

344423

P - 36.116

"Ni-Cr-Mo Marine Steel"

Memoria descriptiva

13 SEP. 1968



para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL NICKEL LIMITED

entidad / ~~de nacionalidad~~ británica

con domicilio en Thames House, Millbank, Londres, Inglaterra.

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE ALEACIONES RESISTENTES A LA CORROSION" (Clase Internacional G22c).

6.9.68

-1-

**POOR
QUALITY**



Se utiliza un gran tonelaje de metales y aleaciones cuando se requiere resistencia contra los efectos corrosivos de los cloruros, incluyendo soluciones salinas, soluciones de cloruros fuertemente oxidantes y atmósferas marinas y aguas de mar. La necesidad de aleaciones que resistan a dicha corrosión ha aumentado particularmente a causa de los recientes desarrollos, por ejemplo, de la perforación en alta mar, la desalinización, y la explotación minera submarina.

Los metales y aleaciones utilizados o propuestos corrientemente para dichos fines incluyen los aceros inoxidable austeníticos, los aceros al carbono y los aceros de aleación, el cobre y las aleaciones de cobre, incluyendo diversos latones, aleaciones de níquel, titanio y aleaciones de titanio. Sin embargo, dependiendo de la utilización particular, dichos materiales adolecen de una o más desventajas. Por ejemplo, los aceros austeníticos inoxidables, por ejemplo los aceros AISI 304, 310 y 316, son aptos para ser trabajados con facilidad, y tienen un costo razonablemente bajo, pero tienen una resistencia insatisfactoria contra la corrosión en el interior de las fisuras. Esta desventaja es incluso más pronunciada en los aceros al carbono y de baja aleación. Las aleaciones de cobre y los aceros inoxidables austeníticos tienen tendencia a oxidarse o picarse cuando son sumergidos en agua de mar que está estancada o que fluye a una velocidad menor que aproximadamente 1,5 metros por segundo. El fenómeno del aumento de incrustaciones y oxidación o picadura según disminuye la velocidad del agua de mar en el que son sumergidos,



es evidente en muchos materiales.

5 Ciertas aleaciones a base de níquel han sido utilizadas extensamente en dichos ambientes. Una de estas aleaciones, utilizada con mayor amplitud, contiene aproximadamente 17% de cromo, 16% de molibdeno y 4% de wolframio. Esta aleación es costosa, parcialmente a causa de que es difícil de ser trabajada, requiriendo usualmente varios tratamientos intermedios de recocido durante el trabajado.

10 El titanio y las aleaciones de titanio son comparativamente costosas, y algunas aleaciones de titanio se han corroído de forma drástica.

15 Este problema de la corrosión se complica adicionalmente, ya que para ciertos usos las aleaciones deberán ser capaces de resistir el ataque de los cloruros en el estado recocido, mientras que para otras utilizations, por ejemplo, para cables marinos, es más importante que tengan a la vez alta resistencia mecánica y excepcional resistencia frente a la corrosión por los cloruros en el estado laminado en frío.

20 El presente invento crea aleaciones que tienen bajo costo, que pueden ser trabajadas en caliente y en frío y que tienen resistencia mejorada frente a la picadura, a la corrosión en el interior de las fisuras y a la corrosión intergranular, y a la fisuración por corrosión bajo esfuerzos en medios de cloruros, y que pueden ser utilizadas tanto en el estado recocido como en el laminado en frío.

25 Los constituyentes esenciales de las aleaciones de acuerdo con el invento son hierro, níquel, molibdeno y

30

25.10.1967

- 3 -

344423



5 cromo, y las aleaciones contienen, en peso, desde 20 a 40% de níquel, desde 6 a 12% de molibdeno y desde 14 a 21% de cromo. Dentro de estos márgenes, los contenidos de estos tres elementos deben estar relacionados, y además, como las propiedades de las aleaciones varían con la composición, se deberán escoger márgenes más estrechos apropiados para cualquier combinación deseada de propiedades.

10 Los dibujos anejos muestran la correlación de los contenidos de níquel y molibdeno. Todas las aleaciones de acuerdo con el invento tienen contenidos de níquel y molibdeno relacionados entre sí que caen dentro de la zona LFEDCL. Además, el contenido de cromo es al menos de 18% cuando el contenido de molibdeno no pasa de 6,5%, y el contenido de cromo no es mayor que 20% cuando el contenido de molibdeno está entre 10 y 12%

15 El contenido de níquel de las aleaciones debe ser al menos de 20%, ya que contenidos más bajos no confieren adecuada resistencia a la corrosión y también dan lugar a la formación de ferrita delta. Cantidades incluso pequeñas, pero excesivas, de ferrita delta pueden conducir a la fragilización y a la mala aptitud para ser trabajadas. Por esta razón, las aleaciones deberán ser de una única fase y sustancialmente austeníticas, y deberán estar desprovistas de fases perjudiciales tales como ferrita delta y fase sigma.

