



19 ES	11	NUMERO	10 A1
	21	427.610	
22	FECHA DE PRESENTACION		
	24.6.74.		

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
373.278	25 de Junio 1973	Norteamerica.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22C // POIN	
54 TITULO DE LA INVENCION		
Procedimiento para la obtención de artículos de aluminio o artículos revestidos de aluminio.-		
71 SOLICITANTE (S)		
Armco Steel Corporation.-		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
703 Curtis Street, Middletown, Ohio, EE.UU. de A.		
72 INVENTOR (ES)		
Joseph Charles Jasper, Ing		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. Jaime Gómez-Acebo y Modet.-		

PATENTE DE INVENCION

ARMCO 1240.

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE ARTICULOS DE ALUMINIO O
ARTICULOS REVESTIDOS DE ALUMINIO.-

Solicitante: ARMCO STEEL CORPORATION, entidad norteamericana,
residente en 703 Curtis Street, Middletown, Ohio,
EE.UU. de A.

Esta invención se relaciona con un procedimiento para la producción de un acero de cromo-aluminio-silicio-titanio de bajo contenido en aleación, útil como sustrato para revestimientos de aluminio o aleación de aluminio,

5. así como de productos revestidos, elaborados, de los

mismos, que tienen buena resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas de hasta 925°C aproximadamente y resistentes contra el ataque por los productos de combustión de hidrocarburos a temperaturas elevadas, en combinación con una elevada resistencia.

5

De forma aumentada, se está creando la necesidad de fuertes requerimientos hacia los controles anticontaminación en vehículos de motor, por lo que día a día se está intentando llegar a aleaciones de costo relativamente bajo que sean resistentes a la oxidación a temperaturas elevadas, para utilizarse en sistemas de escape de automóviles, tales como convertidores catalíticos, silenciadores y similares.

10

El acero al carbono, revestido con aluminio, no ha llegado a ser del todo satisfactorio para ciertas aplicaciones a elevadas temperaturas. La industria del automovil a sustituido el acero inoxidable tal como Armco 409 (conteniendo 0,05 % de carbono, 11 % de cromo. trazas de aluminio, níquel residual, 0,5 % de titanio y el resto hierro) y otros aceros inoxidables conteniendo 11 % o más de cromo. El costo de dicho acero es elevado, por lo que su fabricación es indeseable para el uso proyectado en los sistemas de escape de los automóviles, tales como convertidores catalíticos y análogos. En adición, si bien éste acero inoxidable tiene una clara resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas, y una buena conformabilidad, el mismo no soporta adecuadamente el ataque por sales fundidas y productos de combustión de hidrocarburos, a temperatura elevada. La provisión de un revestimiento de aluminio sobre dicho acero, se ha traducido en un producto que tiene las propiedades deseadas, pero esta solución añade, evidentemente, un costo

15

20

25

30

incluso más superior.

La patente USA nº 3.698.964, concedida el 17 de octubre de 1.972 a E.J. Caule et al, describe una aleación a base de hierro que tiene buena resistencia a la oxidación a temperaturas de aproximadamente 700 a 800°C. La aleación de esta patente contiene hasta 2 % de carbono, 1 a 5 % de cromo, 1 a 4 % de aluminio y/o 1 a 4 % de silicio, hasta 1,5 % de manganeso, hasta 2 % de cobre, hasta 0,20 % en total de níquel, molibdeno, vanadio y otros elementos de aleación. Preferiblemente, se utiliza una combinación de 2 % de cromo y 3 % de aluminio, o 3 % de cromo y 2 % de silicio, con manganeso preferiblemente en una cantidad de hasta 0,2 %, cobre en una cantidad no superior a 0,5 %, carbono en una cantidad no superior a 1 % y más preferiblemente de 0,01 a 0,25 %.

