

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19 ES	11	NUMERO	10 A1
	21	483945	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		- 6 SET. 1978	

PATENTE DE INVENCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

50 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
78 26371	8 de Septiembre de 1.978	Francia
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22F 1/04/C22C 21/14, 21/16	
64 TITULO DE LA INVENCION		
PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO TERMICO DE PRODUCTO BATIDO.		
71 SOLICITANTE (S)		
CEGEDUR SOCIETE DE TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM PECHINEY.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
66, Avenue Marceau, 75008 PARIS (Francia)		
72 INVENTOR (ES)		
Bruno DUBOST, Ing., Jean BOUVAIST, Ing.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO y POMBO		

La presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento térmico de productos batidos de aleaciones de aluminio de la serie 2000 (aluminio-cobre-magnesio-silicio) - destinado a mejorar su resistencia a la corrosión intercris-  
5 talina y la corrosión bajo tensión.

El procedimiento se aplica a todos los productos ba-  
tidos en aleación a base de aluminio que tengan en particular  
proporciones ponderales de 3,5 % a 5 % en cobre, de 0,2 % a -  
1,0 % en magnesio y de 0,25 % a 1,2 % en silicio, tales que la  
10 relación de las proporciones ponderales Si/Mg sea superior a -  
0,8. Estas aleaciones pueden contener igualmente proporciones  
ponderales inferiores ó iguales al 1 % en manganeso, al 0,5 %  
en cromo y al 0,3 % en zirconio.

La aleación de aluminio más característica de este -  
15 campo de composiciones es la aleación denominada 2014 según  
las designaciones de Aluminium Association. Esta aleación y sus  
variantes, 2X14 (2214 etc....), que se diferencian de la 2014  
por proporciones en hierro más reducidas, son muy utilizadas en  
la industria aeronáutica.

20 La práctica actual del tratamiento térmico de estas  
aleaciones comprende una solubilización a una temperatura gene-  
ralmente inferior a 510°C, un temple lo más rápido posible, una  
maduración de varios días a temperatura ambiente (estado T4) y  
un revenido simple a una temperatura generalmente comprendida  
25 entre 150 y 190°C durante un tiempo de mantenimiento isotérmo  
comprendido entre 4 y 48 horas (estado T6). Esta gama de tra-  
tamiento térmico es en particular la de los productos matrizados.  
La práctica conocida del tratamiento térmico de los pro-  
ductos laminados, forzados ó extrusionados comprende además -  
30 un estirado por deformación plástica del 1 al 5 % de los pro-

ductos brutos de temple antes de la maduración y revenido, destinado a distensionar los productos templados. Este estirado puede obtenerse por tracción controlada ó aplanado de los productos largos (estados T351 después de la maduración ó T651 - después del revenido isotérmo) y por compresión de los productos forjados (estados T352 ó T652).

En el estado actual T6 ó T651, los productos tienen características mecánicas de tracción (carga de ruptura  $R_p$  y límite elástico de 0,2 % de deformación remanente  $R_p$  0,2) muy elevadas, pero su resistencia a la corrosión intercrystalina y a la corrosión bajo tensión en el sentido transversal-corto es mala.

La resistencia a la corrosión intercrystalina es evaluada después de la inmersión durante un tiempo de 6 horas en reactivo  $\text{NaCl-H}_2\text{O}_2$  según la norma aeronáutica francesa AIR 9050C.

La resistencia a la corrosión bajo tensión es evaluada en el sentido transversal-corto después del ensayo inmersión-emersión alternada en reactivo aeronáutico A3 según la norma AIR 9050 C. Se caracteriza por el esfuerzo de no ruptura 30 días de ensayos ( $\sigma$  NR 30), a menudo dado en porcentaje del límite elástico  $R_p$  0,2 en el sentido transversal-corto.

En estas condiciones, la aleación 2014 posee en estado T6 (ó T651) un esfuerzo de no ruptura en el sentido transversal-corto inferior a 100 MPa en 30 días de ensayos, e incluso en ausencia de un esfuerzo aplicado, es muy sensible a la corrosión intercrystalina después del ensayo  $\text{NaCl-H}_2\text{O}_2$ .

La entidad solicitante ha descubierto que era posible mejorar de forma significativa el compromiso entre las características mecánicas y la resistencia a la corrosión de las

aleaciones objetos de la invención tras el tratamiento, sin modificar las composiciones tal cual se han definido industrialmente y en condiciones económicas satisfactorias, en particular en lo que concierne a la duración del tratamiento térmico.

5 El tratamiento térmico según la invención comprende una solubilización, un temple, eventualmente un estirado por deformación plástica de 1 a 5 % después del temple, destinado a distensionar los productos templados (por ejemplo por apla-  
10 nado, tracción ó compresion controlados) una maduración a temperatura ambiente de duración indeterminada y un revenido final que comprende al menos dos etapas:

1) un revenido principal a una temperatura superior a 225°C e inferior a 280°C, de un tiempo comprendido entre 6 segundos y una hora, siendo a temperatura, la temperatura máxi-  
15 ma alcanzada por la parte más fría del producto a tratar y el tiempo del revenido siendo contado entre el momento en que la temperatura así definida sobrepasa 225°C en el sentido ascendente y el momento en que alcanza 225°C en el sentido descendente.

20 La duración de mantenimiento por encima de 225°C es tanto más corta cuanto más elevada es la temperatura alcanzada.

2) Un revenido complementario a una temperatura comprendida entre 120°C y 175°C de un tiempo de duración comprendido entre 4 horas y 8 días.

