

407973



Int. Cl. C22C//B01J

407973

MEMORIA DESCRIPTIVA
de una Patente de Invención a nombre de:
DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE GESELLSCHAFT MIT
BESCHRÄNKTER HAFTUNG, de nacionalidad ale
mana, domiciliada en 4150 Krefeld, Oberschle
sienstrasse 16 (ALEMANIA); por: "PROCEDI
MIENTO PARA LA FABRICACION DE ACERO AL CRO
MO FERRITICO ESTABLE FRENTE A LA CORROSION,
DUCTIL Y TENAZ EN FRIO".

-----ooo000ooo-----

El invento concierne a un procedimiento para la fabri
cación de acero al cromo ferrítico con propiedades mecánicas de
cisivamente mejoradas como material estable frente a la corro
sión bien susceptible de ser soldado, dúctil y suficientemente
5 tenaz en frío, para la construcción de aparatos, piezas constructi
vas de aparatos y recipientes a presión, que son empleados bajo
presión elevada y/o a temperaturas elevadas bajo condiciones de
funcionamiento agresivas químicamente con corrosión, por ejemplo
están sometidos a la acción de soluciones que contienen cloruros,
10 tales como aguas salobres, aguas marinas, salmueras salinas y

407973



aguas de consumo con elevado contenido de cloruros.

Para estos fines se utilizan hoy día, dentro de la gama de los aceros inoxidables, prácticamente de modo exclusivo aceros austeníticos, dado que sólo los aceros de este tipo son admitidos hasta ahora para la construcción de recipientes a presión. Para esta finalidad de utilización en el sector de la construcción de aparatos químicos, los aceros austeníticos, además de todas sus conocidas buenas propiedades de transformación y de uso, poseen también desventajas, a saber especialmente valores de resistencia mecánica comparativamente bajos (límites de 0,2 ó 1% como valores de cálculo), así como una susceptibilidad a la corrosión por fisuración bajo esfuerzos (CFE) sobre todo en medios que contienen cloruros.

Por el contrario los aceros al cromo ferríticos son conocidos fundamentalmente como estables frente a la corrosión por fisuración bajo esfuerzos, su estabilidad puede ser comprobada en solución hirviendo de cloruro de magnesio al 42% como solución usual de ensayo y se acredita también en solución de cloruro de calcio con adición de cloruro de mercurio. No obstante, es también conocida la buena estabilidad general frente a la corrosión de tales aceros al cromo ferríticos.

Así, además de los aceros al cromo al 13% y al 17% ferríticos introducidos como aceros inoxidables normales, también han encontrado utilización desde hace decenas de años, para determinadas solicitudes, también aceros al cromo ferríticos con más de 20 hasta 30% de cromo. A título de ejemplo se citarán el acero al cromo al 28% X 8 Cr 28 (material número 4.084) en la Ho

407973



ja de materiales de hierro-acero 400-54 como acero especial, por ejemplo, para piezas o partes utilizadas para la concentración previa de ácido nítrico así como el acero similar US AISI 446 con 25% de cromo.

5 Mientras que en general es buena la estabilidad frente a la corrosión de tales aceros con elevado contenido de cromo, es insuficiente la estabilidad frente a los cloruros de estos aceros bajo las condiciones que se presentan en la práctica, tales como bajo incrustaciones, en espacios o cámaras de vapor, y en rendijas. Además de ello, estos aceros, en la calidad de producción hasta ahora usual, tienen todavía algunos sensibles defectos en lo que se refiere a sus propiedades tecnológicas mecánicas, los cuales desde el comienzo se han opuesto a una utilización más amplia de los mismos. A este respecto se ha de
10 indicar como especialmente desventajosa la conocida fragilidad en frío de los aceros ferríticos, a saber una elevada sensibilidad en entalladura, no sólo por debajo de la temperatura ambiente y a la temperatura ambiente, sino también incluso a temperaturas elevadas, hasta por encima de + 100°C. Queda especialmente
15 expuesta por esta fragilidad en frío, en el caso de uniones por soldadura, la zona de alta temperatura caracterizada por formación de grano grueso en el margen de influencia del calor inmediatamente junto a la costura de soldadura.

