

77-2473

P.- 45.369

FILE 505 SPAIN

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE <u>B-23</u>
SUBCLASE <u>K</u>



-7 AGO

Memoria descriptiva

382546

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de TELEDYNE, INC.

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 1901 Avenue of the Stars, Los Angeles, California, Estados Unidos de América

por: "UN METODO DE PRODUCIR UN ELECTRODO FERROSO CON POCO HIDROGENO PARA SOLDADURA AL ARCO".
(Clase Internacional B23k)

4.8.70

7 AGO



5 La presente invención se refiere a un método de producir electrodos ferrosos con poco hidrógeno, para soldadura al arco cubierto; más en particular, se refiere a la producción de depósitos de soldadura mediante electrodos - perfeccionados de cal-fluoruro, con revestimientos del tipo conocido como "con poco hidrógeno", y clasificados por la American Welding Society en las clases E-XX15, E-XX18 y E-XX28, que son especialmente adecuadas para producir metal de soldadura de acero no austenítico que tiene una tenacidad perfeccionada de forma sin precedentes, según se mide por el ensayo de impacto Charpy con muesca en V, son sacrificar - otras características tales como aptitud del electrodo para soldar o resistencia del depósito, ductilidad y resistencia al agrietamiento.

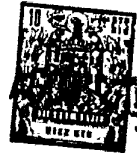
15 En la producción de depósitos de soldadura mediante electrodos de cal-fluoruro con poco hidrógeno, los que han trabajado antes han desarrollado muchos conceptos que se emplean generalmente en tales electrodos en toda la industria de la soldadura. Aunque la presente invención enseña importantes nuevos avances en la técnica, no evita la necesidad de continuar con estos bien establecidos principios, para producir electrodos de soldadura satisfactorios. Dado que el conocimiento de la técnica anterior es pertinente para un claro entendimiento de la invención, - parte de ella es revisada aquí, primordialmente respecto a la consecución de tenacidad de los depósitos o resistencia al impacto. Además, dado que la composición química de la escoria de soldadura resultante, producida por el presente electrodo de cal-fluoruro, está relacionada de forma importante con la descripción de la invención, se presentan algunos aspectos del estado actual de la técnica



respecto al revestimiento de electrodos de cal-fluoruro y a la terminología de la escoria de soldadura.

5 Como lo indica el término "electrodo de cal-fluoruro con poco hidrógeno", comúnmente usado, los revestimientos de tales electrodos tienen un contenido de humedad muy bajo, y contienen como ingredientes funcionales principales carbonato alcalinotérreo, usualmente carbonato cálcico, y fluoruro metálico, usualmente fluoruro cálcico. Por manipulación con estos y otros ingredientes de
10 revestimiento, incluyendo formadores y modificadores de escoria tales como silicatos y óxidos, polvo de metal desoxidante tal como silicio, manganeso, aluminio, etc., - polvo de metal de aleación y material aglutinante inorgánico, los formuladores de revestimientos han sido capaces de obtener electrodos que producen composiciones de escoria de soldadura que tiene el punto de fusión, viscosidad, comportamiento de humedecimiento, atractivo para el operario, etc., apropiados. Típicamente, tales electrodos de
15 cal-fluoruro con poco hidrógeno producen escorias de soldadura que contienen no menos de 20% de fluoruro, siendo corriente aproximadamente de 30 a 60% de fluoruro. El CO₂ gaseoso protector adecuado, para proteger el arco del nitrógeno del aire, es suministrado por descomposición -
20 térmica del carbonato del revestimiento, durante la soldadura. Además de suministrar CO₂, el carbonato suministra óxido a la escoria. Se tiene cuidado de elegir ingredientes no higroscópicos de bajo contenido de agua, para el revestimiento; una temperatura de cocción final alta asegura un revestimiento con bajo contenido total de humedad.
25
30

382546



7

Los electrodos de cal-fluoruro con poco hidrógeno que han tenido éxito comercial, productores de depósitos de soldadura de acero no austenítico, están cubiertos por las tres clases de AWS (American Welding Society) E-XX15, E-XX18 y E-XX28. De estas tres clases, la E-XX15 puede considerarse como la base, representando las otras dos, de hecho, una transferencia progresiva de metal desde el núcleo a la cubierta. En la tabulación siguiente se relacionan los componentes funcionales contenidos en los electrodos de cal-fluoruro con poco hidrógeno, de las tres clases AWS, y los límites normales de cada componente, expresados en tanto por ciento en peso del electrodo, en electrodos acabados con cocción, de cada clase.