El elevado contenido en carbono del acero de la patente de Caule et al, se traduce en una estructura frágil que tiene una trabajabilidad en frío muy limitada, pobres características de soldadura y en general pobres propiedades mecánicas. La presencia opcional de molibdeno y vanadio acepta de modo adverso a la resistencia a la oxidación, a la vez que aumenta el coste. El efecto perjudicial del molibdeno sobre la resistencia a la oxidación, se describe en "Stainless And Heat Resisting Steels", de Colombier y Hochmann, p. 330, St. Martin's Press, New York, N.W. (1.968). Además, el cobre, níquel y otros estabilizadores austeníticos, en cantidades superiores a los contenidos residuales típicos de 0,2 % aproximadamente, son indeseables puesto que pueden causar un cambio de fases, con el consecuente cambio en volumen, tras el calentamiento y enfriamiento. Este cambio de volumen se traduce en desconchados después del calentamiento y enfriamiento cíclicos.

La patente USA nº 2.835.669, concedida el 4 de marzo

de 1.958 a E.M. Herzog, describe un acero y un tratamiento
térnico para el mismo, en donde se produce una microestructura
que tiene resistencia a la rotura por corrosión bajo tensión
en atmósferas húmedas de sulfuro de hidrógeno. El acero de és-
ta patente contiene de 0,08 a 0,20 % de carbono, de 0,60 a 5 %
de cromo, de 0,15 a 1,20 % de aluminio, de 0,30 a 1,20 % de
manganeso, de 0,10 a 0,50 % de silicio, hasta 0,50 % de molib-
deno, hasta 1 % de vanadio, hasta 1 % de titanio y el resto
hierro. Se establece un tratamiento térmico a 740-780°C, un
segundo tratamiento térmico a 970-1.080°C aproximadamente, se-
guido por un enfriamiento en agua, y un tratamiento de temple a
625-670°C aproximadamente, para obtener la microestructura de-
seada y la resistencia a la tracción final de por lo menos
7 kg/cm². La resistencia a la oxidación a temperatura elevada
no es contemplada en esta patente y la composición no produci-
ría inherentemente un acero con esta propiedad. Además, la presen-
cia de molibdeno y vanadio es perjudicial por las razones ante-
riormente indicadas.

Otras patentes que describen aceros de baja aleación,
conteniendo cromo, aluminio y/o silicio, en diversas cantida-
des, incluyen las patentes USA: 3,431.101; 2,835.570 y
2.770.563.

Ninguna de las patentes anteriores, describe un acero
de baja aleación que tenga una estructura completamente ferrí-
tica dentro de la gama de temperaturas de operación contem-
plada, y que exhiba en combinación una buena resistencia a la
oxidación a temperatura elevada, una buena resistencia contra
el ataque de productos de conducción de hidrocarburos, una
buena capacidad de soldado y conformado y una resistencia re-
lativamente elevada. Por consiguiente, existe todavía una gran

necesidad de una aleación de bajo costo que tenga la citada combinación de propiedades para su fabricación en productos soldados y elaborados, revestidos, tales como calentadores espaciales, sistemas de escape de automóviles, por ejemplo, convertidores catalíticos y silenciadores, y similares.

Según la invención, se proporciona un acero de baja aleación que consiste esencialmente en 0,01 a 0,13 % de carbono, 0,5 a 3 % de cromo, 0,8 a 3 % de aluminio, 0,4 a 1,5 % de silicio, 0,1 a 0,6 % de manganeso, 0,1 a 1 % de titanio y el resto hierro excepto las impurezas incidentales. El molibdeno y el vanadio están limitados a un máximo de aproximadamente 0,05 % cada uno, y el cobre, níquel y otros estabilizadores austeníticos están limitados a una cantidad inferior a 0,2 % aproximadamente, cada uno. El acero de la presente invención contiene preferiblemente cloro, aluminio, silicio y titanio en una cantidad total inferior al 5 % aproximadamente y proporciona en forma laminar un sustrato para revestimientos de aluminio o aleación de aluminio, siendo la lámina revestida fácilmente conformable en artículos elaborados que tienen buena resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas, buena resistencia contra el ataque de productos de combustión de hidrocarburos a temperatura elevada y una resistencia retenida, relativamente alta, a temperatura elevada.

Las gamas de porcentaje de carbono, cromo, aluminio, silicio y titanio son críticas y la desviación de las mismas se traduce en pérdidas de una o más de las propiedades anteriores. Igualmente, es esencial el control de los contenidos críticamente bajos de los estabilizadores de molibdeno, vanadio, cobre, níquel y otros estabilizadores austeníticos.