20 En lo que se refiere a la pregunta acerca de la causa de esta fragilidad en frío y de esta sensibilidad en entalladura de los aceros ferríticos ricos en cromo de producción usual existe una unanimidad acerca de que las concentraciones de los ele-



407973

mentos carbono y nitrógeno desempeñan en este caso un papel esencial. La solubilidad muy pequeña de la ferrita rica en cromo para carbono y nitrógeno conduce, ya con contenidos de carbono y nitrógeno dentro del orden de magnitud de 0,01% en aceros con contenidos de cromo de 20% y mayores, en el caso de utilización de temperaturas crecientes de enfriamiento rápido, incluso después de un severo enfriamiento rápido en agua, a la segregación de carburos o nitruros preferiblemente en los límites de los granos, lo cual tiene como consecuencia por un lado sensibilidad en entalladura y fragilidad en frío, y además de ello, como consecuencia del empobrecimiento en cromo junto a los límites de los granos por esta segregación de carburos, conduce también a la susceptibilidad a la corrosión intercrystalina. Además de la magnitud de los contenidos de carbono y nitrógeno así como en relación con el contenido de oxígeno junto con el modo de desoxidación con su influencia sobre el grado de pureza oxidico, también el tamaño de granos ejerce normalmente una influencia considerable sobre la sensibilidad en entalladura y la ductilidad de aceros al cromo ferríticos. Por otro lado, se pudo comprobar no obstante también que cuando se mantienen muy bajos contenidos de carbono y nitrógeno, incluso una formación de granos gruesos, tal como aparece en el caso de aceros ferríticos como consecuencia del calentamiento a temperaturas por encima de 1000°C - así, por ejemplo, inevitablemente en la zona de altas temperaturas de uniones por soldadura -, no provoca ninguna consecuencia crítica en lo que se refiere a la sensibilidad en entalladura, a la fragilidad en frío así como a la susceptibilidad a la corrosión intercrystalina.

407973



Es misión del presente invento un procedimiento para la fabricación de aceros para el sector de la industria química, y especialmente también para la construcción de recipientes a presión que exige vigilancia y control de calidad; los cuales además de poseer una buena resistencia a la corrosión deben tener propiedades mecánicas suficientes para el empleo bajo presión elevada y/o a temperaturas elevadas.

El procedimiento de acuerdo con el invento para la fabricación de un acero al cromo ferrítico, se caracteriza por la fundición de una mezcla consistente en:

- 18 a 35% de cromo
- 6 a 0,5% de molibdeno
- 0 a 5% de níquel
- 0 a 2% de cobre
- 15 0 a 3% de silicio
- 0 a 1% de manganeso
- 0 a 0,5% de cada uno de los elementos titanio, zirconio, niobio/tántalo, aluminio, boro
- 0 a 0,015% de carbono
- 20 0 a 0,015% de nitrógeno
- resto hierro e impurezas debidas a la fusión.

Los aceros al cromo ferríticos así obtenidos son apropiados preferiblemente como materiales para la construcción de aparatos, piezas de aparatos y recipientes a presión para la ejecución de procesos químicos, que transcurren bajo condiciones reductoras a presión elevada y/o a temperaturas elevadas. Además, entra en consideración la utilización de aceros al cromo ferríticos obtenidos por dicho procedimiento como material

407973

25



para la construcción de aparatos, piezas constructivas de aparatos y recipientes a presión para la producción o transformación de sustancias orgánicas bajo presión elevada y/o a temperaturas elevadas.

5 Al aumentar el contenido de cromo en el margen de 18 a 25% se aumenta la pasividad y, por consiguiente, la estabilidad frente a la corrosión del acero al cromo ferrítico obtenido de acuerdo con el invento. Con contenidos de cromo por debajo de 18% no se garantiza para la finalidad presente una suficiente pasividad del acero y más de 35% de cromo en el acero no aporta ninguna mejora adicional.

10 Por medio del contenido de molibdeno del acero al cromo ferrítico obtenido según el invento se mejoran decisivamente la estabilidad frente a la corrosión localizada y la pasividad en condiciones reductoras. Con bajos contenidos de cromo se prefieren mayores contenidos de molibdeno, y con contenidos de cromo más elevados se prefieren contenidos de molibdeno más bajos dentro de los márgenes citados para el cromo y el molibdeno en el acero.