25 El revenido principal puede ser precedido eventualmente de un precalentamiento de una duración inferior ó igual a 24 horas a una temperatura inferior ó igual a 160°C.

30 Las temperaturas y duraciones del revenido principal, tal como se define anteriormente, se sitúan preferentemente, en un diagrama de coordenadas temperatura-tiempo, en el inte-

rrior de un cuadrilátero que tiene como vértice los puntos siguientes:

a) en el caso en que el producto ha sufrido un estirado después del temple y antes del revenido:

5            A = (225° - 7 mn)        B = (225° - 40 mn)  
             D = (280° - 6 s )      C = (280° - 3 mn)

b) en el caso en que el producto no ha sufrido estirado:

10            E = (225° - 10 mn)        F = (225° - 60 mn)  
             H = (280° - 9 s)        G = (280° - 5 mn)

15            Para el revenido principal, la velocidad de ascenso en la temperatura y la velocidad de enfriamiento en el producto a tratar deben ser suficientemente rápidas. En particular, entre 175 y 225°C, deben ser superiores a la media de 1°C/minuto.

20            Después del revenido principal, el producto debe ser refrigerado, ya sea hasta la temperatura ambiente ó bien hasta la temperatura del revenido complementario. Puede entonces sufrir un estirado por deformación plástica de 1 a 5 % destinado a su distensionamiento, si esta operación no ha sido ya efectuada entre el temple y el revenido principal.

25            Las temperaturas y duraciones del revenido complementario se sitúan, preferentemente, en un diagrama de coordenadas temperaturas-tiempo en el interior de un cuadrilátero cuyos vértices son los siguientes:

a) en el caso en que el producto haya sufrido un estirado después del temple y antes del revenido complementario:

30            I = (120° - 36 h)        J = (120° - 144 h)  
             L = (175° - 4 h)        K = (175° - 16 h)

b) en el caso en que el producto no haya sufrido es-

tirado antes del revenido complementario:

$$M = (120^{\circ} - 54 \text{ h}) \quad N = (120^{\circ} - 216 \text{ h})$$

$$P = (175^{\circ} - 6 \text{ h}) \quad O = (175^{\circ} - 24 \text{ h})$$

5 Si el estirado tiene lugar entre el revenido principal y el revenido complementario, la temperatura del revenido complementario será, preferentemente, inferior a  $70^{\circ}\text{C}$  al menos a la del revenido principal. En este caso, el estirado puede efectuarse a una temperatura intermedia entre la del revenido principal y la temperatura ambiente.

10 Las condiciones del tratamiento térmico según la invención se ilustran en las figuras anexas que representan respectivamente, en coordenadas semi-logarítmicas temperatura-tiempos:

15 - figura 1: los campos ABCD (productos estirados) y EFGH (productos no estirados) del revenido principal;

- figura 2: los campos IJKL (productos estirados) y MNOP (Productos no estirados) del revenido complementario.

20 Una ventaja de la presente invención es la excelente reproductibilidad de las condiciones del revenido principal, obtenida por simple control de la evolución de la temperatura, en la parte más fría, de una pieza testigo. Además, el revenido principal puede que no comprenda umbral isoterma, a una temperatura superior a  $225^{\circ}\text{C}$ . Por tanto puede realizarse sobre productos de cualesquiera espesores y por medio de técnicas más diversas que permiten una subida de temperatura suficientemente rápida, por ejemplo, un horno ventilado, horno de paso, horno de alta frecuencia, baño de aceite, sal ó metal fundido, ó por efecto Joule, según la naturaleza de los productos a tratar.

25 El conocimiento en cada instante de la temperatura de la parte más fría de la pieza, en particular cuando ésta so-

30

brepasa 225°C, permite interrumpir el revenido principal de modo que la duración de mantenimiento de la pieza a temperatura superior a 225°C esté en el interior del campo de duraciones correspondiente a la temperatura máxima alcanzada, campo delimitado por la figura 1.

Los productos tratados según la invención presentan:

- características mecánicas de tracción (carga de ruptura  $R_m$  y límite elástico al 0,2 % de alargamiento remanente  $R_p 0,2$ ) al menos iguales al 90 % de las obtenidas en el estado actual T6, T651 ó T652 según la naturaleza de los productos, sin disminución de ductibilidad.

- una resistencia a la corrosión intergranular evaluada por el ensayo  $\text{NaCl-H}_2\text{O}_2$  (norma AIR 9050 C) muy superior a la de los estados T6 ( ó T651 - T652),

- una resistencia a la corrosión bajo tensión muy superior a la de los productos tratados en el estado actual T6 (ó T651, T652) puesto que su esfuerzo de no ruptura en el sentido transversal-corto es superior al 70 % del límite elástico  $R_p 0,2$  en 30 días de ensayos inmersión-emersión alternada en reactivo A3 según la norma AIR 9050 C.

El procedimiento según la invención se aplica al tratamiento térmico de productos laminados, forjados, matrizados, extrusionados ú otros, cualquiera que sea el tratamiento de homogeneización ó de solubilización practicado antes del temple cualquiera que sea la forma de distensionado por estirado tras temple. Sin embargo, es particularmente ventajoso, que la aleación, antes del batido, haya sido homogeneizada a una temperatura comprendida entre la temperatura de fusión comenzante de los eutécticos metaestables y la temperatura del solidus de equilibrio de la aleación, como se describe en la patente fran-

cesa nº 2.278.785.