20 Si las aleaciones han de tener una combinación óptima de resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras y una buena aptitud para ser trabajadas, es conveniente que el contenido de níquel sea al menos de



23% y preferiblemente al menos de 25%.

5 No siempre se obtienen uniformemente o consistentemente resultados muy satisfactorios si el contenido de níquel se encuentra en la parte inferior del margen, es decir entre 20 y 23% de níquel. En la zona OREMO, en que el contenido de molibdeno es de 9,5% a 12% y el contenido de níquel no es mayor que 23%, las aleaciones son difíciles de ser trabajadas en caliente o de ser trabajadas en frío, y pueden requerir un recocido intermedio, y por lo tanto son más costosas.

10 Además, cuando el contenido de níquel es menor de 23%, las aleaciones tienen inferior resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras, particularmente en el estado laminado en frío, si tanto el contenido de molibdeno como el contenido de cromo se encuentran en el extremo inferior de sus respectivos márgenes. Cuando el contenido de molibdeno no pasa de 6,5%, el contenido de cromo es preferiblemente al menos de 18,5%.

15 Además, incluso cuando el contenido de molibdeno está entre 6,5 y 7,5%, el contenido de cromo deberá ser generalmente mayor de 17%, particularmente con bajos contenidos de níquel. Cuando el contenido de molibdeno es de 7,5% a 8%, es deseable un contenido de cromo de al menos 15,5 a 16%.

25 Bajos contenidos de molibdeno dan como resultado una resistencia inferior frente a la corrosión en el interior de las fisuras. El contenido de molibdeno debe ser al menos de 6%, e incluso contenidos de molibdeno entre 6 y 6,5% son insuficientes si el contenido de cromo es menor de 18%. Convenientemente, las aleaciones

30 25.10.1967



5 contienen al menos 8% de molibdeno, Sin embargo, las aleaciones que tienen contenidos de molibdeno de 8% y superiores no tendrán propiedades satisfactorias a menos que los contenidos de níquel y molibdeno estén relacionados apropiadamente. No es cuestión de utilizar altos contenidos de níquel para alcanzar un grado deseado de resistencia. Se ha concentrado que el hecho de aumentar la cantidad de níquel hasta más de 27 o 28% da como resultado una menor resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras, con contenidos de molibdeno de 10 aproximadamente 7%. Sin embargo, utilizando 8% o más de molibdeno, particularmente con contenidos de cromo de al menos 17%, se pueden obtener resultados muy satisfactorios con contenidos mayores de níquel. En la zona ABJLA 15 una zona que abarca un número de aleaciones con porcentajes de níquel superiores a 28%, pero cantidades de molibdeno menores de 8%, el contenido de cromo deberá ser de 18% o más.

20 Se obtienen excelentes combinaciones de resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras y de aptitud para ser trabajadas, con aleaciones dentro de la zona PQMHBP que tienen contenidos de cromo entre 14 y 20%. Aleaciones que contienen entre 15 y 20% de cromo y que tienen contenidos de níquel y molibdeno relacionados de forma que caigan dentro de la zona BKJHB y preferiblemente 25 dentro de la zona GKJHG, son atractivas por el hecho de que no son muy costosas, son trabajadas con facilidad tanto en caliente como en frío, y tienen buena resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras, tanto en el estado trabajado en caliente como en el tra- 30



bajado en frío.

Con contenidos de níquel en el extremo superior del margen del níquel, es decir entre 35 y 40% de níquel, las aleaciones no sólo tienen una resistencia marcadamente buena frente a la corrosión en el interior de las fisuras y a la oxidación o picadura en medios de cloruros sino también excelente resistencia a la fisuración por corrosión bajo esfuerzos. Esto se aplica no solamente a la exposición al agua de mar, sino también cuando las aleaciones son expuestas al ataque extremadamente agresivo de cloruro de magnesio hirviente. Aleaciones de acuerdo con el invento, que tienen excelente resistencia a la fisuración por corrosión bajo esfuerzos, tienen contenidos de níquel que caen dentro de la zona AFQPA, es decir contienen de 35 a 40% de níquel y entre 9,5 y 12% de molibdeno, y también contienen de 14 a 19%, pero preferiblemente de 14 a 18% de cromo.

El cromo confiere resistencia a la corrosión a las aleaciones, pero excesivas cantidades de cromo pueden conducir a malas propiedades, en particular originando la formación de una estructura de fases múltiples, y correspondientemente el contenido de cromo no debe pasar de 21%. Cuando el contenido de molibdeno es de 10% o más, el contenido de cromo no debe pasar de 20% y preferiblemente no debe pasar de 19%.

Las aleaciones pueden contener otros elementos, uno de los cuales es cobalto, hasta en 12%. En particular, en las aleaciones de la zona AFQPA, hasta 10% de cobalto puede reemplazar a un peso equivalente de níquel, es decir, el contenido de níquel puede ser de 25 a 40%,

25.10.1967

- 7 -

344423



con la condición de que la suma de los contenidos de níquel y cobalto sea al menos de 35%.