15 Aceros con 26 a 30%, preferiblemente 27 a 29%, de cromo y con 3 a 1%, preferiblemente 2,5 hasta 1,5%, de molibdeno se han manifestado como especialmente favorables. No obstante, además de estos pueden emplearse también ventajosamente asimismo aceros situados dentro del margen a utilizar de acuerdo con el invento con 18 a 22%, preferiblemente 19 a 21% de cromo y 6 a 3%, preferiblemente 5,5 a 4% de molibdeno, especialmente para piezas cons-

407973



5 tructivas de aparatos e instalaciones, tales como bombas y con-
ducciones tubulares, que están sometidas a la acción de aguas salo
bres y marinas, incluso con concentración elevada de sal, así co
mo a salmueras salinas y aguas de consumo con concentración acre
centada de cloruros.

10 El acero al cromo ferrítico obtenido de acuerdo con el
invento, además de cromo y molibdeno puede contener adicional-
mente también hasta 5%, preferiblemente 1,5 hasta 4%, de níquel.
Mediante la adición de níquel se mejoran la tenacidad en frío y
la estabilidad frente a la corrosión del acero, especialmente en
condiciones reductoras.

15 Además de ello es posible también la adición de hasta
2%, preferiblemente 0,5 hasta 1,5% de cobre así como de hasta 3%,
preferiblemente 0,5 hasta 2,0% de silicio, mediante la cual se
mejora también la estabilidad frente a la corrosión.

20 Mediante la adición facultativa de hasta 0,5%, preferi-
blemente 0,01 hasta 0,5% en total de titanio, zirconio, niobio/
tántalo, se puede mejorar la tenacidad en frío y la aptitud para
la transformación del acero al cromo ferrítico obtenido de acuer-
do con el invento. Para la misma misión sirve la posible adición
de hasta 0,5%, preferiblemente 0,001 hasta 0,01% de boro, median-
te la cual se mejoran además la aptitud para la soldadura y la
estabilidad del acero frente a la corrosión intercrystalina en
las zonas de transición de soldadura. Además de ello pueden es-
25 tar presentes también hasta 1% de manganeso y hasta 0,5% de alu-
minio.

Para lograr la exigida estabilidad frente a la corrosión



407973

y las propiedades tecnológicas mecánicas, en el acero al cromo ferrítico obtenido de acuerdo con el invento los contenidos de carbono y nitrógeno deberán ser en cada caso menores o iguales a 0,015%, debiendo ser preferiblemente menor o igual a 0,01% la suma de carbono y nitrógeno.

A causa del elevado contenido de cromo, los aceros al cromo ferríticos obtenido de acuerdo con el invento poseen una elevada estabilidad frente a la corrosión en condiciones oxidantes. No obstante, se ha manifestado sorprendentemente que estos aceros también en condiciones reductoras poseen excelentes propiedades frente a la corrosión, que pueden ser muy superiores a las de aceros al cromo-níquel-molibdeno austeníticos conocidos. En las siguientes Tablas 1, 2 y 3 se compara un acero al cromo ferrítico obtenido de acuerdo con el invento dentro del margen indicado, con 28% de cromo, 2% de molibdeno, el resto esencialmente hierro, en cuanto a su estabilidad frente a la corrosión en ácido fórmico hirviendo, ácido acético hirviendo y mezclas de ambos ácidos asimismo hirviendo (Tabla 1), en ácido fosfórico hirviendo (Tabla 2) y en ácido oxálico (3), en el último caso a diferentes temperaturas y con diferentes concentraciones de ácido, en relación con aceros conocidos al cromo-níquel austeníticos y al cromo-níquel-molibdeno austeníticos de la composición indicada en cada caso.



T A B L A I

Estabilidad frente a la corrosión en ácido fórmico hirviendo, ácido acético hirviendo y sus mezclas asimismo hirviendo (duración del ensayo 24 horas).

Acero	Material N°	Pérdidas de peso en g/m ² . h	
		10% de CH ₃ COOH	20% de HCOOH 60% de CH ₃ COOH +10% de HCOOH
28% de Cr, 2% de Mo, resto Fe	-	0	0,04
X5CrNi 18 9	1.4301	0,14	1,22
X5CrNiMo 18 10	1.4401	0	0,91
			0,50

T A B L A 2

Estabilidad frente a la corrosión en ácido fosfórico hirviendo (duración del ensayo 24 horas).