El carbono es esencial en una cantidad de por lo me-

nos 0,01 % con el fin de proporcionar la resistencia necesaria en el acero. No se puede tolerar más de 0,13 % de carbono debido a que se afectaría de modo adverso a la capacidad de soldado, conformado y propiedades mecánicas generales del acero, y debido a que es un fuerte formador de austenita.

Con el fin de proporcionar buena resistencia a la oxidación, es necesario como mínimo 0,5 % de cromo en combinación con al menos 0,8 % de aluminio y 0,4 % de silicio. Deberá observarse un máximo de 3 % de cromo al objeto de reducir al mínimo el coste y evitar las dificultades del procesado.

Es necesario un mínimo de 0,8 % de aluminio no solo para la resistencia a la oxidación a temperatura elevada sino también para proporcionar una resistencia a la tracción adecuada. Más de 3 % de aluminio se traduce en una pérdida de conformabilidad y trabajabilidad.

Es esencial 0,4 % por lo menos de silicio puesto que el mismo coopera con el cromo y aluminio, para impartir resistencia a la oxidación. Sin embargo, deberá observarse un máximo de 0,5 % de silicio puesto que las cantidades en exceso se traducen también en la pérdida de conformabilidad y trabajabilidad.

El titanio es esencial en una cantidad de por lo menos 0,1 %, para impartir buena capacidad de soldado al acero. Además, se ha encontrado que un exceso de titanio sobre la cantidad necesaria para estabilizar el carbono, mejora la resistencia a la oxidación a temperatura elevada. Este exceso puede ser ligero teniendo en cuenta el elevado coste del titanio y los contenidos residuales relativamente bajos de azufre, nitrógeno y oxígeno del acero de la invención. Con preferencia,

el contenido en titanio es de ocho veces el de carbono y, por lo tanto, deberá observarse un máximo de aproximadamente 1 % de titanio, para los niveles de carbono contemplados en esta invención. Puesto que ya se sabe que el columbio y/o zirconio funcional generalmente de forma equivalente en los aceros inoxidables, se encuentra dentro del alcance de la invención el sustituir, total o parcialmente, el titanio por columbio y/o zirconio. Dicha sustitución deberá efectuarse en una base estequiométrica, con una relación en peso mínima de columbio o zirconio a carbono de 8:1, preferiblemente de por lo menos 10:1 aproximadamente. Por lo tanto, y si se desea sustituir el titanio, el columbio y/o zirconio deberán oscilar entre 0,10 y 1,5 %.

En el acero de la invención, se pueden tolerar las impurezas a los niveles residuales normales para los aceros inoxidables ferríticos. Más específicamente, un máximo de aproximadamente 0,03 % de azufre y un máximo de aproximadamente 0,04 % de fósforo, no afectan de modo adverso a las propiedades del acero. Como anteriormente se ha explicado, el molibdeno y el vanadio son indeseables en el acero de la invención, por lo que se mantienen en los niveles mínimos practicables. El cobre y el níquel se mantienen en un máximo inferior de 0,2 %, de cada uno, por las razones anteriormente indicadas.

A pesar de que la nueva combinación deseable de propiedades se consigue en un acero que tiene las amplias gamas de composición anteriormente mostradas, se obtienen las propiedades óptimas en un acero que tiene el siguiente análisis en porcentaje en peso, preferido:

Carbono	0,04 % a 0,06 %
---------	-----------------

	Cromo	1,7 % a 2,1 %
	Aluminio	1,7 % a 2,0 %
	Silicio	0,6 % a 0,9 %
	Manganeso	0,2 % a 0,4 %
5	Titanio	0,1 % a 0,6 %

Siendo el contenido en titanio de unas ocho veces el de carbono y estando constituido el resto por hierro, excepto las impurezas incidentales.

