica en las fibras exteriores del lado de la tira en tensión. Cada fleje plegado fue expuesto a una solución acuosa de NaCl 1 N
30 + H₂O₂ 0,2 N; la solución fue vigilada diariamente para



5 mantener el oxígeno disponible en una concentración constante. Específicamente cada fleje fue expuesto alternativamente a la solución durante 16 horas y fue secado en aire durante 8 horas, (en los días de trabajo pero no en los fines de semana), y se determinó el fallo por corrosión de esfuerzos latentes de los flejes por inspección visual diaria. Los flejes que resistieron 100 días a dicha

10 exposición sin fallo por corrosión de esfuerzos latentes fueron considerados insensibles a la corrosión por esfuerzos latentes y fueron retirados del ensayo. Otros efectos de corrosión tales como picadura y exfoliación resultan observables en este periodo.

15 El precedente ensayo de corrosión por esfuerzos latentes, citados comunmente como ensayo de "inmersión alternada de fleje plegado", sigue esencialmente el procedimiento descrito en el A.S.T.M. Symposium on Stress Corrosion Testing, nº 64, publicado en 1944.

20 Resultados comparativos del ensayo de corrosión por esfuerzos latentes para muestras enfriadas en aire y enfriadas rápidamente en agua, reducidas en 20% y 60% por la inminación en frío después del tratamiento térmico en solución, están dados en la siguiente tabla. En esta tabla, la resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes de cada serie de cinco flejes está representada por la duración

25 bajo ensayo (es decir duración de exposición, en días, antes del fallo por corrosión de esfuerzos latentes) basta que fallase el primer fleje de la serie (columnas de encabezamiento "A") y la duración acumulada bajo ensayo de las 5 tiras (columnas de encabezamiento "B"). Los tiempos de

30 envejecimiento dados se refieren a intervalos de tiempo

23 D



entre el enfriamiento rápido y la laminación en frío. "ND" significa que no tuvo lugar fallo en 100 días de exposición. Los valores de duración de flejes marcados con un asterisco se refieren a fallos que resultan de la exfoliación.

5

13.12.68

Intervalo de tiempo entre laminación y ensayo (días)	Reducción en frío (%)	Duración bajo ensayo antes del fallo por corrosión por esfuerzos latentes (días)															
		Muestras enfriadas rápidamente con agua						Muestras enfriadas con aire									
		Envejeci- das 25 días		Enveje- cidas 100 días		Envejeci- das 25 días		Envejeci- das 1 día		Envejeci- das 25 días		Envejeci- das 100 días					
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B				
1	20	NF	166	1	6	117	60	3	5	NF	403	NF	NF	NF	NF	NF	NF
	60	62	27	2	4	11	29	2	1	NF	58	NF	NF	NF	NF	NF	NF
35	20	78	8	2	6	143	34	1	3	NF	426	NF	NF	NF	NF	NF	NF
	60	23	27	2	6	143	34	1	3	NF	426	NF	NF	NF	NF	NF	NF
365	20	78	8	2	6	143	34	1	3	NF	426	NF	NF	NF	NF	NF	NF
	60	23	27	2	6	143	34	1	3	NF	426	NF	NF	NF	NF	NF	NF
		Tiempo medio hasta fallo = 26,3 días															
		No hubo fallo por corrosión de esfuerzos latentes en 100 días															





23 DICIEMBRE 1968

5 A partir de la tabla precedente, se observará que las muestras que fueron enfriadas con aire después del tratamiento térmico en solución exhibieron una resistencia mucho mayor al fallo por corrosión por esfuerzos latentes que las muestras que fueron enfriadas rápidamente en agua. Los fallos que ocurrieron en el grupo de muestras enfriadas con aire resultaron de la exfoliación.

10 En el caso de muestras que no fueron sometidas a reducción en frío después del tratamiento térmico en solución, ni las muestras enfriadas con aire ni las enfriadas rápidamente con agua exhibieron fallo por corrosión por esfuerzos latentes dentro del periodo de ensayo de 100 días.

15 Hubo poca o ninguna diferencia entre las propiedades mecánicas de las muestras enfriadas con aire y de las enfriadas rápidamente con agua. Los valores medidos de estas propiedades están dados en la siguiente tabla, en que "T3" se refiere al revenido de muestras trabajadas en frío después de tratamiento térmico en solución y de envejecimiento natural "T4" designa el revenido de muestras envejecidas naturalmente durante 35 días pero no sometidas a reducción en frío, y "T6" designa el revenido de muestras envejecidas artificialmente después de tratamiento térmico en solución pero, igualmente, no sometidas a reducción en frío.

20

25



	Revenido de Aleación	Resistencia a la tracción en la rotura (kg/cm ²)	Límite aparente de elasticidad con deformación remanente de 0,2% (kg/cm ²)	Porcentaje de alargamiento (%)
5				
	T3 (reducción 10%)	3920	3080	13
	T3 (reducción 60%)	4970	4620	4
	T4 (Propiedades longitudinales)	3850	2240	20
10	T4 (Propiedades transversales)	3850	2240	19
	T6 (Propiedades longitudinales)	4130	3570	12
15	T6 (Propiedades transversales)	4060	3500	12

Ejemplo II. Para ilustrar el efecto de la composición de la aleación y de la velocidad de enfriamiento sobre la susceptibilidad a la corrosión por esfuerzos latentes de la chapa de aleación de aluminio, zinc y magnesio sometida a trabajo en frío sustancial después de tratamiento térmico en solución, se prepararon chapas a partir de tres aleaciones que tenían la siguiente composición.