5 Con el fin de lograr propiedades altamente satisfactorias, es conveniente que todas las aleaciones de acuerdo con el invento contengan calcio, cuya cantidad puede ascender hasta 0,15%. Preferiblemente está presente en las aleaciones al menos 0,001%, y más preferiblemente al menos 0,01% de calcio. El calcio comunica a las aleaciones una resistencia marcadamente mejorada frente a la corrosión en el interior de las fisuras, tanto en el estado recocido como en el trabajado en frío. Ello es particularmente beneficioso para aleaciones en el estado trabajado en frío y para aleaciones en las que el contenido de molibdeno no pase de 7,5%. Desde luego, al menos 0,001% de calcio debe estar presente en las aleaciones que no contienen más de 7,5% de molibdeno, y es muy deseable cuando el contenido de molibdeno no pasa de 8% ya que en su ausencia la resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras es afectada de forma desfavorable incluso en el estado recocido. Preferiblemente, el contenido de calcio de las aleaciones es de 0,01 a 0,1%.

15 El calcio puede ser reemplazado totalmente o parcialmente por el magnesio.

20 Las aleaciones pueden contener también de 0 a 0,2% de carbono, de 0 a 0,5% de silicio, de 0 a 1% de manganeso, no pasando de 1,25% la suma de los contenidos de manganeso y silicio, de 0 a 0,7% de titanio, de 0 a 0,7% de aluminio, de 0 a 2% de niobio, de 0 a 1% de vanadio, de 0 a 1% de cobre, de 0 a 1% de wolframio y de 0 a 2% de tántalo. El resto es hierro, excepto las impu-



rezas.

Los contenidos de silicio y manganeso deben ser controlados de forma cuidadosa. El contenido de silicio no debe pasar de 0,5%, ya que mayores cantidades perjudican la aptitud para ser trabajadas en caliente y la aptitud para ser soldadas. Convenientemente, el contenido de silicio no pasa de 0,25%. El contenido de manganeso no debe pasar de 1%. Mayores contenidos de manganeso dan como resultado pérdida de resistencia a la corrosión. Preferiblemente, el contenido de manganeso no debe pasar de 0,5%. La suma de los contenidos de manganeso y silicio no debe pasar de 1,25%, y preferiblemente no pasa de 0,75%.

Aunque la cantidad de carbono en las aleaciones puede ser tan alta como 0,2%, el hecho de aumentar los contenidos de carbono por encima de 0,1%, por ejemplo de 0,15%, da como resultado la disminución de la resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras. Para alcanzar tanto buena resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras como a la corrosión intergranular, es conveniente que el contenido de carbono no pase de 0,05%, o incluso de 0,03%. Sin embargo, contenidos de carbono hasta de 0,1% son bastante satisfactorios si el niobio está presente para combinarse con el carbono. La presencia de niobio también hace innecesario el tratamiento térmico en solución de las soldaduras.

El titanio y el aluminio confieren una aptitud para ser trabajadas en caliente particularmente satisfactoria. Las aleaciones pueden ser fundidas en aire, reduciendo de esta manera su costo, y en estas circuns-



5 tancias, la presencia de uno o ambos de los elementos aluminio y titanio es muy deseable. El titanio es útil para estabilizar los nitruros, evitando de esta manera la porosidad en los lingotes. Correspondientemente, se prefiere que estén presentes al menos uno, y preferiblemente ambos, de los elementos aluminio y titanio, en cantidades entre 0,05 y 0,6% de cada uno, y preferiblemente en cantidades de 0,1 o 0,25 a 0,5% de cada uno. Cantidades excesivas de estos elementos, por ejemplo de 1,5% o más, son bastante indeseables, ya que perjudican la aptitud para ser trabajadas sin tener ningún beneficio compensatorio sobre la resistencia a la corrosión.

15 Cualquier cantidad de fósforo, oxígeno o azufre presentes en calidad de impurezas, deberá ser mantenida en el valor más bajo posible prácticamente. El azufre es particularmente perjudicial y debe ser controlado cuidadosamente. El nitrógeno, otra impureza, deberá ser mantenido en cantidad menor de 0,03%, y preferiblemente menor de 0,01%.

20 Para preparar o fabricar las aleaciones, cualquier cantidad de titanio, aluminio o calcio añadido no será recuperada usualmente de forma completa en la aleación. Por ejemplo, si se requiere un contenido de titanio o aluminio de 0,15% en las aleaciones, entonces se deberá añadir a la masa fundida aproximadamente 0,25% del elemento. El calcio, que puede ser incorporado en la forma de una adición de calcio y silicio, deberá ser añadido en una cantidad dos o tres veces mayor que la cantidad deseada finalmente en la aleación.