Acero	Material N°	Pérdidas de peso en g/m ² . h			
		50% de H ₃ PO ₄ P A	60% de H ₃ PO ₄ P A	70% de H ₃ PO ₄ P A	
28% de Cr, 2% de Mo, resto Fe	-	<0,01	0,01	0,13	0,11
X2CrNiMo 18 10	1.4404	0,35	n.d.	0,88	n.d.
X5CrNiMoTi 25 25	1.4577	0,01	0,02	0,01/1,2	1,9
					0,50
					3,5
					2,1

P = empleado en estado pasivo al aire
 A = empleado después de activación con zinc
 n.d. = no determinado

407973



T A B L A 3

Estabilidad frente a la corrosión en ácido oxálico (duración del ensayo 24 horas).

Concentración de ácido	Temperatura de ensayo °C	28% de Cr, 2% de Mo resto Fe	Pérdidas de peso en g/m ² . h X 5 CrNiMo 18 12 X 5 CrNiMoTi 25 25
5 %	40	<0,01	0,10
	60	<0,01	0,11
	80	<0,01	0,30
	p. de eb.	0,01	1,02
10 %	40	<0,01	0,03
	60	<0,01	0,16
	80	<0,01	0,35
	p. de eb.	0,01	1,90
20 %	40	n.d.	0,11
	60	n.d.	0,29
	80	<0,01	0,34
	p. de eb.	<0,01	2,0
35 %	p. de eb.	0,01	n.d.
			n.d.
50 %	p. de eb.	0,01	n.d.
			n.d.

n.d. = no determinado

p. de eb. = punto de ebullición.



407973

A partir de las precedentes Tablas 1, 2 y 3 se manifiesta la superioridad del acero al cromo ferrítico con 28% de Cr, 2% de Mo, el resto Fe, que cae dentro del margen a utilizar de acuerdo con la solicitud, en comparación con aceros al cromo-níquel y al cromo-níquel-molibdeno austeníticos conocidos en lo que se refiere a la estabilidad frente a la corrosión en presencia de medios corrosivos diversos. No podía esperarse que aceros ferríticos, con una composición que se encuentra dentro del margen a utilizar de acuerdo con la solicitud, permaneciesen todavía pasivos con potenciales esencialmente más bajos que correspondientes aceros al cromo-níquel y al cromo-níquel-molibdeno con contenido de cromo casi igual. Agentes reductores, que por causa de su potencial redox fuertemente negativo conducen a la activación y por consiguiente a la disgregación o disolución incluso del acero austenítico con elevado contenido de cromo X 5 CrNiMo 25 25, no son capaces de activar a un acero al cromo ferrítico con igual contenido de cromo sino que pueden estabilizar incluso el estado pasivo. Así, por ejemplo, en H_2SO_4 al 16% a $100^\circ C$ la transición del estado pasivo al estado activo para un acero con 28% de Cr y 2% de Mo se encuentra en $-250 \text{ mV } E_H$, mientras que estos potenciales para el acero al cromo-níquel-molibdeno austenítico con elevado contenido de cromo X 2 CrNiMoN 25 25 con 25% de cromo, 25% de níquel y 2% de molibdeno, el resto hierro, se encuentran en $-75 \text{ mV } E_H$.

Muchas síntesis químicas tienen lugar en condiciones en las cuales es decisivo el potencial de hidrógeno. En estas condiciones el potencial de la superficie de acero pasiva se ajusta