10 Con el fin de investigar el efecto de las proporciones relativas de cromo, aluminio, silicio y titanio sobre las propiedades del acero, se prepararon una serie de cargas experimentales que fueron sometidas a ensayo. Con fines comparativos, se realizaron también ensayos sobre acero al carbono pero revestido con aluminio y aleaciones de aluminio, conteniendo hasta 10 % de silicio, y sobre acero inoxidable Amaco
15 del Tipo 409. En la siguiente Tabla I, se muestran las composiciones de las cargas experimentales:

TABLA I

20	<u>Clave de la muestra</u>	<u>C</u>	<u>Cr</u>	<u>Al</u>	<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>Ti</u>
	15	0,048	1,0	<0,1	0,2	0,3	0,4
	41*	0,033	0,5	1,7	0,8	0,4	0,4
	42*	0,033	1,0	1,7	0,7	0,4	0,4
	43*	0,034	1,5	1,7	0,7	0,4	0,4
25	61*	0,037	1,0	1,0	0,7	0,4	0,3
	62*	0,038	1,7	0,9	0,8	0,4	0,3
	85	0,054	2,5	1,9	0,47	0,21	0
	86*	0,073	2,0	1,92	0,81	0,32	0,48

* Aceros de la invención - conteniendo también 0,1 % Cu, 0,04 % Mo, y 0,03 % V.
30

Los materiales anteriores fueron laminados en caliente a 1.149°C desde lingotes de 25,4 mm por 76,2 mm a espesores de 2,54 mm. Se recociéron muestras a 927°C durante 10 minutos, se eliminó la cascarilla y se sometieron entonces a un laminado en frío a un espesor de 1,27 mm. Debe establecerse que el recocido del material laminado en caliente, es opcional. Las resistencias a la tracción se determinaron sobre las muestras laminadas en frío, en esta etapa, mientras que el resto de la banda laminada en frío se sometió a recocido a 871°C durante 6 minutos y a continuación se decapó. Este material fue ensayado con respecto a las restantes propiedades mecánicas registradas a continuación en la Tabla II.

A partir de las propiedades mecánicas indicadas en la Tabla II, se puede observar que los aceros de la invención tienen resistencias a la tracción equivalentes a las que poseen las aleaciones de la técnica anterior comparables, pero poseen un alargamiento mejorado. Esto se cree que resulta de los contenidos en carbono relativamente bajos (se oxidan entre 0,03 y 0,07 % aproximadamente). La resistencia en el límite elástico y las resistencias a la tracción de las aleaciones que contienen aproximadamente 1 % de aluminio, fueron, respectivamente, de 0,35 y 0,28 kg/cm², inferiores a las de las aleaciones conteniendo 2 % de aluminio. De una gran importancia es la comparación con la aleación de 1 % de cromo (clave de la muestra, 15) que tiene también bajos contenidos en aluminio y silicio. Puede observarse que la resistencia en el límite elástico de la aleación con 1 % de cromo es aproximadamente 1,86 kg/cm² inferior y la resistencia a la tracción es de 1,24 kg/cm² inferior a la de los aceros de la invención conteniendo de 1,7 a 2 % aproximadamente de aluminio, con un contenido en cromo

que oscila entre 0,5 y 2 %. Al mismo tiempo, los valores de alargamiento de estos aceros de la invención fueron aproximadamente equivalentes a los valores de alargamiento de la clave de muestra 15. Por lo tanto, y para lograr una combinación óptima de propiedades mecánicas, es evidente que el contenido en carbono no deberá exceder de 0,06 % aproximadamente, que el aluminio deberá oscilar entre 1,7 y 2 % aproximadamente, en combinación con al menos 1,7 % de cromo aproximadamente y al menos 0,6 % de silicio aproximadamente.

TABLA II

Clave de la muestra	Límite elástico al 0,2 % (kg/cm ²)	Resistencia a la rotura traccional (kg/cm ²)	% alargamiento en 50,8 mm	Dureza (Rockwell B)	Ensayo de la copa Olsen Altura - mm	
15	3,66	8,36	35,5	57,0	9,91	10,92
41 [■]	5,64	9,59	36,0	73,0	10,16	10,41
42 [■]	5,53	9,63	34,0	73,0	10,41	10,29
43 [■]	5,55	9,69	35,5	73,0	10,16	10,16
61 [■]	4,64	9,03	37,0	68,0	9,65	10,16
62 [■]	4,72	9,08	34,5	68,5	10,03	11,17
85	6,15	9,49	20,5	73,0	9,91	-
86 [■]	5,76	9,47	26,0	73,0	10,36	-

■ Aceros de la presente invención.