30 Los lingotes de las aleaciones pueden ser tra-



bajados en caliente a temperaturas desde entre 1205 y 1260°C hasta entre 980 y 870°C. Las aleaciones pueden ser recocidas apropiadamente a temperaturas dentro del margen entre 1095 y 1260°C, por ejemplo a 1205°C.

5 En la producción de formas tales como flejes, las aleaciones pueden ser laminadas en caliente, recocidas, decapadas y laminadas en frío. Un recocido intermedio entre las etapas de laminación en frío puede realizarse en el margen de temperaturas entre 1095 y 1205°C.

10 Es difícil decapar las aleaciones a causa de su excelente resistencia a la corrosión.

Se darán ahora algunos ejemplos.

15 Algunas aleaciones, a saber las aleaciones números 1 a 25 de acuerdo con el invento, fueron preparadas fundiendo en aire. Las composiciones nominales de estas aleaciones están dadas en la Tabla I. Además de los elementos mostrados, las aleaciones contenían aproximadamente 0,1% de silicio, 0,15% de manganeso y, con la excepción de la aleación N° 21, aproximadamente 0,03% de carbono. Se añadieron a las masas fundidas aproximadamente 20 0,06% de calcio, en forma de calcio y silicio, y 0,25% de cada uno de los elementos titanio y aluminio. Lingotes de las aleaciones coladas fueron recalentados hasta homogeneidad de temperatura, a 1260°C, y después fueron 25 laminados en caliente a la forma de palanquillas, estando la temperatura de trabajado en caliente entre 870 y 1260°C.

30 La aleaciones laminadas en caliente fueron recocidas entre 1175 y 1205°C durante media hora, y después fueron laminadas en frío a la forma de flejes de 1,5 mm



de espesor, desde un espesor de 6 mm después de la laminación en caliente. Las aleaciones fueron sometidas a ensayos de corrosión en un agente corrosivo agresivo comúnmente utilizado para fines de ensayo, a saber una solución al 10% de cloruro férrico. Probetas de las aleaciones fueron encayadas tanto en el estado laminado en frío como en el estado recocido. Probetas laminadas en frío, que tenían un área de la superficie de 25 cm², fueron sumergidas durante aproximadamente 72 horas en la solución al 10% de cloruro férrico. Se enrollaron o envolvieron bandas de caucho alrededor de las probetas para crear fisuras. Se considera que este ensayo es equivalente a una exposición durante tiempo extremadamente largo en agua de mar. Otras probetas laminadas en frío de la misma área de superficie fueron recocidas entre 1175°C y 1205°C durante media hora, y después fueron ensayadas de la misma manera para que las probetas laminadas en frío.

Los resultados de los ensayos de corrosión, expresados en pérdida de peso en miligramos, están dados también en la Tabla I.

344423



TABLA I

Aleación	Ni, %	Cr, %	Mo, %	Otros, %	Fe, %	Pérdida de peso en miligramos	
						Laminado en frío	Laminado en frío y recocido
1	23	17	8	--	El resto	3,5	2,4
2	25	17	8	--	El resto	4,8	1,6
3	25	17	8	--	El resto	0,9	0,8
4	25	17	8	0,5Nb	El resto	1,8	2,1
5	25	20	8	--	El resto	nada	0,4
6	27	20	8	--	El resto	0,9	0,4
7	25	14	10	--	El resto	1,1	3,3
8	28	14	10	--	El resto	0,8	0,6
9	30	14	10	--	El resto	0,6	1,0
10	27	15	10	0,5Nb	El resto	1,1	1,3
11	35	15	10	0,5Nb	El resto	2,5	1,6
12	40	15	10	0,5Nb	El resto	3,5	2,1
13	25	17	10	--	El resto	1,1	0,4
14	28	17	10	--	El resto	2,1	1,2
15	30	17	10	--	El resto	1,8	2,7
16	27	18	10	10 Co	El resto	0,3	0,3
17	35	15	12	0,5Nb	El resto	9,1	7,5
18	40	15	12	0,5Nb	El resto	2,2	4,1
19	27	18	12	--	El resto	0,5	0,4
20	30	18	12	--	El resto	17,5	10,8
22	20	14	10	--	El resto	2,9	2,6
23	23	14	10	--	El resto	5,1	6,4
24	20	17	10	--	El resto	1,3	2,6
25	23	17	10	--	El resto	5,0	5,3

26.10.1967

- 13 - 344423



Para ser aceptables, las aleaciones no deberán mostrar una pérdida de peso mayor de 15 mg. y preferiblemente de 10 mg. en el ensayo con cloruro férrico al 10%. Es excelente una pérdida de peso menor de 5 mg. Es evidente entonces, a partir de los resultados de la tabla I, que las aleaciones números 1 a 20 tienen una resistencia altamente satisfactoria a la corrosión en el interior de las fisuras. No se observó picadura.

