

409.987

27 JUL 1976

CONCEDIDA

C222 39/18

PATENTE DE INVENCION

que por veinte años, para España y sus Posesiones, se solicita a favor de
AKTIEBOLAGET BOFORS, de nacionalidad sueca, domiciliada en BOFORS (Suecia),
por: "PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE UN ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO-FERRI
TICO, RESISTENTE A LA CORROSION Y DE GRAN RESISTENCIA". - - - - -

Memoria descriptiva

La presente invención se refiere a un acero inoxidable austenítico-ferrí-
tico resistente a la corrosión y de gran resistencia, buena ductilidad y
resistencia a los impactos. El acero según la invención está destinado a ser
usado cuando existen rigurosos requisitos de resistencia a la corrosión y
de resistencia mecánica.

5

Los aceros inoxidables austenítico-ferríticos de un elevado contenido de
cromo están particularmente caracterizados por una excelente resistencia a
la corrosión incluso en ambientes agresivos. Los aceros del tipo sueco stan-
dard SIS 2324 (26 Cr, 5Ni, 1.5 Mo), por ejemplo, tienen muchas aplicaciones
en campos en los que se desea un grado muy elevado de resistencia a la corro-
sión. Este tipo de acero tiene una resistencia mecánica más bien elevada,
pero existe demanda de un acero resistente a la corrosión, de este tipo, de
una resistencia todavía más elevada y de una buena ductilidad y resistencia
a los impactos.

10

Métodos corrientes para aumentar la resistencia del acero son los siguien-
tes:

15

- endurecimiento martensítico,
- endurecimiento por precipitación,

**POOR
QUALITY**

endurecimiento por deformación (elaboración en frío).

20 tratamiento en solución.

El endurecimiento martensítico no puede ser usado para este tipo de acero (SIS 2324), ya que la matriz ferrítica no puede ser transformada en martensita y que la porción relativamente pequeña de la fase austenítica presente es relativamente estable (metaestable).

25 Las posibilidades de aplicación del endurecimiento por precipitación a los aceros ferríticos y austenítico-ferríticos de un elevado contenido de cromo, aumentando así la resistencia con la adición de algunos elementos de aleación, y mediante tratamiento en solución y envejecimiento, son muy limitadas. El envejecimiento necesario para el endurecimiento por precipitación
30 tione que verificarse a temperaturas a las cuales los aceros de este tipo son fragilizados y/o sensibilizados, es decir, hechos sensibles a la corrosión intercrystalina. Estos tipos de acero, por consiguiente, son usados en condición de temple y recocido (desde aprox. 1000° C.).

La posibilidad de obtener una mayor resistencia mediante elaboración en
35 frío es también limitada, ya que la matriz de estos aceros es ferrítica en un grado importante, lo que significa que el efecto de endurecimiento por deformación será más bien insignificante.

El tratamiento en solución con elementos de aleación sustitucionales proporciona normalmente poco aumento de resistencia. El aumento normal del punto
40 o límite de fluencia de la ferrita que puede esperarse de un tratamiento en solución es de aproximadamente 1-2 kp/mm² por cada por ciento en peso de elementos de aleación.

Según la presente invención, se ha comprobado ahora, lo que no deja de ser sorprendente, que un acero resistente a la corrosión de un punto de fluencia y de una resistencia final a la tracción considerablemente más elevados,
45 así como de una buena ductilidad y resistencia a los impactos, puede obtenerse añadiendo una cantidad relativamente grande (2-4% en peso) de Si a un acero austenítico ferrítico de elevado contenido de cromo.

Un acero según la presente invención, por consiguiente, está caracteri-
zado principalmente por la composición siguiente (porcentaje en peso):

	C máx.	0,15							
	Si	2,0 - 4,0	y preferiblemente	2,5 - 3,5					
	Mn	0,5 - 3,0	"	0,7 - 2,5					
	Cr	23 - 27	"	24 - 26					
55	Ni	3,5 - 8,0	"	4,5 - 7,0					
	Mo	0,5 - 2,0	"	1,2 - 1,8					
	N máx.	0,1							

y el resto esencialmente hierro y las impurezas corrientes de este tipo de acero.