Muestras de los aceros de la Tabla I, en estado de laminado en frío, recocido y decapado, fueron molturadas superficialmente y se practicó por el eje longitudinal de la banda de cada muestra una soldadura autógena de total penetración GTA. A partir de las muestras se comparan probetas para el ensayo de los valores de copa Olsen y flexión en 180°, ensayándose en relación con la tensión tanto en la cara de ba-

se como en la cara lateral. Estos ensayos se registran en la Tabla III.

5 A partir de los datos de la Tabla III, es evidente que la ductilidad óptima en estado soldado, se exhibe con aproximadamente 1 % de aluminio y más de 1 % de cromo. Al nivel de 2 % de aluminio se obtienen mejores resultados aparentemente con un contenido en cromo del 2 % aproximadamente.

10 La necesidad de la presencia de titanio para lograr unas buenas propiedades de soldabilidad, se demuestra por la clave de muestra 85, en donde se obtuvo un pobre valor de copa Olsen. En adición, las claves de muestras 85 y 86 se sometieron a otro ensayo de flexión a través de la soldadura (no registrado en la Tabla III) y se encontró que la clave de muestra 85 rompía a 90° a través de la soldadura, mientras que la clave de muestra 86 pasó los 180° a través de la soldadura.

15

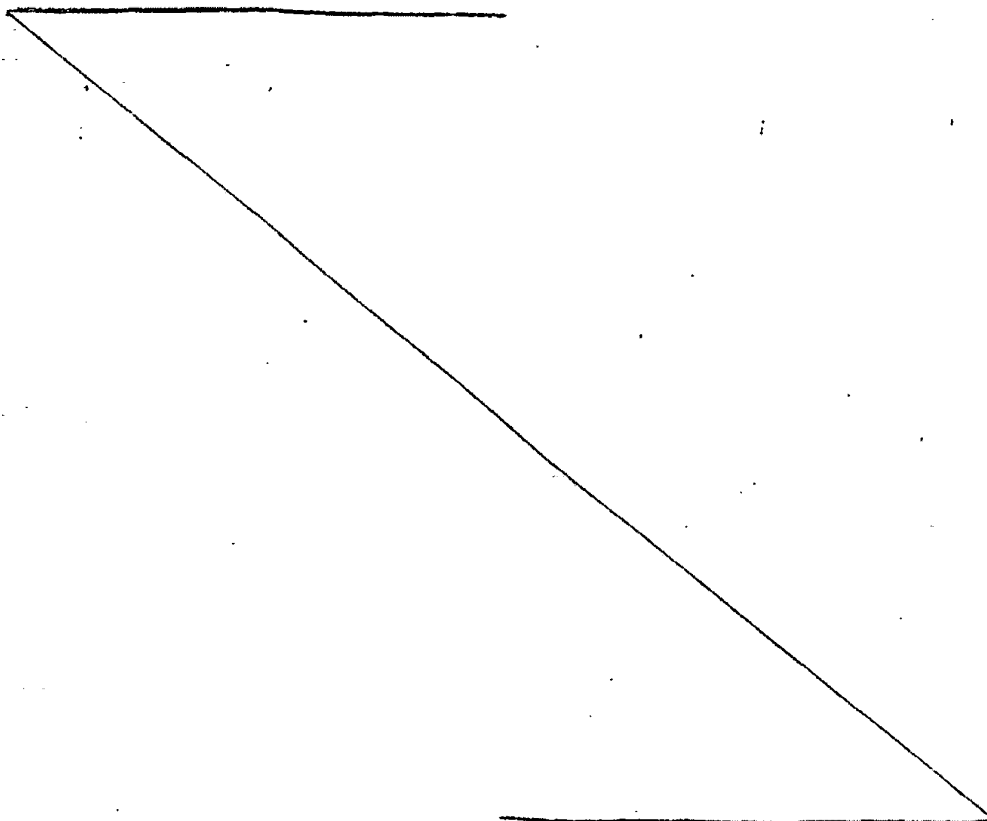


TABLA III

Propiedades en estado soldado

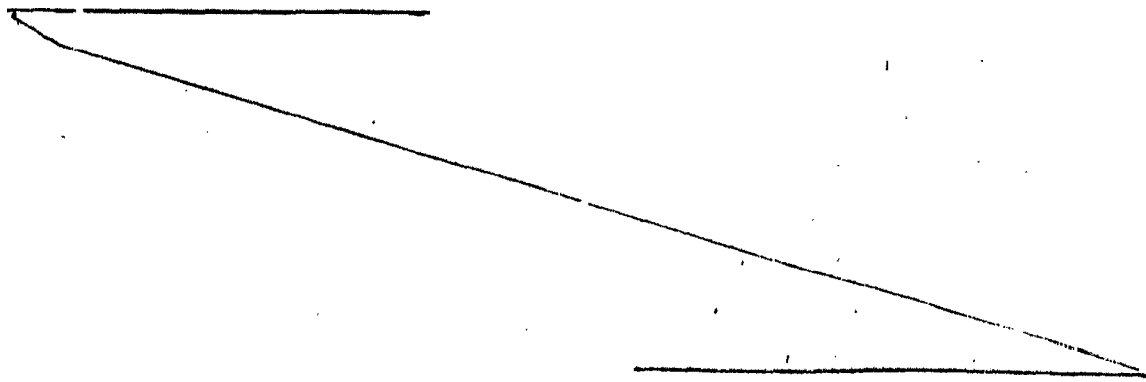
Clave de la muestra	Ensayo de flexión en 180° paralelo a la soldadura				Ensayo de la copa Olsen Altura - mm			
	Raíz en tensión 3,04 mm diám.		Cara en tensión 3,04 mm diám.		Raíz en tensión		Cara en tensión	