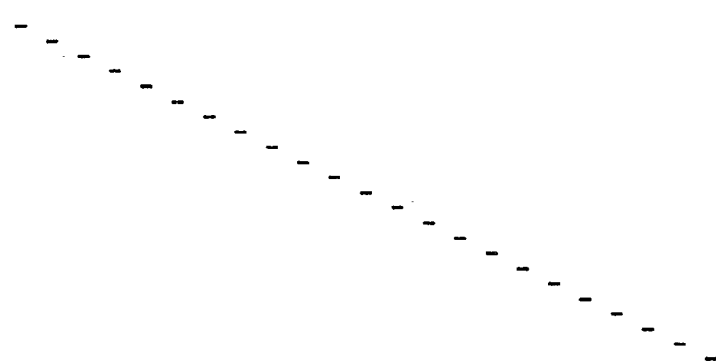


407973

al potencial de hidrógeno. Mientras que en el potencial de hidrógeno aceros al cromo-níquel y al cromo-níquel-molibdeno austeníticos se hacen activos en medios agresivos (bajo valor de pH, temperatura elevada) y, por consiguiente, pueden experimentar un ataque más intenso, los aceros al cromo ferríticos en el margen de composiciones a utilizar de acuerdo con el procedimiento del invento permanecen pasivos.

Tal como ya se indicó al comienzo, a la utilización de aceros al cromo ferríticos obtenidos de acuerdo con el invento se opo-
nía hasta ahora también la insuficiente resistencia al impacto con entalladura en el margen alrededor de la temperatura ambiente.

Sorprendentemente, se ha mostrado ahora que aceros al cromo ferríticos obtenidos de acuerdo con la solicitud poseen excelentes propiedades mecánicas, especialmente una buena resistencia al impacto con entalladura y una buena resistencia a la tracción con entalladura, tal como se deduce de la siguiente Tabla 4 y las figuras 1 y 2. En la Tabla 4 se indican valores de resistencia al impacto con entalladura de 3 aceros dentro del margen de composiciones a utilizar de acuerdo con el invento a temperaturas de desde -100°C hasta la temperatura ambiente.





407973

T A B L A 4

Temperatura de medición °C	Tipo de acero			
	35/0,5 CrMo 0,002%C, 0,002%N	28/2 CrMo 0,001%C, 0,002%N	20/5 CrMo 0,003%C, 0,001% N	
5	Resistencia al impacto con entalladura en mkp/cm ² (muestra DVM)			
-100	-	0,9/1,0/0,7	-	
- 75	28,2/0,7/1,6	35,5/1,3/37,9	2,0/0,7/0,8	
- 50	1,2/1,3/2,1	740/ 740/39,8	24,1/20,6/1,9	
- 25	33,9/35,8/37,3	740/ 740/ >40	1,1/31,5/26,0	
10	+ 0	34,5/34,6/35,8	740/ 740/ 740	33,2/33,9/1,2
	+ 20	32,9/37,6/38,9	740/ 740/ >40	32,8/31,2/31,8

De la Tabla 4, en la que a una temperatura de medición se indican para cada tipo de acero en cada caso tres valores de medición para la resistencia al impacto con entalladura, se deduce que todas las muestras poseen a la temperatura ambiente, de modo asegurado, valores de resistencia al impacto con entalladura por encima de 30 mkp/cm². Por lo tanto, el empleo de los aceros a utilizar obtenidos de acuerdo con el invento es posible en el margen de desde la temperatura ambiente hasta temperaturas más elevadas, en donde además de necesitarse estabilidad frente a la corrosión también se precisan buenas propiedades mecánicas, especialmente una buena resistencia al impacto con entalladura.

Para el acero del tipo 28/2 CrMo se representan gráficamente en la figura 1 los valores de resistencia al impacto con entalladura en el margen de temperaturas de desde -100°C hasta +50°C y en la figura 2 otras propiedades mecánicas en el margen de temperaturas de desde -100°C hasta + 400°C. De los diagramas

407973



se deduce nuevamente que en el margen de desde alrededor de la temperatura ambiente hasta temperaturas más elevadas, de aproximadamente 400°C, se encontraron excelentes propiedades de resistencia mecánica y de tenacidad en aceros al cromo ferríticos dentro del
5 margen de composiciones a utilizar de acuerdo con la solicitud, que hacen posible el empleo para la finalidad de utilización de acuerdo con la solicitud.

La figura 1 muestra la temperatura de transición de la resistencia al impacto con entalladura que a bajas temperaturas se
10 encuentra por debajo de -50°C, para 17 masas fundidas de este acero 28/2 CrMo con 0,004 hasta 0,006% de C y 0,001 hasta 0,004% de N después de un tratamiento térmico de 30 minutos a 850 hasta 875°C, y enfriamiento rápido en agua. En el margen de desde alrededor de la temperatura ambiente hasta al menos -25°C no aparece
15 ninguna fragilidad en frío.