Es deseable que el contenido de N y C sea mantenido lo más bajo posible, siendo posible en la práctica un límite inferior de aproximadamente 0,01%.

Para mejorar la resistencia del acero a la corrosión intercrystalina, el acero puede contener elementos formadores de carburo tan fuertes como el Ti, Nb y Ta. Estos elementos deberían ser incluidos en una cantidad estequiométrica con relación al contenido de C + N.

P y S están presentes en pequeñas cantidades (de hasta aprox. 0,05%) en forma de impurezas.

Se describirá más detalladamente la invención con referencia a los aceros de los cuales se dan ejemplos en las tablas siguientes.

La composición de los aceros examinados está indicada en la Tabla 1.

Tabla 1: (Composición en porcentaje en peso)

Acero nº	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	
1	0.12	1.7	0.70	0.004	0.002	25.0	4.8	1.46	0.02	
2	0.08	1.5	0.74	0.009	0.016	25.7	5.1	1.35	0.03	
75	3	0.12	2.3	0.76	0.005	0.006	24.7	4.7	1.44	0.03
4	0.09	3.1	0.79	0.003	0.010	24.1	6.6	1.51	0.02	
5	0.06	2.7	1.8	0.003	0.015	24.3	4.9	1.50	0.03	
6	0.09	3.2	2.2	0.012	0.012	25.1	5.7	1.54	0.05	
7	0.07	0.62	2.7	0.012	0.011	25.7	3.6	1.51	0.03	
80	8	0.09	0.74	0.79	0.016	0.020	26.0	5.0	1.45	0.01

85

Como se verá por la Tabla, los aceros 1 y 2 tienen contenido de Si que superan los normalmente usados (0,5 - 1%), pero estos son, sin embargo, claramente inferiores a los usados según la invención. Los aceros 3 - 6 son enteramente según la invención, mientras que los aceros 7 y 8 tienen un contenido normal de Si y están incluidos sólo con fines de comparación. El acero 8 es un acero sueco standard (SIS 2324).

Las propiedades mecánicas y el contenido de austenita de los aceros indicados en la Tabla 1, fueron examinados en estado de temple y recocido, indicándose los resultados en la Tabla 2.

Tabla 2. Propiedades mecánicas a temperatura ambiente y contenido de austenita (porcentaje en volumen) de los aceros indicados en la tabla 1 en estado de temple y recocido.

Acero nº	0,2% carga mínima con límite de deformación - definido $\sigma_{0,2}$ kP/mm ²	Resistencia final a la tenación σ_B kP/mm ²	Alarga- miento. δ 5%	Reducción de superficie ψ %	Resistencia a los impactos KCV kJ/cm ²	Dureza HV	Contenido de austenita, % en volumen	Tratamiento térmico
1	54,1	69,1	26,0	59,7	10,0	244	21	975°C, 1h, agua.
2	58,0	69,4	22,0	57,8	11,4	245	13	"
3	62,8	74,5	23,5	53,2	8,9	265	10	"
4	71,1	83,1	21,7	52,7	7,8	278	11	1025°C, 1h, agua.
5	69,8	79,3	22,5	57,2	6,5	280	10	975°C, 1h, agua.
6	72,1	85,6	21,7	51,8	8,0	291	14	1025°C, 1h, agua.
7	59,7	67,7	22,3	51,7	9,1	227	5	"
8	51,0	64,3	27,0	60,4	9,7	230	26	975°C, 1h, agua.