La aleación nº 21 contenía 0,15% de carbono, siendo la composición por lo demás la misma que la de las aleaciones números 2 y 3. Aunque las aleaciones número 21 es satisfactoria para piezas coladas y para ser utilizada en el estado recocido, el alto contenido de carbono dió como resultado una pérdida de peso relativamente alta por corrosión en el interior de las fisuras.

Aunque era buena la resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras de las aleaciones números 22 a 25, se experimentó alguna dificultad para trabajar en caliente a estas aleaciones, particularmente las aleaciones números 22 y 24, que contenían sólo 20% de níquel. Se observó una fisuración en los bordes, principalmente en las aleaciones números 22 y 24 y, a causa de que estas aleaciones tenían dichos bajos contenidos de níquel, en combinación con un contenido de molibdeno de 10%, sería necesario un recocido intermedio. Sin embargo, las aleaciones números 7 y 13, que tienen contenidos de níquel por encima de 23%, a saber de 25%, poseían una buena aptitud para ser trabajadas en caliente.

En ensayos adicionales, probetas tanto laminadas en frío como recocidas de las aleaciones números 3,



10, 11, 16 y 17 fueron expuestas al agua de mar a la temperatura ambiente y que fluía a una velocidad de 0,6m por segundo. Se ensayaron probetas para determinar la resistencia a la corrosión en el interior de las figuras y probetas dobladas en forma de U para determinar el comportamiento de fisuración por corrosión bajo esfuerzos. La aleación número 3 fué expuesta durante 430 días y las otras aleaciones fueron expuestas durante 300 días, efectuándose periódicamente exámenes. Todas las probetas estaban exentas de señales de fisuración por corrosión bajo esfuerzos. Se observó una cantidad muy pequeña y de poca importancia de corrosión en el interior de las fisuras en la probeta laminada en frío de la aleación nº 3 después de 90 días, pero ésta no progresó adicionalmente, y es bastante probable que la mecanización antes de la exposición no fuese perfecta. En general, las probetas se comportaron notablemente bien.

Probetas dobladas en forma de U de las aleaciones números 2, 3, 10, 11, 12 y 16 fueron también expuestas a cloruro de magnesio al 42% hirviendo (a 154°C) para determinar la tendencia a la fisuración por corrosión bajo esfuerzos bajo las condiciones extremadamente severas impuestas por este ensayo, que se utiliza comúnmente para determinar el comportamiento a la fisuración por corrosión bajo esfuerzos de los aceros inoxidable austeníticos. Las aleaciones números 2, 10, 11 y 12 fueron ensayadas en el estado recocido, la aleación nº 3 en el estado laminado en frío y la aleación nº 16 en ambos estados. Las aleaciones 2, 3 y 10, cada una de las cuales contenía menos de 35% de níquel más cobalto, fulla-



ron los días 16, 8 y 12 respectivamente. No se observó fisuración después de 30 días en las otras probetas.

Esto indica que para obtener una óptima resistencia a la fisuración por corrosión bajo esfuerzos en medios de cloruro, debe estar presente en las aleaciones al menos 35% de níquel más cobalto.

A título de ejemplo adicional, algunas aleaciones fuera del invento, las aleaciones A a Q, y cinco aleaciones dentro del invento, a saber las aleaciones 26 a 30, fueron preparadas y ensayadas en el ensayo de cloruro férrico de la misma manera que las aleaciones de la Tabla I. Las composiciones (la mayor parte de las veces nominales) de estas aleaciones están dadas en la Tabla II, junto con los resultados del ensayo de corrosión. Salvo que se indique lo contrario, las aleaciones no contenían más de 0,03% de carbono, 0,1 de silicio y 0,15% de manganeso. No se realizaron adiciones de calcio, titanio o aluminio a las aleaciones E, F y H a P, o a las números 27, 28 y 29. Se condujeron también ensayos sobre probetas de los aceros inoxidable AISI 310 y 316 comercialmente producidos. Los resultados para las aleaciones números 3, 5, 9 y 15, están también incluidos en la Tabla II, a título de comparación.



TABLA II

Alea ción	Ni, %	Cr, %	Mo, %	Otros, %	Fe. Laminado en frio	Recocida.
A	15	17	4	--	El resto	188,3 102,2
B	20	17	4	--	El resto	499,3 248,2
C	25	17	4	--	El resto	358,0 330,0
D	30	17	4	--	El resto	336,3 323,3
E	22,5	21,5	5,5	0,10	El resto	5000 5000
F	25	17	7	0,12C 2Mn	El resto	11,398 6,457
G	25	16	6	--	El resto	28,6 41,4
26	25	20	6	--	El resto	0,6 1,1
H	30,4	19	10	1,1Si 0,7Mn 2 Ti	El resto	≠ ≠
15	30	17	10	--	El resto	1,8 2,7
9	30	14	10	--	El resto	0,6 1,0
J	12	20	8	--	El resto	3,542 550,3
K	16	20	8	--	El resto	3,643.7 488,7
L	20	20	8	--	El resto	5,175.9 29,1
27	23	20	8	--	El resto	4,315.4 0,4
M	25	20	8	2 Si 2 Mn 0,04 C	El resto	6,139 8,356
28	25	20	8	--	El resto	401,6 3,1
5	25	20	8	--	El resto	ninguna 0,4
29	25	20	8	--	El resto	20,2 ninguna
N	42	21,5	3	--	El resto	-- 3,821.9
P	43	13,5	-	--	El resto	-- 757,3
30	28	18	6,5	--	El resto	5,5 17
31	29	18	6,8	--	El resto	43,2 6,5
32	29	17	6,8	--	El resto	149,9 13,4

26.10.1967

- 17 - 344423



TABLA II (cont.)