La figura 2 muestra las propiedades de resistencia mecánica de dos masas fundidas de producción del acero 28/2 CrMo con 0,002% de C así como 0,0025% de N después de un tratamiento
20 térmico durante 30 minutos a 875°C y enfriamiento rápido en agua, en el ensayo de tracción en muestras lisas y entalladas (número de entalladuras 3,0). Es digna de mención la elevada relación de tracción con entalladura como índice de proporción de la resistencia a la tracción; resistencia a la tracción en entalladura de 1,7, que sólo a -100°C pasa por debajo del valor de 1.

La figura 3 muestra, en el ejemplo de una chapa de 4 mm de espesor a base del acero 28/2 Cr-Mo con C + N ≤ 0,01%, que fue soldado con un material aditivo de igual tipo de acuerdo con el

407973



procedimiento WIG y a continuación fue curvado en ángulo agudo en 180° longitudinal- y transversalmente con relación a la costura de soldadura, el comportamiento de flexión-tenacidad hasta ahora desconocido para tales aceros ferríticos ricos en cromo.

5 En la Tabla 5 se indican las composiciones de cuatro diferentes aceros, que se encuentran dentro del margen del procedimiento reivindicado, cuya estabilidad frente a la corrosión localizada a temperaturas más elevadas, en el margen de 20 a 100°C, puede observarse en la figura 4.

T A B L A 5

10	Acero	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %	S %	P %	N %	C+N %
	A	0,003	<0,01	<0,01	19,9	4,85	0,008	<0,005	0,001	0,004
	B	0,001	<0,01	<0,01	23,8	3,43	0,008	<0,005	0,001	0,002
	C	0,002	<0,01	<0,01	28,1	2,11	0,008	<0,005	0,001	0,003
	D	0,004	<0,01	<0,01	19,6	2,00	0,006	<0,005	0,001	0,005

15 De acuerdo con la idea general hasta ahora vigente el molibdeno, en lo que se refiere a la mejora de la estabilidad frente a la corrosión localizada, es alrededor de tres veces más eficaz que el cromo, es decir en cada caso 1% de molibdeno tiene en este aspecto el mismo efecto que 3% de cromo. Según esto, el
20 acero A con 20% de cromo y 5% de molibdeno debería tener aproximadamente la misma estabilidad frente a la corrosión localizada que el acero B con 24% de cromo y 3,5% de molibdeno y también que



407973

5 el acero C con 28% de cromo y 2% de molibdeno. Esta suposición hasta ahora válida debía encontrar propiamente también su confirmación por los potenciales de corrosión localizada en NaCl al 3% en el margen de temperaturas de 25 a 100, representados gráficamente en la figura 4 para los cuatro aceros A, B, C y D. Por causa de los potenciales de corrosión localizada situados casi en igual lugar, los aceros A, B y C debían tener una estabilidad frente a la corrosión localizada igualmente buena, mientras que para el acero D, por razón de los potenciales de corrosión localizada menos nobles de acuerdo con la figura 4, debía esperarse una peor estabilidad frente a la corrosión localizada.

15 No obstante, se ha demostrado ahora sorprendentemente que esta suposición no es válida, y en realidad se efectuaron las siguientes comprobaciones. Bajo incrustaciones, en espacios o cámaras de vapor y en rendijas, es decir en zonas con concentración elevada de cloruros y/o de valor de pH disminuido, los aceros C y D muestran el mismo comportamiento de corrosión localizada. Ambos aceros muestran en agua marina hirviendo con un contenido de NaCl de 2 a 10% como probetas en forma de asidero sumergidas en la mitad, bajo las incrustaciones que se forman en el espacio o cámara de vapor ya manifiestan después de unas pocas horas un ataque por corrosión considerablemente acompañado por manchas. Se comporta algo mejor el acero B, que sólo después de algunos días manifestó los primeros fenómenos de corrosión. Por el contrario, el

20

25 acero A a pesar de considerables incrustaciones, incluso después de 2.000 horas no manifestó todavía ningún signo de un ataque por corrosión. Por consiguiente, tiene de modo inesperado el mejor compor



407973

tamiento en lo que se refiere al ataque por corrosión localizada en medios que contienen cloruro.