382546

Clase AWS	Núcleo, %	Polvo de metal de aleación, %	Polvo de metal de oxidante, %	Fluoruro metálico, %	Carbonato alcalino-térreo, %	Formador y modificador de escoria, %	Aglutinante inorgánico, %
E-XX15	70-80	0-5	2-7	4-15	5-15	0-10	0,5-8
E-XX18	55-72	5-15	"	"	"	"	"
E-XX28	45-55	20-30	"	"	"	"	"

38254



38254



La E-XX18, que es la clase más popular, es usada para ilustrar la invención, aunque la invención no se limita a esa clase. En virtud del hecho de que los electrodos muy perfeccionados de la presente invención son del tipo de cal-fluoruro con poco hidrógeno, también contienen los componentes funcionales necesarios antes descritos, comunes a todos los electrodos de este tipo.

El nivel de desoxidación de metal de soldadura, de los electrodos de cal-fluoruro no austeníticos, medido primordialmente por el nivel de silicio recuperado en el depósito, es ajustado habitualmente por adiciones de polvo de metal desoxidante al revestimiento, para proporcionar un buen equilibrio entre la sanidad y las propiedades mecánicas en el metal de soldadura. Un depósito de silicio menor de aproximadamente 0,25% es usualmente perjudicial para tanto la resistencia al impacto como la operación de soldar. El nivel óptimo de silicio es usualmente de aproximadamente 0,3 a 0,5%, dependiendo algo de la composición global del depósito; a medida que el depósito de silicio aumenta por encima de 0,5%, la operación de soldar usualmente permanece buena, o incluso puede mejorar, pero generalmente se deteriora la resistencia al impacto del depósito. Los metales desoxidantes del revestimiento o núcleo reaccionan con el dióxido de carbono disponible a partir del carbonato del revestimiento, o con oxígeno del aire, produciendo óxidos que van a la escoria. Los desoxidantes fuertes, por ejemplo aluminio, titanio, circonio y los metales tierras raras, son oxidados casi completamente, a no ser que estén presentes en cantidades grandes; bajo condiciones favorables, pequeñas proporcio-



nes de ellos van al metal de soldadura. Los desoxidantes más débiles, tales como silicio y manganeso, tienden a ir más equitativamente a la escoria como óxidos y al metal - de soldadura como elementos de aleación.

5 La composición de escoria producida por un electrodo de soldadura al arco cubierto es producto de las - reacciones que tienen lugar entre el núcleo metálico, materiales de revestimiento fundentes y atmósfera del arco durante la soldadura. Ciertas escorias de soldadura son -
10 descritas como "ácidas", mientras que otras escorias, tales como las producidas por electrodos de soldadura de - cal-fluoruro, son denominadas "básicas". Dependiendo de la fuente, el impreciso término "básico" significa que la relación, expresada en tanto por ciento o en moles, entre
15 el contenido de óxido en la escoria, de metales considerados básicos y de metales considerados ácidos, es mayor que 1. En este trabajo se definen el litio, sodio, potasio, cesio, magnesio, calcio, estroncio y bario como metales básicos, y el silicio y aluminio como metales ácidos.
20 Otros óxidos comúnmente empleados, tales como el óxido de titanio, y sales tales como los fluoruros, son considerados neutros en cuanto a su efecto sobre la basicidad de la escoria, que se define aquí como la relación - entre moles de óxido de metal básico y moles de óxido de metal ácido presentes en la escoria. Usando estas definiciones,
25 los electrodos de cal-fluoruro de la técnica anterior que han tenido éxito han producido escorias que - tenían basicidades comprendidas entre aproximadamente 1,2 y aproximadamente 1,9.