Alea ción	Ni, %	Cr, %	Mo, %	Otros, %	Fe, %	Laminado en frio	Recoci- da
Q	30	17,2	6,9	--	El resto	32,6	17,7
34	30,1	16,6	8,1	--	El resto	3,9	12,6
35	28	17	8	--	El resto	10,6	14,5
3	25	17	8	--	El resto	0,9	0,8
36	31	19	7,5	--	El resto	2,2	5,4
37	31	18	7,5	--	El resto	1,8	7,0
38	34	19	8	--	El resto	3,6	4,6
39	34	21	8	--	El resto	0,7	0,8
AISI 310	20,5	25	-	--	El resto	--	1,523.5
AISI 316	12	17	2,5	--	El resto	--	2,592.2

* No determinada.

La tabla II muestra que las aleaciones A a D con contenidos de molibdeno de solamente 4%, tenían mala resistencia a la corrosión, independientemente del aumento del contenido de níquel; las aleaciones E y F son representativas de aleaciones previamente conocidas, exentas de calcio, titanio y aluminio. La resistencia a la corrosión en el interior de las fisuras de estas aleaciones era extremadamente mala. La aleación G, que tenía un contenido de cromo de solamente 16%, junto con un contenido de molibdeno de sólo 6%, también tenía mala resistencia a la corrosión, incluso aunque contenía calcio, titanio y aluminio. Sin embargo, la aleación 26 dentro del inven-



to, y con la misma composición nominal que la aleación G pero con 20% de cromo, tenía una satisfactoria resistencia a la corrosión. Esto muestra que cuando el contenido de molibdeno es menor de 6,5%, el contenido de cromo debe ser al menos de 18%. La aleación H tenía una aptitud para ser trabajada en caliente tan mala que no se realizaron ensayos de corrosión en los estados laminado en frío y recocido. Esta aleación contenía 1,1% de silicio y 2% de titanio, así como un alto contenido de 1,8% de silicio y magnesio combinados. En marcado contraste se encuentran las aleaciones números 15 y 9, dentro del invento.

No se añadió calcio, titanio o aluminio a las masas fundidas de las aleaciones H a P y las números 27, 28 y 29. Se pueden comparar las aleaciones J a M, 27, 28, y 29 y también la aleación nº 5. Todas las aleaciones J, K y L tenían mala resistencia a la corrosión, tanto en los estados laminado en frío como en el recocido. Las aleaciones números 27, 28 y 29, sin embargo, eran satisfactorias en el estado recocido, y se encuentran por esta razón dentro del invento. Es interesante comparar la aleación nº 5 (que contenía calcio, y también titanio y aluminio), con las aleaciones números 27, 28 y 29. Es sorprendente la diferencia de los resultados.

Las aleaciones 30 a 39, 3 y 4 también muestran generalmente el efecto de aumentar el contenido de níquel por encima del extremo inferior del margen de molibdeno. La aleación 32 es satisfactoria sólo en el estado recocido. Con 18% de cromo, una aleación por lo demás similar (aleación 31) exhibía una resistencia a la co-



rrosión considerablemente mayor, mientras que el hecho de aumentar el contenido de níquel hasta 30% como en la aleación Q, daba como resultado una inferior resistencia particularmente en el estado laminado en frío. Las aleaciones 3; 35 y 34 proporcionan una interesante comparación con la aleación 39 en lo que concierne al efecto de aumentar el contenido de cromo (16,6% hasta 21%) cuando aumenta el porcentaje de níquel (25% hasta 34%). Los aceros inoxidable normalizados AISI 310 y 316 así como las aleaciones H y P conocidas, se comportaron mal en los ensayos.

Las aleaciones de acuerdo con el invento tienen altas resistencias a la tracción, por ejemplo de 17500 kg/cm² y superiores, cuando son estiradas en frío a la forma de alambre. Una aleación que contiene nominalmente 25% de níquel, 20% de cromo, 8% de molibdeno y menos de 0,04% de carbono, siendo hierro el resto, tiene una resistencia a la tracción de aproximadamente 18480 kg/cm² junto con buena ductilidad para el doblado y retorcionamiento cuando es estirada a la forma de alambre por reducción en su 94%.