Las comprobadas sobresalientes propiedades químicas de corrosión y las descritas propiedades mecánicas tecnológicas excelentes, especialmente la tenacidad en frío, de los aceros al cromo ferríticos dentro del margen de composiciones a utilizar de acuerdo con el invento constituyen la base segura para la admisión de estos aceros en la construcción de recipientes a presión que precisa control de calidad y hacen posible su fructífero empleo en un amplio sector de utilidades en la industria química en general así como en procesos de tratamiento en condiciones reductoras y en el sector de la producción y transformación de sustancias orgánicas en especial. El acero al cromo ferrítico obtenido de acuerdo con el invento es apropiado, además, para la construcción de barcos, para piezas constructivas de aparatos e instalaciones, tales como intercambiadores de calor, por ejemplo para instalaciones de desalinización de aguas marinas, bombas, conducciones tubulares y similares.

20

N O T A

Se reivindica como nuevo y de propia invención.

1.- Procedimiento para la fabricación de acero al cromo ferrítico estable frente a la corrosión, dúctil y tenaz en frío, caracterizado por la fundición de una mezcla consistente en 18 a 35% de cromo, 6 a 0,5% de molibdeno, 0 a 5% de níquel, 0 a 2% de cobre, 0 a 3% de silicio, 0 a 1% de manganeso, 0 a 0,5% de cada



407973

uno de los elementos titanio, zirconio, niobio, tántalo, aluminio boro, menos de 0,015% de carbono, menos de 0,015% de nitrógeno, el resto hierro e impurezas debidas a la fusión.

5 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque no obstante la suma de carbono y nitrógeno es menor o igual a 0,010%.

3.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de cromo es de 26 a 30% y el contenido de molibdeno es de 3 a 1%.

10 4.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de cromo es de 27 a 29% y el contenido de molibdeno es de 2,5 a 1,5%.

15 5.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de cromo es de 18 a 22% y el contenido de molibdeno es de 6 a 3%.

6.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de cromo es de 19 a 21% y en que el contenido de molibdeno es de 5,5 hasta 4%.

20 7.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de níquel es de 1,5 a 4%.

8.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de cobre es de 0,5 a 1,5%.

9.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de silicio es de 0,5 a 2,0%.

25 10.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de cada uno de los elementos titanio, zirconio, niobio/tántalo y aluminio es de 0,01 a 0,5%.



407973

11.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de boro es de 0,001 hasta 0,01%.

12.- "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE ACERO AL CROMO FERRITICO ESTABLE FRENTE A LA CORROSION, DUCTIL Y TENAZ EN FRIO".

5

Tal como se describe y reivindica en la presente Memoria Descriptiva, que consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola cara y de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 25 OCT. 1972

CARLOS FERNANDEZ CASDELAS
P P

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over the typed name and initials.

A large, stylized handwritten mark or signature in black ink, located in the bottom left corner of the page.