La combinación de dicha homogeneización y de un revenido según la invención confiere a la aleación, sin que sea necesario modificar su composición, un conjunto de características mejoradas puesto que el límite elástico  $R_p 0,2$  es al menos igual al 95 % del obtenido en una aleación de idéntica composición que ha sufrido el mismo estirado y el tratamiento de revenido T6 ó T651 con un alargamiento (A %) superior al del estado actual T6.

En el caso particular de la aleación 2014 ó 2214, la entidad solicitante ha encontrado que la modificación de la aleación por aumento de la proporción en Cu y/o Mg y/o Si hasta su límite de solubilidad en el aluminio a la temperatura de homogeneización (según el certificado de Adición nº 2.293.497 a la patente francesa nº 2.278.785), asociada a una homogeneización efectuada a una temperatura comprendida entre la temperatura de fusión comenzante de los eutécticos metaestables y la temperatura de solidus de equilibrio de la aleación (como se describe en la patente francesa nº 2.278.785) y a un tratamiento de revenido según la invención, permite alcanzar un compromiso características mecánicas de tracción-resistencia a la corrosión bajo tensión totalmente excepcional para las aleaciones de la serie 2000 e imposible de alcanzar por otros medios en el estado actual de la técnica. En efecto, los productos en aleación 2014 de composición modificada tienen, tras la homogeneización especial y revenido según la invención, características mecánicas de tracción ( $R_m$  y  $R_p 0,2$ ) superiores a las de la aleación 2014 clásica tratada en el estado T6 (ó T651 ó T652) sin disminución del alargamiento ni de la tenacidad con, además, una resistencia a la corrosión muy superior: el esfuerzo de no rup-

tura es superior al 75 % del límite elástico  $R_p$  0,2 y la aleación tratada según la invención no es sensible a la corrosión intercrystalina según la norma AIR 9050 C.

Estas ventajas se ilustran por los ejemplos de realización siguientes, dados a título indicativo pero no limitativo:

EJEMPLO 1

Chapas de espesor de 60 mm en aleación 2214, de composición clásica (Cu = 4,4 - Mg = 0,4 - Mn = 0,6 - Si = 0,8) - han sufrido, después de la homogeneización clásica, una solubilización clásica a 505°C seguida de un temple en agua fría, de una tracción controlada de 2,2 % de una maduración de duración 2 meses a temperatura ambiente, y tratamientos de revenido clásico T651 ó según la invención, controlados por un termopar colocado en el núcleo.

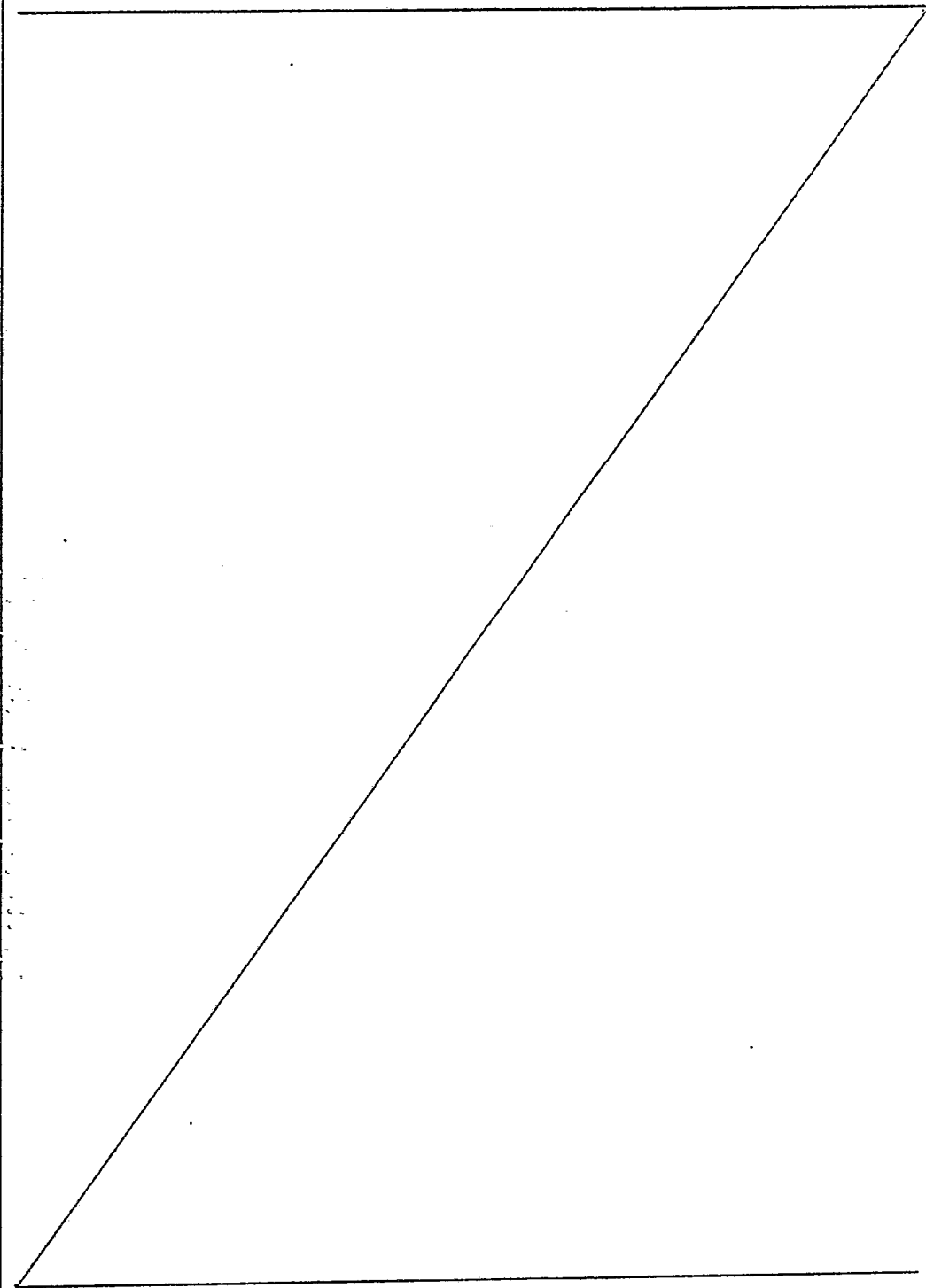
El revenido principal (R.P.) ha sido efectuado en el baño de sal nitritos-nitratos.