30 La basicidad de una composición de escoria de



soldadura de cal-fluoruro con poco hidrógeno puede ser -
determinada directamente por su composición química, o es
posible aproximarse mucho a ella por un "cálculo de la -
basicidad de la escoria". Este último método requiere un
5 conocimiento de tanto las composiciones del depósito de
soldadura y núcleo metálico del electrodo y materiales -
fundentes, como de la forma en que se comportan en el pro-
cedimiento de soldar; la mejor forma de describirlo es -
efectuar uno de tales cálculos de basicidad para un elec-
10 trodo cubierto con poco hidrógeno, tipo E-7018 de AWS, -
típico de la técnica anterior. En este ejemplo, un alam-
bre de núcleo de acero al carbono, de 4 mm. de diámetro,
fue revestido por extrusión con una mezcla de revestimien-
to que comprende los ingredientes y las cantidades que se
15 muestran en la tabla 1. El electrodo acabado contenía apro-
ximadamente 35% de cubierta y aproximadamente 65% de nú-
cleo, en peso. Por la química del depósito y la química
del alambre de núcleo puede determinarse qué metal fue -
oxidado y cuál fue recuperado; sabiendo esto, y las com-
20 posiciones y pesos de los ingredientes del revestimiento,
y despreciando las pequeñas pérdidas en los humos, las -
cantidades de óxidos de metales ácidos y básicos en la -
composición de la escoria, que sean de especial interés,
pueden ser calculadas, como se muestra en la tabla 1. Los
25 moles totales de óxidos de metales básicos y ácidos son
0,285 y 0,206, respectivamente, para este ejemplo, y lue-
go se usan para calcular la relación molar base/ácido, o
basicidad de la escoria, que es 1,38.

382546

382546



TABLA 1

Cálculo de la basicidad de un electrodo típico 7018, de 4 mm, con poco hidrógeno

Ingrediente de revestimiento	Peso de ingrediente de revestimiento, g.	Contribución de óxido ácido y básico a la escoria, en gramos				
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
Titanato potásico	6,7	0,07	0,07	1,27	0,07	0,07
Fluoruro cálcico	24,3	0,74				
Ferrosilicio - Si al depósito	1,5					
Ferrosilicio - Si oxidado	1,5	1,56				
Ferromanganeso	5,5	0,10				
Ferrotitanio	2,34	0,67	0,15			
Alúmina	1,14		1,14			
Carbonato cálcico	19,6	0,35		10,85		
Polvo de hierro	33,5					
Bicarbonato sódico	0,2					0,07
Wollastonita	<u>3,72</u>	1,91		1,76		
Total materiales secos	100,00					
Silicato alcalino mixto aglutinante	21cc	6,14			1,81	1,47
Total óxidos		11,54	1,36	12,61	3,08	1,61
Moles		0,193	0,013	0,226	0,033	0,026
Efecto		ácido	ácido	base	base	base
Base total en moles =		0,285				1,38
Acido total en moles =		0,206				

382546



Como se ha indicado anteriormente, los electrodos de cal-fluoruro con poco hidrógeno de la técnica anterior que han tenido éxito han producido basicidades de escoria comprendidas entre aproximadamente 1,2 y aproximadamente 1,9. Este intervalo de valores ha sido promovido por varios factores. El silicato aglutinante aporta una cantidad apreciable de sílice, y la desoxidación usual con ferrosilicio, que es eficaz, barata y conveniente, aporta más. La cantidad de los óxidos alcalinos Na_2O y K_2O está limitada, en parte debido a su efecto sobre la operación y en parte debido a que es difícil obtener materiales ricos en estos óxidos y que pese a ello tengan poco contenido de agua y poca tendencia a rehidratarse. El carbonato cálcico puede ser aumentado, pero la mayor cantidad de dióxido de carbono así generada requiere un correspondiente aumento de la desoxidación, usualmente por aumento de ferrosilicio, que aporta más óxido ácido a la escoria. A veces se puede usar aluminio para la desoxidación, pero su óxido residual también es ácido en la escoria. Así, puede verse que los electrodos de cal-fluoruro con poco hidrógeno, de la técnica anterior, han visto sus basicidades de escoria disminuidas por las prácticas usuales en los campos de aglutinación y desoxidación; en los pocos casos en que se ha aumentado la basicidad, los beneficios potenciales a los depósitos de soldadura producidos han sido en gran parte anulados por el uso immoderado de titanio.