Las aleaciones del invento son generalmente útiles, para recipientes, cascos de barcos y estructuras y componentes utilizados en contacto con agua de mar o atmósferas marinas. Más específicamente, las aleaciones son útiles, entre otras cosas, para bombas y piezas (incluyendo alábes y rodetes impulsores), hélices propulsoras tuberías, válvulas, dispositivos de fijación o cerraduras, tuberías en general incluyendo tuberías de cambio de calor y chapas para tubería, cámaras de agua, evapo-



5

10

radores de agua de mar, incluyendo planchas, transmisiones, y equipos para trabajos marinos, por ejemplo, calzos abrazaderas o fiadores, poleas, herrajes, forjados, guarniciones y cerraduras, boyas, plataformas flotantes, y equipos para pozos de petróleo. Los equipos para instalaciones químicas para la manipulación de ácidos y sales oxidantes, y depósitos y recipientes de presión para el almacenamiento o transporte de diversos productos químicos corrosivos proporcionan otras utilizaciones para las aleaciones. Las aleaciones pueden ser utilizadas en formas laminadas convencionales, incluyendo chapas, flejes, barras y varillas.

15

La presente solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, con fecha 25 de Agosto de 1966, bajo el nº 574.995, y con fecha 27 de Julio de 1967, bajo el nº 656.542 se acoge a los beneficios del artº 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

N O T A

25

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

30

1.-Un procedimiento para la preparación de aleaciones resistentes a la corrosión caracterizado por

6.9.68

344423



las operaciones de fundir los siguientes constituyentes:
de 20 a 40% de níquel, de 6 a 12% de molibdeno, relacio-
nándose entre sí los contenidos de níquel y molibdeno de
forma que caen dentro de la zona LFEDCL en el dibujo ane-
5 jo, de 14 a 21% de cromo, siendo al menos de 18% el con-
tenido de cromo cuando el contenido de molibdeno no pasa
de 6,5%, y no siendo mayor de 20% el contenido de cromo
cuando el contenido de molibdeno es de 10 a 12%, de 0 a
0,2% de carbono, de 0 a 0,5% de silicio, de 0 a 1% de
10 manganeso, no pasando de 1,25% la suma de los conteni-
dos de manganeso y silicio, de 0, a 0,15 % de calcio,
siendo al menos de 0,001% el contenido de calcio cuando
el contenido de molibdeno no pasa de 7,5%, de 0 a 12 %
de cobalto, de 0 a 2% de niobio, de 0 a 1% de vanadio,
15 de 0 a 1% de cobre, de 0 a 1% de wolframio y de 0 a 2 % de
tántalo, siendo el resto hierro, excepto las impurezas;
verter la masa fundida y dejarla solidificar.

2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivin-
dicación 1, en el que el contenido de molibdeno es de 6
20 a 6,5% y el resto de cromo es al menos de 18,5%.

3.- Un procedimiento de acuerdo con las reivin-
dicaciones 1 ó 2, en el que el contenido de molibdeno es
de 6 a 8% y el de calcio de al menos 0,001%.

4.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindi-
25 cación 1, en el que el contenido de níquel es de al menos
23%.

5.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindi-
cación 1, en el que se relacionan entre sí los contenidos
de níquel y molibdeno de forma que caen dentro de la zona
30 ABCLA en los dibujos anejos, siendo al menos de 18% el

344423



contenido de cromo si el contenido de molibdeno es menor de 8%.

5 6.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se relaciona el contenido de cromo con el contenido de molibdeno de forma que está presente al menos 15,5% de cromo cuando el contenido de molibdeno es de 7,5% a 8%, y está presente al menos 17% de cromo cuando el contenido de molibdeno es de 6,5% a 7,5%.

10 7.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, en el que se emplea al menos uno de los elementos titanio y aluminio en una cantidad de 0,05 a 0,6% de cada uno de ellos.

15 8.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se relacionan entre sí los contenidos de níquel y molibdeno de forma que caen dentro de la zona PQMHP en los dibujos anejos, en el que se emplea de 15 a 20% de cromo.

20 9.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se relacionan entre sí los contenidos de níquel y molibdeno de forma que caen dentro de la zona BKJHB.

25 10.-Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se relacionan entre sí los contenidos de níquel y molibdeno de forma que caen dentro de la zona GKJHG.

30 11.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se relacionan entre sí los contenidos de níquel y molibdeno de forma que caen dentro de la zona AFQPA en el dibujo anejo, y en el que se emplea de 14 a 19% de cromo.

344423



12.-Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el contenido de cromo no pasa de 18%

5 13.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 11 ó 12, en el que el contenido de molibdeno es de 10 a 12%.

14.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el níquel es reemplazado parcialmente por cobalto hasta en 10%.

10 15.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, en el que el contenido de calcio es de al menos 0,001%.

15 16.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que el contenido de calcio es de al menos 0,01%.

17.-Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16 en el que el contenido de calcio no pasa de 0,1%.