El cuadro I siguiente indica la duración de mantenimiento de la pieza a temperatura superior a 225°C y la temperatura máxima alcanzada por el producto. Los productos han sido enfriados en agua después del revenido principal, y el revenido complementario (R.C.) ha sido efectuado en horno fijo ventilado. El cuadro I dá las características mecánicas de tracción en el sentido transversal-longitudinal y transversal-corto, el esfuerzo ó NR30 de no ruptura en corrosión bajo tensión en el sentido transversal-corto (esfuerzos impuestos 100, 200 y 300 MPa) norma AIR 9050 C, y la resistencia a la corrosión intercrystalina según la norma AIR 9050 C.

Todas estas características han sido medidas a mitad de espesor de las chapas.

Este ejemplo muestra la mejora muy importante de la

resistencia a la corrosión bajo tensión e intercrystalina de los productos, obtenida a costa de una disminución de las características mecánicas de tracción inferior al 10 % con respecto al estado T651.



C U A D R O - I +

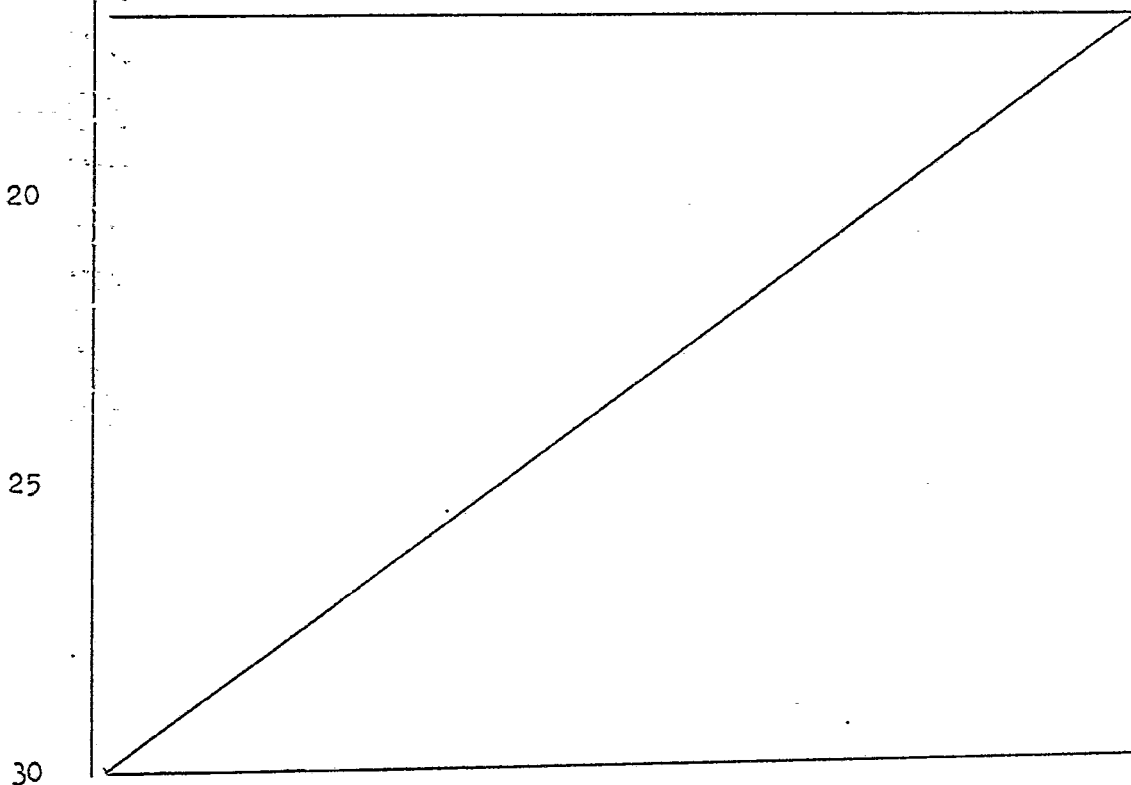
ESTADO	TRATAMIENTO TERMICO	CARACTERISTICAS MECANICAS SENTIDO T.L.						RESISTENCIA A LA CORROSION BAJO TENSION INTERCRISTALINA TC		
		SENTIDO T.L.		SENTIDO T.C.				σ NR 30 MPa	P= porosidades I= intercrystal	
		Rp 0,2 MPa	RM MPa	A %	Rp 0,2 MPa	Rm MPa	A %			
T651 según invención	154°C-22h	422	470	6,2	404	460	5,0	< 100	P + I	
según invención	R.P.(235°C-9mn)+R.C (150°C-24h)	385	445	6,2	385	440	5,0	> 300	P	
según invención	(R.P.(250°C-6mn)↓ R.C (150°C-24h)	382	441	7,5	377	433	4,1	> 300	P	
según invención	R.P.(255°C-8mn)+R.C (150°C-24h)	362	427	7,5	362	423	4,5	> 300	P	