Como modificadores para controlar y ajustar las propiedades de las escorias de soldadura de cal-fluoruro, se han empleado comúnmente los óxidos de aluminio, titanio

382546

POOR QUALITY



y circonio. Pueden ser introducidos en la masa fundida de escoria mediante el electrodo, ya sea como óxidos o en formas equivalentes, por ejemplo asociados con otro óxido, como está el óxido de titanio en el titanato potásico.

5 Obsérvese el ejemplo de la tabla 1. Los intervalos típicos para estos modificadores han sido hasta 8% de alúmina, hasta 12% de óxido de circonio y hasta 15% de óxido de titanio, basado en el peso de la escoria. Si se introducen en alguna forma metálica con fines de desoxidación,
10 una vez que los metales han cumplido su misión aparecen sus óxidos residuales en la escoria, donde ejercen sus efectos usuales.

Los efectos de los metales aluminio, titanio y circonio sobre las propiedades mecánicas del depósito de soldadura han sido asociados en el pasado con la desoxidación, desnitrificación, y con pequeñas concentraciones de aleación, particularmente de titanio, recuperadas en el depósito. Cuando una composición de electrodo de cal-fluoruro proporciona la fijación del uso de estos metales
15 desoxidantes fuertes, la eficacia de la recuperación varía con la posición en el electrodo, siendo una posición en el revestimiento menos eficaz que una en el núcleo, - que está más protegido durante la transferencia al arco.
20

Desde hace algún tiempo ha sido evidente que
25 todas las composiciones de electrodo cubierto de cal-fluoruro con poco hidrógeno, de la técnica anterior, aunque incorporasen las más hábiles combinaciones de desoxidantes, han quedado virtualmente atascados en su avance hacia nuevos perfeccionamientos significativos en cuanto a
30 la resistencia al impacto de metales de soldadura de acero



no austenítico; además, los mejores depósitos de soldadura producidos con electrodos de la técnica anterior de este tipo han sido a menudo inadecuados, o marginalmente - aceptables, en cuanto a resistencia al impacto, y por tanto han estado restringidos a las aplicaciones menos críticas. Algunos depósitos, tales como los tipos con 2,5% y 3,5% de níquel, son a menudo marginales en cuanto a tenacidad a -101°C , cuando son producidos por soldadura en sentido descendente, y no son aceptables cuando son producidos por soldadura vertical; los materiales de chapa comparables son satisfactorios a -101°C . No se ha dispuesto de electrodos cubiertos ferríticos con 9% de níquel - que produzcan depósitos que igualen a la chapa con 9% de níquel en cuanto a tenacidad a -196°C . Los depósitos de soldadura de mayor resistencia, tales como los producidos con los mejores electrodos E-14018 de que se dispone ahora para uso con aceros forjados tenaces que tengan un límite elástico mínimo de 92 Kg/mm^2 , han sido marginales en cuanto a tenacidad. La tenacidad de los depósitos de baja aleación con Cr-Mo, por ejemplo aquellos procedentes de electrodos AWS E-9018B3, debe ser mejor para hacer mínimos los riesgos de rotura por fragilidad. A menudo no se dispone de depósitos que puedan ser tratados térmicamente o de los que se puedan eliminar tensiones, con tanto resistencia como tenacidad a los niveles deseados.

En vista de la situación antes descrita, puede verse que ha habido una necesidad clara y acuciante de disponer de electrodos cubiertos que puedan producir metal de soldadura de acero no austenítico, con tenacidad superior, sin sacrificar la aptitud para soldadura, resis

382546



tencia, ductilidad, resistencia al agrietamiento u otras propiedades deseables.