	P	F	P	F	P	F	P	F
15	P,F	P,F	P,P	P,P	7,87	7,37	8,64	9,14
41 [®]	P,P	P,P	F,F	F,F	7,62	7,62	7,62	7,75
42 [®]	P,P	P,P	P,P	F,F	5,71	10,16	8,89	8,64
43 [®]	P,P	P,P	P,P	P,F	9,40	9,40	8,89	9,91
61 [®]	P,P	P,P	P,P	P,P	10,29	9,91	9,65	10,16
62 [®]	P,P	P,P	P,P	P,P	9,65	8,00	9,40	7,87
85	-	P,P	-	P,P	1,65	-	-	-
86 [®]	-	P,P	-	P,P	9,14	-	-	-

P = Pasa

F = Falla

® Aceros de la invención

Ensayos duplicados en cada condición.



Se llevaron a cabo ensayos de resistencia a la oxidación sobre las muestras de la Tabla I en el estado de laminación en frío, recocido y decapado, tanto sobre muestras revestidas como sin revestir. Para las muestras revestidas, se aplicó un revestimiento de aluminio puro mediante inmersión en caliente utilizando un fundente de fluoruro de zirconio y/o titanio, como se describe en las Patentes USA números 2.686.354 y 2.686.355, concedidas el 17 de agosto de 1954 a H. Lundin. El peso de revestimiento era de aproximadamente 0,064 g/cm² de lámina (peso de revestimiento total sobre ambas superficies). Con fines comparativos, se efectuaron también ensayos de oxidación sobre acero al carbono pleno revestido con aluminio puro y con aleación de aluminio conteniendo hasta 10 % de silicio, acero inoxidable Arco del tipo 409 sin revestir, y una aleación comercial sin revestir conteniendo 5 % de cromo, 0,5 % de molibdeno, 0,06 % de carbono, 0,35 % de silicio, 0,4 % de manganeso, aluminio y níquel residuales y el resto prácticamente hierro. Los ensayos iniciales comprendían 100 horas en aire a 871°C y 926,5°C respectivamente. Estos ensayos se indican en la siguiente Tabla IV.