20 18.-Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 17, en el que se emplea al menos uno de los elementos titanio y aluminio en una cantidad entre 0,05 y 0,6% de cada uno de ellos.

25 19.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18, en el que se emplea de 0,1 a 0,5% de titanio y de 0,1 a 0,5% de aluminio.

20.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 19, en el que se emplea no más de 0,25% de silicio y no más de 0,5% de manganeso.

30 21.- Un procedimiento de acuerdo con una cual-

344423



quiera de las reivindicaciones 8 a 20 en el que se emplea no más de 0,1% de carbono.

5 22.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, en el que se emplea no más de 0,05% de carbono.

23.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 20, en el que se emplea no más de 0,1% de carbono y niobio en una cantidad hasta de 2%.

10 24.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el calcio es reemplazado total o parcialmente por magnesio.

25.- Un procedimiento para la preparación de aleaciones resistentes a la corrosión.

15 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

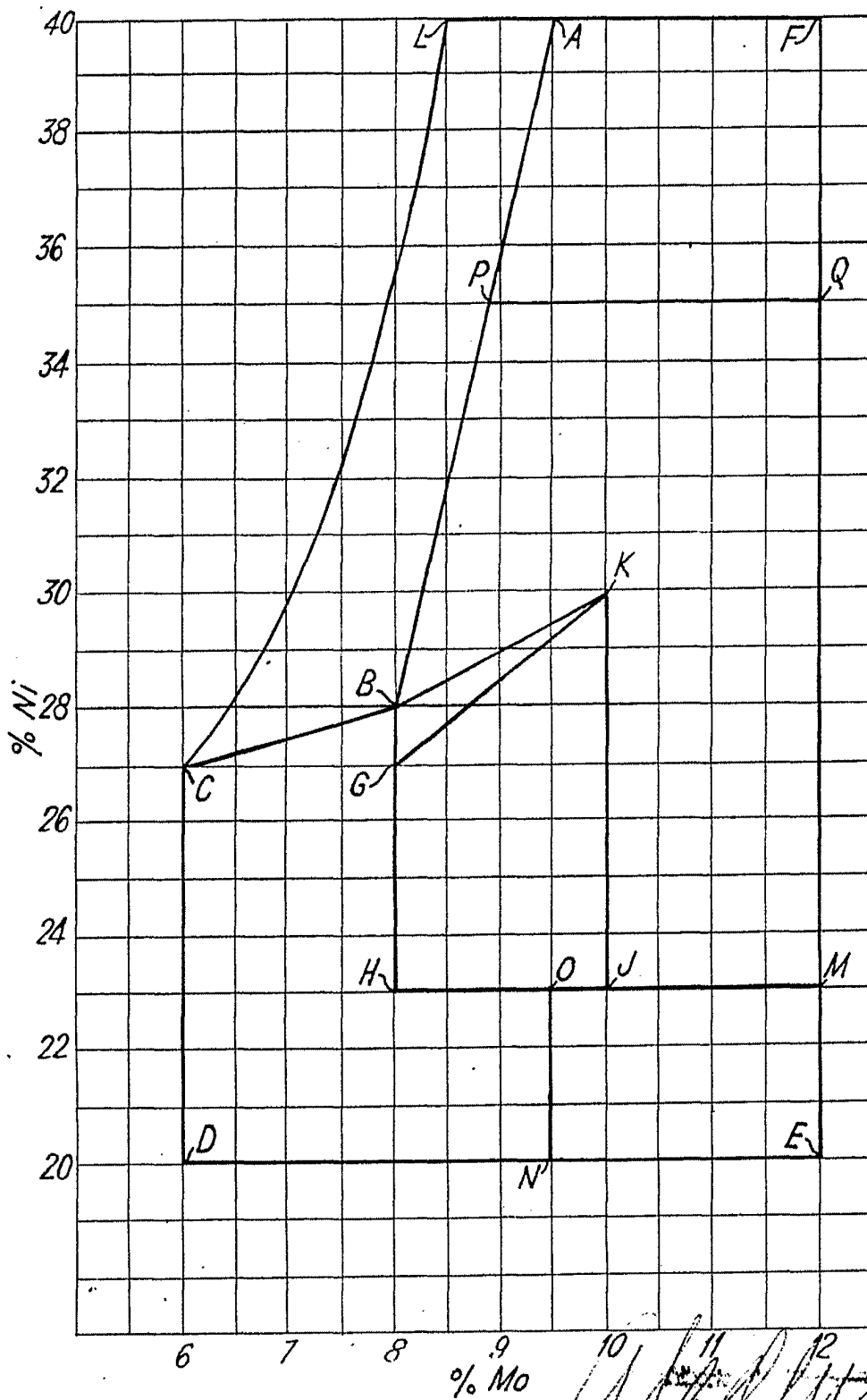
La presente Memoria consta de 25 hojas escritas a máquina por una sola cara.

10 de octubre de 1968
Alberto de Elorza

344423



344423



[Handwritten signature]