5 Se ha hallado que se pueden producir depósitos de soldadura de acero no austenítico perfeccionado, con tenacidad superior, con electrodos cubiertos de cal-fluoruro con poco hidrógeno, combinando prácticas adecuadas de desoxidación con nuevas ideas sobre composición de la escoria de soldadura que son inherentemente favorables para una mayor resistencia al impacto. Se pueden obtener
10 beneficios adicionales empleando titanio en diversas formas, en el electrodo, según las presentes directrices.

Se proporciona un electrodo de soldadura al arco, ferroso, con poco hidrógeno, cubierto, de la clase en que un núcleo conductor de la corriente es cubierto con
15 un revestimiento de cal-fluoruro, conteniendo el electrodo, en peso, de aproximadamente 45% a aproximadamente 80% de núcleo y de aproximadamente 20% a aproximadamente 55% de revestimiento, conteniendo el revestimiento, en peso basado en el electrodo, de 0 a aproximadamente 30% de pol
20 vo de metal de aleación, de aproximadamente 2% a aproximadamente 7% de polvo de metal desoxidante, de aproximadamente 4% a aproximadamente 15% de fluoruro metálico, - de aproximadamente 5% a aproximadamente 15% de carbonato alcalinotérreo, de 0 a aproximadamente 10% de formador y
25 modificador de escoria, y de aproximadamente 0,5% a aproximadamente 8% de material aglutinante inorgánico, produciendo el electrodo un depósito de metal de soldadura de acero no austenítico caracterizado por una tenacidad superior en el ensayo de impacto Charpy con muesca en V,
30 conteniendo el electrodo componentes básicos elegidos de

382546

7 A



entre las formas metálica y de óxido de metales básicos del grupo que consta de litio, sodio, potasio, cesio, magnesio, calcio, estroncio y bario, y componentes ácidos - elegidos de entre las formas metálica y de óxido de metales ácidos del grupo que consta de aluminio y silicio, - estando proporcionados dichos componentes básicos y componentes ácidos de manera que cuando todos los componentes sean fundidos juntos, bajo la influencia de un arco eléctrico de soldadura, el electrodo produzca una escoria de soldadura cuya basicidad, o relación molar entre óxido de metal básico y óxido de metal ácido, sea al menos 2,2, y preferiblemente al menos 3, estando restringido el electrodo, en cuanto a fuentes de formas metálica y de óxido de titanio, de tal manera que cuando todos los componentes sean fundidos juntos bajo la influencia de un arco eléctrico de soldadura, el electrodo produzca un depósito de metal de soldadura que contenga menos de 0,07% de titanio, y preferiblemente menos de 0,045% de titanio.

También se proporciona un método para producir un depósito de soldadura de acero no austenítico, perfeccionado, caracterizado por una tenacidad superior en el ensayo de impacto Charpy con muesca en V, por fusión de un electrodo de soldadura al arco, ferroso, con poco hidrógeno, cubierto, consistente en un núcleo conductor de la corriente y un revestimiento de cal-fluoruro, el cual método consiste en proporcionar los componentes del núcleo y del revestimiento que contienen formas metálica y de óxido de los metales básicos litio, sodio, potasio, cesio, magnesio, calcio, estroncio y bario, y de los metales ácidos aluminio y silicio, de manera que cuando to-



5 dos los componentes sean fundidos juntos bajo la influencia de un arco eléctrico de soldadura, produzcan un depósito de metal de soldadura y una escoria de soldadura con una basicidad, o relación molar entre óxido de metal básico y óxido de metal ácido, de al menos 2,2, y preferiblemente al menos 3, y restringir las fuentes de las formas metálica y de óxido de titanio en el electrodo, de manera que el depósito de metal de soldadura contenga menos de 0,07% de titanio, y preferiblemente menos de 0,045% de titanio.