EJEMPLO 2

Chapas de muestra de espesor 2,5 mm en aleación 2014 han sufrido el tratamiento térmico siguiente:

- 5           - solubilización 505°C - 4 horas
- temple en agua a 20°C seguido de una tracción controlada de un 2 %
- maduración 5 días,
- revenido clásico T6 en horno fijo ventilado ó revenido principal según la invención en horno de baño de sal (subida de temperatura instantánea)
- 10          - enfriamiento por aire
- revenido complementario según la invención en horno fijo ventilado.

15           El cuadro II siguiente dá la dureza Vickers (bajo carga de 3 kg) y la sensibilidad a la corrosión intercrystalina (ensayo NaCl-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en superficie de chapas.



CUADRO II

ESTADO	TRATAMIENTO TERMICO	DUREZA HV (kg/mm <sup>2</sup> )	CORROSION INTERCRISTALINA * <sub>1</sub>
5	T651 actual	175°C - 8h	F
	sobrevenido	175°C - 48 h	F
10	según la invención	R.P(230°C- 3mn)+R.C(175°C-18h)	TF
	según la invención	R.P(230°C- 5mn)+R.C(140°C-36h)	f
	-	R.P(230°C-20mn)+R.C(120°C-96h)	no
	-	R.P(230°C-35mn)+R.C(150°C-24h)	M
15	según la invención	R.P(230°C-10mn)+R.C(175°C-2h)	F
	-	R.P(250°C-5mn)+R.C(160°C-16h)	no
	-	R.P(260°C-8mn)+R.C(150°C-48h)	M
20	según la invención	R.P(275°C-30s)+R.C(150°C-24h)	no
	según la invención	R.P (275°C-2mn)+R.C(175°C-8h)	no
	-	R.P(275°C-4mn)+R.C(140°C-36h)	M

\* TF = muy fuerte, F = fuerte, M = media, f = débil.

Este ejemplo muestra que solo los tratamientos de revenido principal y de revenido complementario efectuados en los campos de duraciones y de temperatura (superiores a 225°C) reivindicados por la invención, permiten desensibilizar la aleación 2014 de la corrosión intercrystalina con una débil disminución de la dureza.

EJEMPLO 3

Chapas de espesor de 60 mm en aleación 2214 de com-

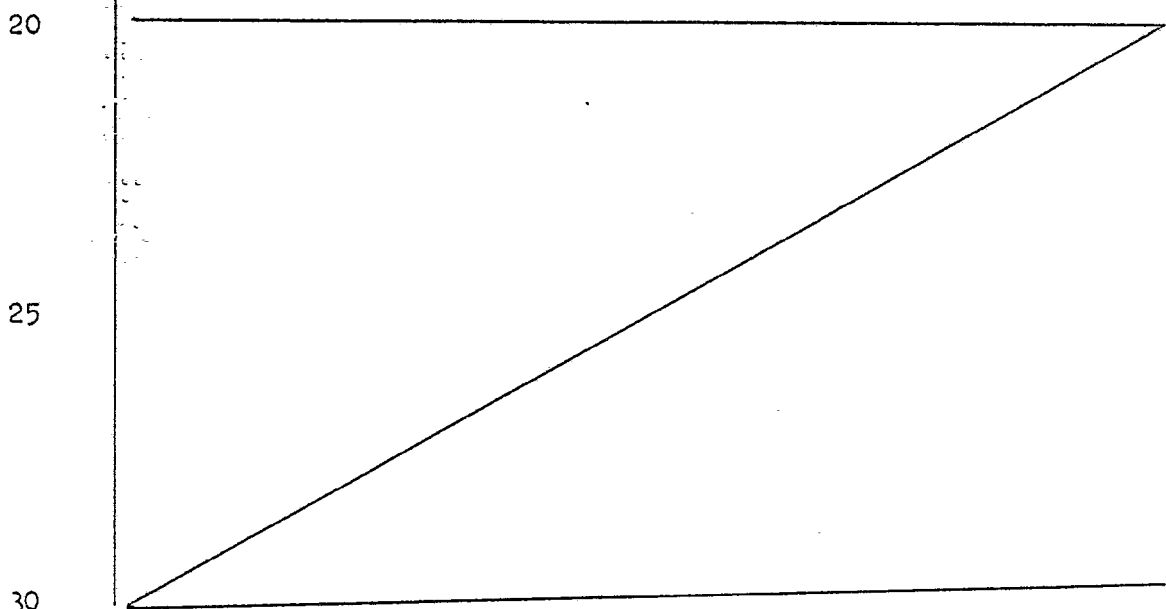
posición modificada según el Certificado de Adición nº 2.293.497 a la patente francesa nº 2.278.785 (Cu = 4,5 - Mg = 0,6 - Si = 0,8 - Mn = 0,6 - Fe = 0,2) han sufrido:

5 - una homogeneización como se describe en la patente francesa nº 2.278.785 antes del laminado,

- un temple en agua fría seguido de una tracción controlada de 2,5 %, de una maduración de un mes a temperatura ambiente,

10 - un revenido clásico T651 en horno fijo ventilado ó un revenido según la invención que comprende un revenido principal en horno de baño de sal nitritos-nitratos seguido de un enfriamiento en agua y de un revenido complementario en horno fijo ventilado. El revenido principal ha sido precedido de un precalentamiento a 154°C (subida 8 horas - mantenimiento 4 horas)  
15 para las chapas referenciadas con A y C.