Puesto que los ensayos en aire en calma no son necesariamente definitivos, se sometieron otras muestras de materiales revestidos y sin revestir a un ensayo cíclico, empleando un ciclo de 25 minutos dentro del horno y de 5 minutos fuera del mismo, durante un total de 130-135 ciclos. Estos resultados se ofrecen en la siguiente Tabla V.

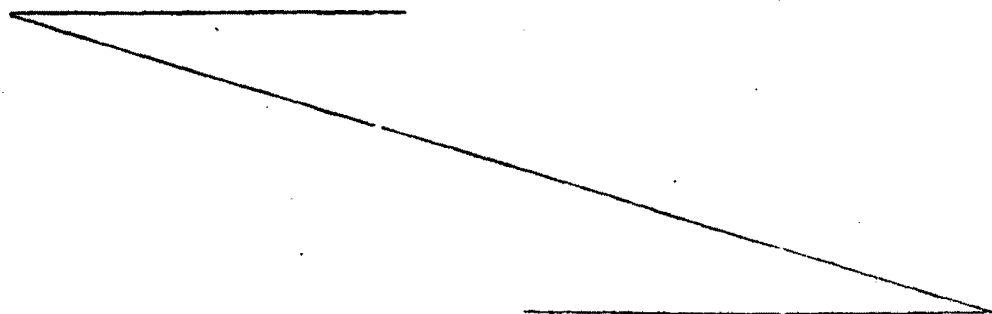


TABLA IV

Ensayos de oxidación

100 horas en aire tranquilo

<u>Clave de la muestra</u>	<u>8712C Incremento de peso mg/cm²</u>	<u>926,52C Incremento₂ de peso mg/cm²</u>
Acero al carbono revestido con Al	3,41	7,44
Acero al carbono revestido con Al $\frac{1}{2}$ 10 % Si	4,10	16,28
Acero inoxidable tipo 409 sin re- vestir.	54,87	55,34
5% Cr+0,5% Mo sin revestir	-11,5 pérdida del cascari- llado	63,24
15 sin revestir	110,98	320,85
41 sin revestir [✱]	1,18	2,19
42 sin revestir [✱]	1,40	1,75
43 sin revestir [✱]	0,64	1,21
61 sin revestir [✱]	1,98	2,20
62 sin revestir [✱]	0,98	2,99
85 sin revestir	2,81	3,88
86 sin revestir [✱]	0,33	0,60
15 revestido con Al	2,45	4,68
41 revestido con Al [✱]	1,94	1,72
42 revestido con Al [✱]	2,51	1,55
43 revestido con Al [✱]	2,11	1,55
61 revestido con Al [✱]	2,29	2,11
62 revestido con Al [✱]	2,57	1,52
86 revestido con Al [✱]	0,95	0,96

✱ - Aceros de la invención.

TABLA V

Ensayos de oxidación

Ciclo 25/5

	<u>Clave de la muestra</u>	<u>Condiciones</u>	<u>Incremento de peso mg/cm²</u>
5	Tipo 409 inoxidable	135 ciclos - 816°C	18,29
	15 sin revestir	135 ciclos - 816°C	103,23
	41 sin revestir [■]	135 ciclos - 816°C	48,83
	42 sin revestir [■]	135 ciclos - 816°C	41,85
	43 sin revestir [■]	135 ciclos - 816°C	38,75
10	61 sin revestir [■]	135 ciclos - 816°C	59,21
	62 sin revestir [■]	135 ciclos - 816°C	58,28
	85 sin revestir	132 ciclos - 816°C	30,69
	86 sin revestir [■]	132 ciclos - 816°C	18,14
	15 revestido con Al	135 ciclos - 816°C	5,77
15	41 revestido con Al [■]	135 ciclos - 816°C	2,70
	42 revestido con Al [■]	135 ciclos - 816°C	2,33
	43 revestido con Al [■]	135 ciclos - 816°C	1,91
	61 revestido con Al [■]	135 ciclos - 816°C	2,22
	62 revestido con Al [■]	135 ciclos - 816°C	2,82
20	86 revestido con Al [■]	130 ciclos - 871°C	1,58

■ - Aceros de la invención.