Muestra nº	% Zn	% Mg	% Mn	% Fe	% Si	% Zr	% Al
1	4,3	1,7	0,31	0,26	0,16	- -	resto
2	4,4	1,8	0,71	0,26	0,16	- -	"
3	4,3	1,8	0,28	0,23	0,16	0,14	"

30 En el caso de la aleación designada por "3", que



representa la composición de aleación preferida, otros elementos estaban presentes en proporciones de no más de 0,05% de cada una, y en no más de 0,1% en total.

5 Chapas de 1,6 mm de espesor fueron producidas por laminación directa de lingotes colados de cada aleación. Una pluralidad de chapas de cada aleación fueron tratadas térmicamente en solución. Dos chapas de cada aleación fueron enfriadas con aire después del tratamiento térmico en solución a una velocidad de aproximadamente 1,9°C por se-
10 gundo, otras dos chapas de cada aleación fueron enfriadas rápidamente con pulverizaciones de agua proporcionando una velocidad de enfriamiento de aproximadamente 20°C por segundo, y todavía otras dos chapas de cada aleación fueron enfriadas hasta baja temperatura con agua a una velocidad
15 de aproximadamente 1100°C por segundo, estando dadas las velocidades de enfriamiento en cada caso para el margen de temperaturas desde 350°C a 250°C. Una chapa de cada par fue envejecida naturalmente durante 35 días y la otra durante 100 días; al final de los tiempos de envejecimiento
20 natural especificados, cada chapa fue reducida en 50% por laminación en frío hasta un espesor final de 0,8 mm. 5 flejes cortados de cada chapa fueron sometidos a continuación al ensayo de corrosión por esfuerzos latentes descrito en el Ejemplo I anterior. Los resultados de este ensayo están
25 dados en la siguiente tabla, en que las diversas letras y símbolos utilizados ("A", "B", "NF" y asterisco) tienen los mismos significados que en la tabla que resume los resultados de ensayo de corrosión por esfuerzos latentes del Ejemplo I.



Aleación Velocidad de enfriamiento desde el tratamiento térmico en solución (°C/seg). Intervalo de tiempo entre el enfriamiento rápido y la laminación Duración de corrosión por esfuerzos latentes en días.

				A	B
5	1	1,9	35 días	89 [⊕]	489
			100 "	NF	NF
		20	35 "	33	311
			100 "	8	263
			1100	35 "	24
10	2	1,9	100 "	2	146
			35 días	NF	NF
		20	100 "	NF	NF
			35 "	18	335
			100 "	38	291
15	3	1,9	35 "	10	173
			100 "	8	51
		20	35 días	NF	NF
			100 "	NF	NF
			35 "	63 [⊕]	463
20	3	1,9	100 "	67 [⊕]	462
			35 "	NF	NF
		20	100 "	45 [⊕]	360
			35 "	NF	NF
			1100	100 "	NF

Los resultados precedentes demuestran que las muestras de aleación 3 (que representa la composición del presente invento) exhiben una resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes muy marcadamente superior, incluso en el caso de chapas enfriadas a velocidades relativamente rápidas después del tratamiento térmico en solución.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 17 de Noviembre de 1967,

13.12.68



bajo el Núm. 683.782, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10 1.- Un procedimiento para la producción de una aleación de aluminio, zinc y magnesio, que tiene una alta resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes después de trabajo en frío, que comprende calentar una aleación que tiene la siguiente composición: 3,6 a 5,0% de zinc, - 0,5 a 3,0% de magnesio, 0,2 a 0,7% de manganeso, 0,1 a 0,25% de zirconio, no más de 0,4% de hierro, no más de 0,25% 15 de silicio, no más de 0,05% de cada uno, y no más de 0,15% en total, de otros elementos, el resto aluminio.

20 2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por enfriar la aleación a una velocidad de 0,1 a 80°C/segundo, al menos en la gama de temperaturas de 350 a 225°C.

3.- Un procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por enfriar la aleación a una velocidad de 0,5 a 20°C/segundo, al menos en la citada gama de temperaturas de 350 a 250°C.

25 4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, en el cual los contenidos de zinc y magnesio de la

11A 

aleación están comprendidos dentro de las siguientes gamas:
zinc, de 3,8 a 4,6%; magnesio, de 1,0 a 2,0%.

5 5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los contenidos de zinc y magnesio están comprendidos dentro de las siguientes gamas: zinc de 4,1 a 4,5%; magnesio de 1,65 a 1,95.

10 6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado además, porque después del calentamiento y el enfriamiento, la aleación es sometida a una reducción de espesor de al menos el 5%, por laminación en frío.

7.- Un procedimiento para la producción de una aleación de aluminio, zinc y magnesio, que tiene una alta resistencia a la corrosión por esfuerzos latentes.

15 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veinticuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 11 ABR. 1970

P.A.

~~MINISTERIO DE ECONOMÍA~~
~~por Pedro~~