El cuadro III siguiente dá las características mecánicas de tracción y el esfuerzo  $\sigma_{NR 30}$  de no ruptura en 30 días de ensayo de corrosión bajo tensión en reactivo A3 (esfuerzos impuestos 100, 200, 300 MPa) en el sentido transversal-corto.



CUADRO III

REFE REN- CIA	ESTADO	TRATAMIENTO TERMICO		CARACTERISTICAS MECANICAS SENTIDOS T.C.			
		PRECALEN TAMIENTO	REVENIDO	Rp0,2 MPa	Rm MPa	A %	σNR 30 MPa
5	O actual T651	no	154°C-22h	463	523	4,1	< 100
10	A según inven- ción	154°C- 4h	R.P(230°C- 4mn30s)+R. C(175°C-8h)	465	512	4,4	> 100 < 200
	B según inven- ción	no	R.P(230°C- 12mn)+R.C (150°C-24h)	472	513	4,4	> 300
15	C según inven- ción	154°C -4h	R.P(230°C- 30mn)+R.C (175°C-8h)	441	492	5,0	> 300
20	D según inven- ción.	no	R.P(250°C- 6mn)+R.C (160°C-16h)	441	490	5,0	> 300

Este ejemplo muestra que la combinación del tratamien-  
to de revenido según la invención con la modificación de composi-  
ción mencionada y la homogeneización según la patente francesa  
nº 2.278.785, permite obtener un compromiso características me-  
cánicas de tracción-resistencia a la corrosión bajo tensión, -  
totalmente excepcional para esta aleación.

EJEMPLO 4

Esbozos forjados en aleación 2014, de dimensiones -  
90 x 210 x 500 mm han sufrido las operaciones siguientes:

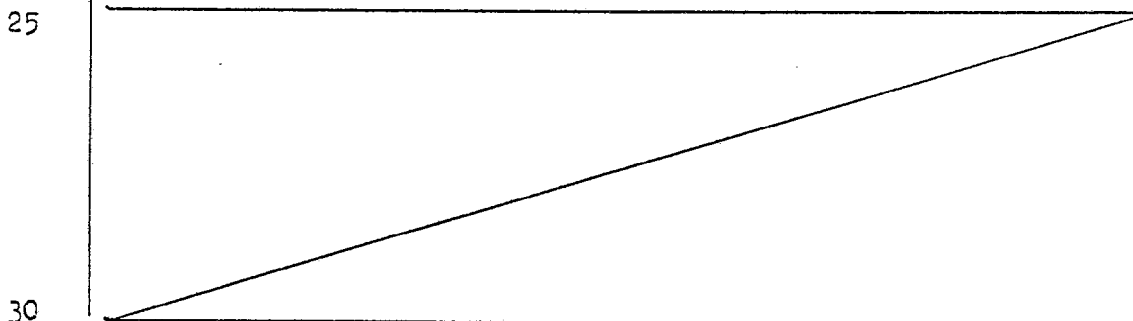
- solubilización 505°C - 12 horas
  - temple en agua a 65°C
  - maduración 3 días
  - revenido clásico T6 (20 h - 160°C) en horno fijo ven-
- 5 tilado ó revenido según la invención en baño de sal nitritos-ni-  
tratos para el revenido principal y en horno fijo ventilado para  
el revenido complementario.

10 El cuadro IV muestra la duración de mantenimiento de  
los esbozos a temperatura superior a 225°C y la temperatura má-  
xima alcanzada por los esbozos, medida por un termopar a mitad  
de espesor.

Se dán:

- las características mecánicas de tracción a mitad  
de espesor en el sentido de las fibras (sentido longitudinal) y
- 15 perpendicular a ellas (sentido transversal-corto),
- el esfuerzo  $\sigma$  NR 30 de no ruptura en corrosión bajo  
tensión a mitad de espesor en el sentido transversal-corto en  
30 días de ensayos de inmersión-emersión alternada (según norma  
AIR 9050 C).

20 El cuadro muestra que las condiciones de revenido prin-  
cipal y de revenido complementario según la invención permiten  
obtener una excelente resistencia a la corrosión bajo tensión  
con características mecánicas de tracción ( $R_p$  0,2 en particu-  
lar) al menos iguales al 90 % de las del estado T6 actual.