25 Los ensayos de oxidación indican que todos los aceros de la presente invención exhiben buenas resistencias al descascarillado tanto en los ensayos con aire en calma como en los ensayos cíclicos, sin revestimientos. Con los revestimientos de aluminio, los aceros de la invención son superiores a los aceros Armco Tipo 409 sin revestir. Debe observarse, además,

- que los ensayos con aire en calma sobre un metal o sustrato a base de acero al carbono pleno, revestido con aluminio y aleación de aluminio, demuestran que este material es completamente inaceptable para la resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas del orden de 815,5-926,5°C, debido a la formación de ampollas y pandeo. La resistencia a la oxidación óptima se consigue en un acero de la invención conteniendo aproximadamente 2 % de cromo, 2 % de aluminio, 1 % de silicio y 0,5 % de titanio (siendo el contenido en titanio de unas 8 veces el de carbono). La clave de muestra 86, que tiene este análisis aproximado, era superior a otras muestras en estado revestido, a pesar del hecho de que se sometió a temperaturas de ensayo cíclico de 55,5°C más elevadas que las temperaturas aplicadas a los otros materiales ensayados. En estado sin revestir, era por lo menos equivalente al acero inoxidable de Tipo 409, sin revestir, y superior a las otras muestras sin revestir.

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

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la obtención de artículos de aluminio o artículos revestidos de aluminio, con buena resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas, buena resistencia al ataque de productos de combustión de hidrocarburos a temperaturas elevadas, y elevada resistencia, caracterizado porque comprende las etapas de fundir un acero que contiene de 0,01 a 0,13 % en peso de carbono, de 0,5 a 3 % en

- peso de cromo, de 0,8 a 3 % en peso de aluminio, de 0,4 a 1,5 % en peso de silicio, de 0,1 a 0,6 % en peso de manganeso, y el resto de hierro excepto impurezas incidentales; añadir de 0,1 a 1 % en peso de titanio, siendo la cantidad
5. de titanio por lo menos la suficiente para combinar, por reacción química, con todo el carbono que esté presente en el acero y formar carburo de titanio; moldear dicho acero; laminar en caliente el producto moldeado, hasta un espesor intermedio; laminar en frío el producto hasta el espesor final deseado; someter el producto de la etapa anterior a recocido continuo a una temperatura de aproximadamente 870°C; pasar la tira, laminada en frío, a través de un baño de aluminio, o aleación de aluminio, fundido, que contiene hasta un 10 % en peso de silicio; retirar la tira del baño anterior y solidificar el revestimiento sobre la tira; y conformar la tira en artículos determinados por operaciones de doblado, estampado y/o soldadura.
- 10.
- 15.
20. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se añade el titanio en una cantidad de por lo menos 8 veces el contenido de carbono.
25. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el acero incluye un máximo de aproximadamente 0,05 % en peso de molibdeno, un máximo de aproximadamente 0,05 % en peso de vanadio, y menos de aproximadamente 0,02 % en peso de cobre.
30. 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el titanio se sustituye, por lo menos parcialmente, por 0,1 - 1,5 % en peso de columbio, zirconio, o mezclas de éstos, siendo la cantidad por lo menos suficiente para combinar con todo el carbono para formar carburos

de columbio y/o zirconio.

5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque comprende un revestimiento de aproximadamente $0,0152 \text{ g/cm}^2$.

5.

6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el acero fundido contiene, preferentemente, de 0,04 a 0,06 % en peso de carbono; de 1,7 a 2,1 % en peso de cromo; de 1,7 a 2,0 % en peso de aluminio; de 0,6 a 0,9 % en peso de silicio; de 0,2 a 0,4 % en peso de manganeso; y el resto hierro excepto impurezas incidentales; y porque se añade de 0,1 a 0,6 % en peso de titanio.

10.

7.- Procedimiento para la obtención de artículos de aluminio o artículos revestidos de aluminio, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

15.

Esta Memoria consta de 18 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 14 JUN 1976

ARMCO STEEL CORPORATION.-

L. GOMEZ ACEBO Y RIVERA
S. A. Filiales de la Grupa Española