10 Se proporciona además, en realizaciones preferidas de la invención, la promoción de una alta basicidad de la escoria, suministrando parte de o toda la requerida desoxidación del electrodo mediante magnesio en forma metálica.

15 Se proporcionan además, en otras realizaciones preferidas de la invención, unos límites, descritos más adelante, a la presencia de titanio, como óxido y como titanio metálico, en los electrodos de cal-fluoruro perfeccionados de la invención, para controlar y hacer máxima la tenacidad del depósito de soldadura.

20 Se proporciona además, en otras realizaciones de la invención, el que el núcleo del electrodo, conductor de la corriente, pueda ser de acero al carbono comercial.

25 El presente electrodo perfeccionado produce unos depósitos de soldadura sin precedentes en cuanto a la tenacidad, mayor que la que ha estado disponible hasta ahora con los mejores electrodos cubiertos de cal-fluoruro con poco hidrógeno. El grado de perfeccionamiento depende

7 AGO



5 del sistema de aleación usado, presentando algunos sistemas de aleación un perfeccionamiento mucho mayor que el de otros, como lo demostrarán los ejemplos. Con un sistema de aleación dado, las ventajas se obtienen en menor -
10 grado a medida que hay aproximación hacia los límites exteriores de la invención. El grado máximo típico de perfeccionamiento varía en general desde aproximadamente 30% hasta varios cientos por ciento. Se ha considerado hasta ahora que los electrodos cubiertos tenían menor potencial
15 que los procedimientos de soldadura al arco metálico en atmósfera gaseosa o al arco de wolframio en atmósfera gaseosa, basándose en la tenacidad del depósito que podía ser obtenida. El mayor perfeccionamiento obtenido con la invención en la tenacidad del depósito, junto con la disponibilidad de soldadores hábiles en el procedimiento del arco protegido, y la facilidad general de uso, confianza que inspiran y bajo coste de los electrodos cubiertos, -
20 hace de tales electrodos los principales competidores para las aplicaciones de alta calidad en que han estado rezagados o están siendo desfasados.

25 Otros detalles, objetos y ventajas de la invención serán evidentes al continuar con la siguiente descripción de ciertas realizaciones de la misma actualmente preferidas y ciertos métodos actualmente preferidos para llevarla a la práctica.

Ejemplo 1

30 Se preparó un electrodo tipo AWS E-11018 a partir de la siguiente composición fundente, que fué aplicada a un alambre de núcleo conductor de acero al carbono C-1008, de calidad comercial normal, de 4 mm. de diámetro

21.7.70

382546



tro, y cocida luego hasta bajo contenido de agua. La cubierta constituía aproximadamente 35% del peso del electrodo, y contenía la aleación suficiente para cumplir los requisitos de resistencia del depósito E-11018.

5 Ingredientes secos

	Carbonato cálcico	20,0 gramos
	Fluoruro cálcico	43,3 "
	Magnesio metal	2,7 "
	Ferrosilicio al 50%	5,0 "
10	Ferrotitanio al 40%	0,13 "
	Níquel	4,37 "
	Ferromolibdeno al 65%	1,5 "
	Polvo de hierro	19,3 "
	Manganeso metal	<u>3,7 "</u>
15	Total ingredientes secos	100,0 gramos

Ingredientes húmedos (aglutinante)

	Agua	11,90 gramos
20	Coadyuvante orgánico de extrusión	1,52 "
	Hidróxido potásico	0,67 "
	Aluminato sódico (40% de óxido sódico, 31% de óxido de aluminio, 23% de agua)	<u>1,91 "</u>
25	Total ingredientes húmedos	16,00 gramos

Un cálculo similar al que se muestra en la tabla 1 muestra que este electrodo produce una escoria de soldadura con una basicidad de 4,42, alta sin precedentes; las propiedades de impacto muy perfeccionadas del metal que deposita se muestran en la tabla 2, donde son compa-

30



comercial normal, y no se requiere el uso de alambres de alta pureza, caros.