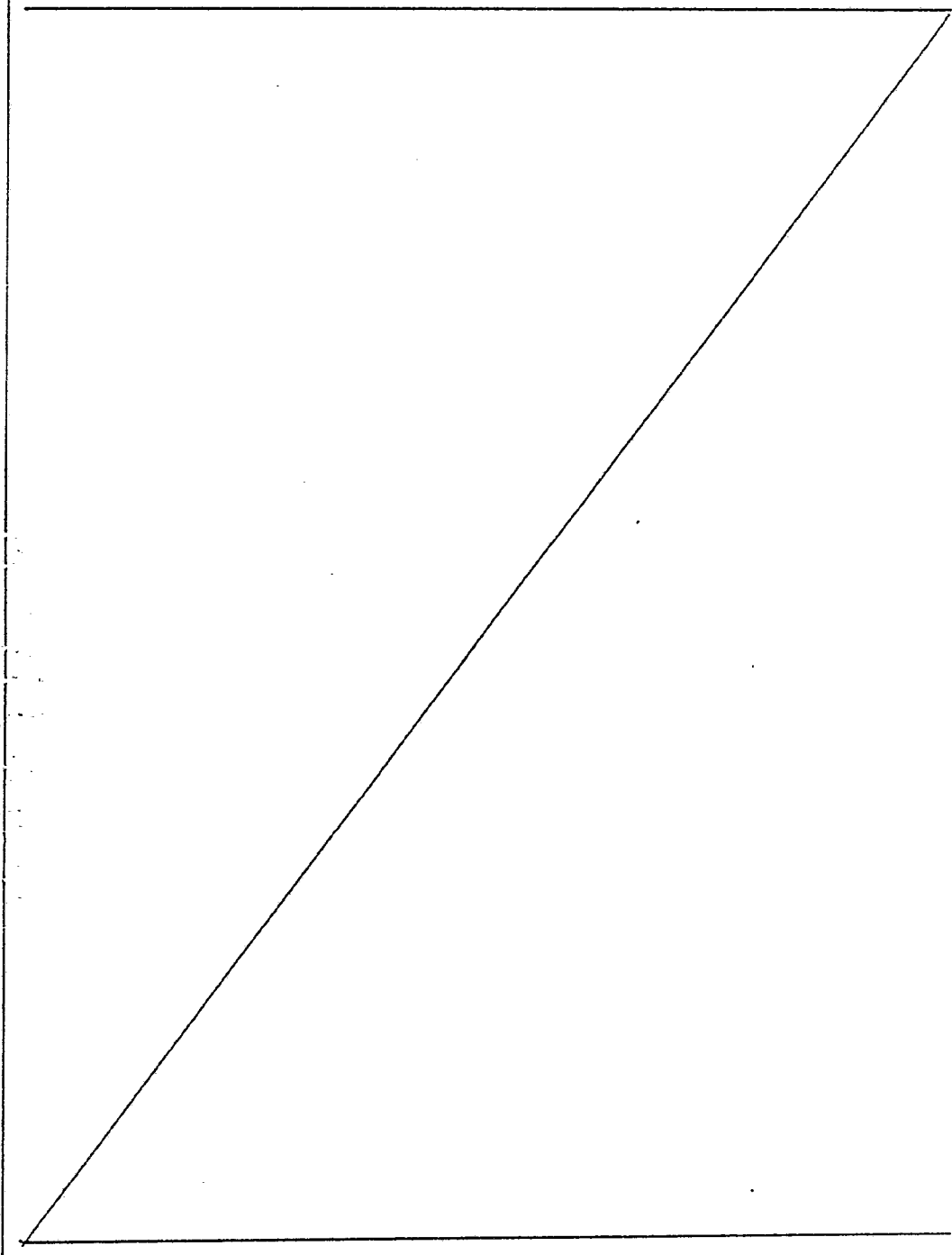


C U A D R O I V

ESTADO	TRATAMIENTO TERMICO	CARACTERISTICAS MECANICAS SENTIDO LONGITUDINAL SENTIDO TRANSVERSAL CORTO						CORROSION BAJO TEN SION SENTIDO TRANS VERSAL-CORTO.
		Rp 0,2 MPa	Rm MPa	A %	Rp 0,2 MPa	Rm MPa	A %	
actual T6	160°C -20 h	417	482	9,0	413	465	4,8	< 100
fuera del cam po	R.P(230°C-5mn)+R.C(175°C-16h)	423	475	8,3	399	460	4,6	< 200
según la invención	R.P(230°C-25mn)+R.C(160°C-24h)	402	470	9,5	385	457	5,0	> 280
según la invención	R.P(245°C-12mn)+R.C(175°C-16h)	387	466	9,8	374	448	5,4	> 280
fuera de campo	R.P(255°C-22mn)+R.C(150°C-12h)	349	432	10,4	338	425	5,7	> 240

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

5



REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de tratamiento térmico de producto batido, en aleación de aluminio de la serie 2000 que contiene - (en peso) de 3,5 a 5 % de cobre, de 0,2 a 1 % de magnesio, de 5 0,25 a 1,2 % de silicio, con una relación  $\frac{Si}{Mg} > 0,8$  y eventualmente de 0 a 1 % de manganeso, de 0 a 0,5 % de cromo y de 0 a 0,3 % de zirconio, tratamiento que comprende una solubilización un temple, una maduración a temperatura ambiente y un revenido, caracterizado porque el revenido comprende al menos dos etapas:

10 a) un revenido principal a una temperatura superior a 225°C e inferior a 280°C, de una duración comprendida entre 6 segundos y 60 minutos,

15 b) un revenido complementario a una temperatura comprendida entre 120°C y 175°C de una duración comprendida entre 4 y 192 horas.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el revenido principal está precedido de un precalentamiento de una duración inferior ó igual a 24 horas a una temperatura inferior ó igual a 160°C.