407973

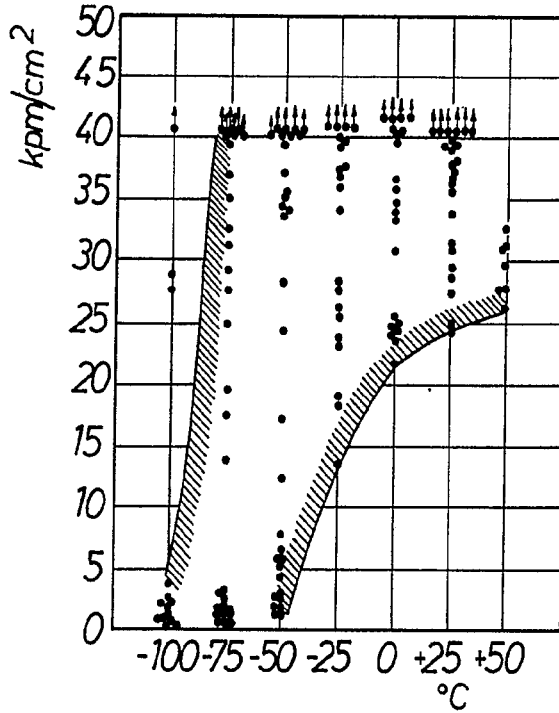


Fig.1

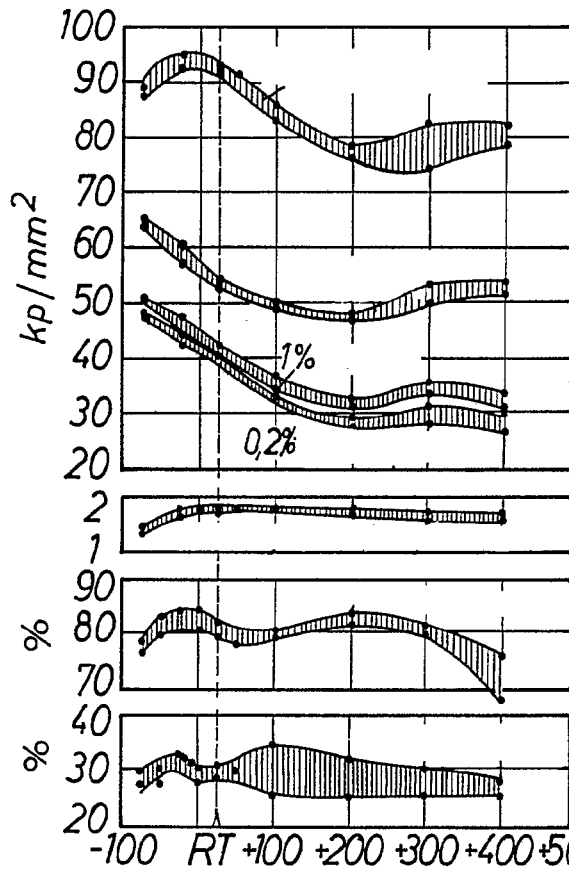


Fig.2

Escala variable

°C

Madrid, 25 Octubre 1972

INSTITUTO TECNICO DE INVESTIGACIONES Y ENGENIERIA DE MATERIALES



407973

Fig.4

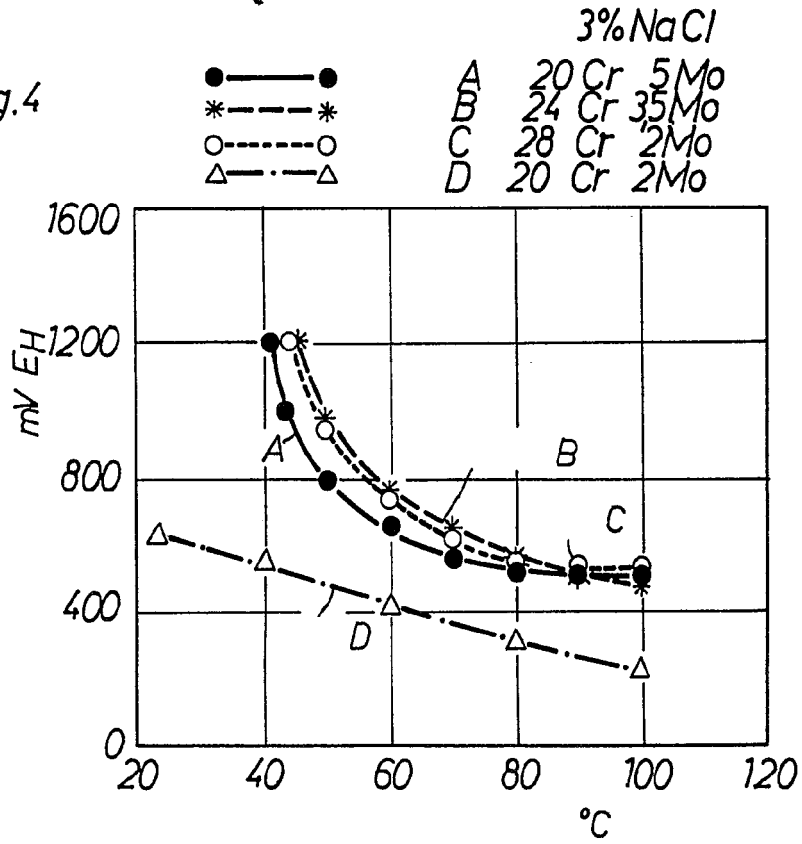


Fig.3



Escala variable.

Madrid, 25 Octubre 1972

GARCIA