Esta Tabla demuestra claramente que el Si tiene un efecto extraordinariamente intensificador de la resistencia, y particularmente los aceros 4, 5 y 6 con más de 2,5% de Si, tienen tanto $b_0,2$ y b_B muy superiores a los del acero de marca standard (acero 8). A pesar de ello, el alargamiento, la reducción de la superficie y la resistencia a los impactos de este acero siguen siendo favorables. Una característica extremadamente atrayente de este efecto endurecedor del Si es también que se obtiene ya en el estado normal de temple y recocido. El efecto endurecedor proporcionado por Si es por tanto de considerarse como un "endurecimiento en solución" extremadamente fuerte.

Estas Tablas no indican ningún límite superior de Si. Sin embargo, se han probado contenidos de Si más elevados y este elemento proporciona entonces valores de endurecimiento todavía más elevados. Sin embargo, unos contenidos de Si más elevados que los usados, no parecen ser realísticos. Con contenidos de Si de $\geq 4\%$, la elaboración en caliente pudiera resultar difícil. Este parece ser el caso particularmente en combinación con un elevado contenido de Mn ($\geq 3\%$). Con una creciente resistencia al cisallamiento de la ferrita, es decir, con un aumento del efecto de endurecimiento hay un mayor riesgo de fragilización del acero. Entre otras causas, esto es debido al hecho de que no puede obtenerse un tamaño de grano suficientemente pequeño.

Todos los aceros indicados como ejemplo contienen austenita una vez templados y recocidos. La fase austenítica es más blanda que la fase ferrítica, lo cual significa que particularmente la carga máxima con límite de deformación definido y la dureza disminuyen algo al aumentar el contenido de austenita. A pesar de ello, el acero 7, que tiene el más bajo contenido de austenita, pero solo el 0,62% de Si, tiene una resistencia muy inferior a la del acero 6, por ejemplo, que tiene un 3,2% de Si, pero con un contenido de austenita considerablemente más elevado. Esto ilustra ulteriormente el gran efecto endurecedor obtenido con un elevado contenido de Si.

Sin embargo, por razones de ductilidad y de resistencia a los impactos, es deseable que haya cuando menos un 10% aproximadamente en volumen de austenita en la estructura. Por otra parte, considerando la resistencia, el con-



155

REIVINDICACIONES

160 1ª.- Procedimiento de obtención de un acero inoxidable austenítico-ferrítico, resistente a la corrosión y de gran resistencia, caracterizado porque a un acero austenítico-ferrítico de elevado contenido de cromo se incorpora una cantidad relativamente grande, preferiblemente 2 - 4% en peso de Si, procediéndose al fundido del acero en un equipo convencional para la fabricación de acero y a continuación, el material a base de hierro que pueda contener los elementos de aleación de acero o no, es derretido y refinado hasta un nivel corriente de impurezas; seguidamente se ajusta el carbono hasta por debajo del contenido máximo y los elementos de aleación del acero hasta dentro de los límites especificados, derivándose el horno y siendo el acero fundido en lingotes o electrodos, o fundido en forma continua, siendo eventualmente conveniente volver a fundir el acero, efectuando una refusión al vacío o una refusión con escoria eléctricamente conductora, procediéndose después de la solidificación a laminar o forjar el acero, maquinarlo en basto y someterlo a un tratamiento térmico, obteniéndose una composición cuyos porcentajes en peso son los siguientes: C máx 0,15 Si, 2,0-4,0; Mn, 0,5-3,0; Cr, 23-27; Ni, 3,5-8,0; Mo, 0,5-2,0; N máx 0,1 o eventualmente C máx 0,15; Si, 2,5-3,5; Mn, 0,7-2,5; Cr, 24-26; Ni, 4,5-7,0; Mo, 1,2-1,8; N, máx 0,1, y el resto principalmente hierro y las impurezas corrientes en este tipo de acero.

170

175

180

2ª.- PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE UN ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO-FERRITICO, RESISTENTE A LA CORROSION Y DE GRAN RESISTENCIA. - - - - -

Consta la presente memoria descriptiva de ocho folios
numerados y mecanografiados a una sola cara.

Madrid, 22 de diciembre de 1.972.

P.P.