20 3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque cuando los productos son sometidos después del temple a un estirado por deformación plástica de 1 a 5 %, el punto representativo del revenido principal en un diagrama temperatura/tiempo se sitúa en el interior de un cuadrilátero ABCD que tiene como vértice:

A = 225° - 7 mn                      B = 225° - 40 mn  
D = 280° - 6 s                        C = 280° - 3 mn

30 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque cuando los productos no son sometidos a un estirado después del temple, el punto representativo -

del revenido principal en un diagrama temperatura/tiempo se sitúa en el interior de un cuadrilátero EFGH que tiene como vértice:

5                    E = 225° - 10 mn            F = 225° - 60 mn  
                     H = 280° - 9 s            G = 280° - 5 mn

5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1, 2 y 4, caracterizado porque cuando los productos son sometidos, entre el temple y el revenido complementario, a una estirado por deformación plástica de 1 a 5 %, el punto representativo del revenido complementario, en un diagrama temperatura/tiempo se sitúa en el interior de un cuadrilátero IJKL que tiene como vértices:

10                    I = 120° - 36 h            J = 120° - 144 h  
                     L = 175° - 4 h            K = 175° - 16 h

15                    6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1, 2 y 4, caracterizado porque cuando los productos no han sufrido ningún estirado entre el temple y el revenido complementario, el punto representativo del revenido complementario en un diagrama temperatura/tiempo se sitúa en el interior de un cuadrilátero MNOP que tiene como vértices:

20                    M = 120° - 54 h            N = 120° - 216 h  
                     P = 175° - 6 h            O = 175° - 24 h

25                    7.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la temperatura del revenido complementario es inferior al menos en 70°C a la del revenido principal.

30                    8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la aleación, antes del batido, ha sufrido una homogeneización a una temperatura comprendida entre la temperatura de fusión comenzante de los eutécticos metaestables, y la temperatura del sólidos de equilibrio.

9.- Procedimiento de tratamiento térmico de producto batido; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 20 hojas escritas a máquina por una sola cara.

5

Madrid, - 6 SET. 1979

CEGEDUR SOCIETE DE TRANSFORMATION

DE L'ALUMINIUM PECHINEY.

J. M. GÓMEZ ACEBO Y POMBO

p. p. Firmado: Alejandro Calle López

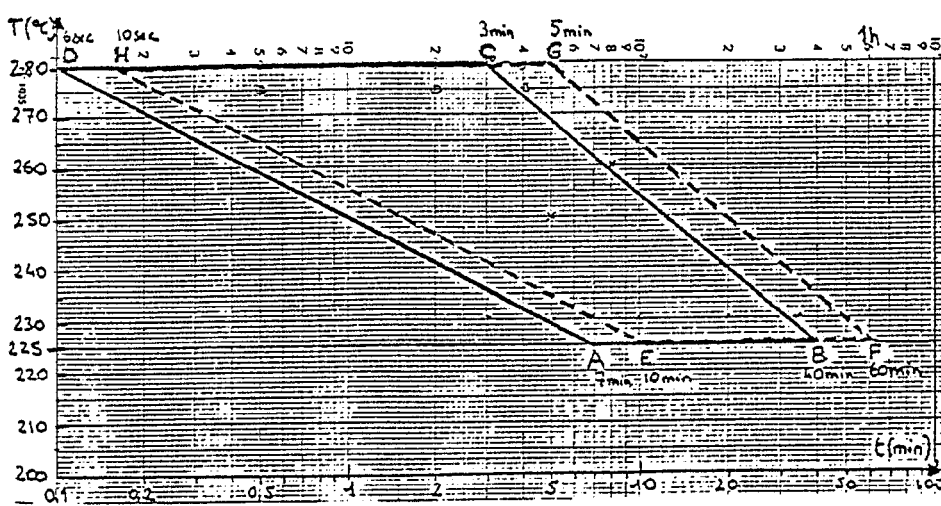


FIG. 1

ESCALA  
VARIABLE

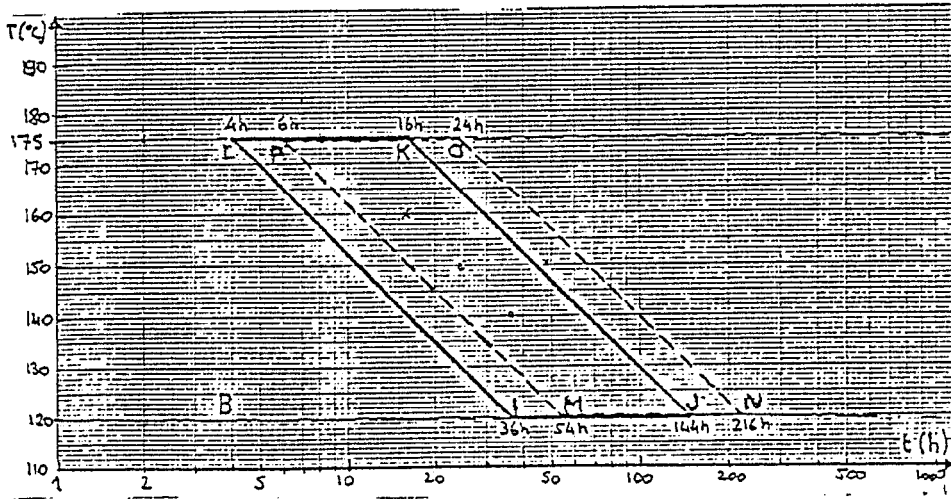


FIG. 2

Miad 21  
8-SET. 1978  
I. L. LÓPEZ AGUIRRE Y CIA S.A.  
c. P. Firmador Alejandro Gallo López