Ejemplo 2

5 Se preparó un segundo electrodo de la invención, usando la siguiente composición fundente, que fué aplicada a un alambre de núcleo de acero al carbono C-1008, de 4 mm. de diámetro, de calidad comercial normal, y fué cocida luego hasta bajo contenido de agua. El revestimiento constituía aproximadamente 35% del peso del electrodo, y contenía la aleación suficiente para producir un depósito del tipo de baja aleación, con 3,5% de níquel.

	Ingredientes secos		
	Titanato potásico	4,1	gramos
	Carbonato de estroncio	14,7	"
15	Carbonato cálcico	20,3	"
	Fluoruro cálcico	24,3	"
	Magnesio metal	2,0	"
	Ferrosilicio al 50%	5,7	"
	Níquel	7,6	"
20	Manganeso	0,7	"
	Hierro	20,6	"
	Total ingredientes secos	100,0	Gramos

Ingredientes húmedos (aglutinante):

12,0 cc de un silicato alcalino mixto que contiene:

25	Dióxido de silicio	5,30	gramos
	Oxido sódico	1,24	"
	Oxido potásico	1,33	"

El cálculo, para este electrodo, muestra una basicidad de la escoria de soldadura igual a 2,59.

30 En la tabla 3 se relacionan datos comparativos



sobre el depósito de este nuevo electrodo de 3,5% de níquel, y el de un electrodo representativo de la técnica anterior.

5

TABLA 3

	<u>Técnica anterior</u>	<u>Ejemplo 2</u>
Basicidad de la escoria del electrodo	1,48	2,59
Dureza, escala Rockwell "C"	21	20
10 Charpy con muesca en V, kgm		
Temperatura ambiente	20,3	22,3
-73°C	7,5	14,0
- 101°C	3,0	5,3
15 Composición del depósito, %		
Carbono	0,059	0,073
Manganeso	0,67	0,66
Silicio	0,33	0,41
Níquel	2,98	3,0d
20 Titanio	<0,045d	<0,045d

d - derivado de curvas de recuperación de aleación.

El ejemplo 2 muestra un claro perfeccionamiento de la tenacidad del depósito, respecto a la técnica anterior, especialmente a bajas temperaturas, pese a solo una modesta elevación de la basicidad de la escoria, hasta 2,59.

25

Como es ilustrado por los ejemplos 1 y 2, respectivamente, los electrodos perfeccionados de la invención pueden tener un revestimiento aglutinado con un aluminato alcalino o un silicato alcalino. Ambos ejemplos -

30



7 A

1 y 2 ilustran también realizaciones de la invención que han tenido éxito, en las que se emplea un grupo bien equilibrado de metales desoxidantes, uno de los cuales, el magnesio metálico, es un desoxidante conveniente y práctico cuyo residuo de óxido sirve de forma importante para aumentar la basicidad de la escoria de soldadura. En el revestimiento del ejemplo 2, si los 2 g. de magnesio metálico fueran reemplazados por 2 g. de ferrosilicio al 50%, la relación de basicidad de la escoria se reduciría de 2,59 a 1,70, que no es mayor que la de electrodos típicos de la técnica anterior. En el revestimiento del ejemplo 1, con un aglutinante de aluminato, el efecto es similar. El uso de 2,7 g. de magnesio en vez de 2,7 g. de ferrosilicio al 50%, junto con la sustitución del aglutinante usual de silicato por un aglutinante de aluminato, ha aumentado la basicidad de la escoria desde aproximadamente 1,75 hasta el valor de 4,42 que se muestra. En el ejemplo 1, si no se usase magnesio para llevar una porción sustancial de la carga de desoxidación, es decir, si solo se usara ferrosilicio, la basicidad de la escoria se aproximaría al límite inferior amplio, con mínimo igual a 2,2, pero no sobrepasaría al límite inferior preferido, con mínimo igual a 3, requerido por la invención. Usando magnesio, se sobrepasan fácilmente las basicidades mínimas deseadas.

Ejemplo 3

Se preparó un tercer electrodo de la invención usando un revestimiento similar al del ejemplo 1, pero con mayor nivel de carbonato cálcico y otros pequeños cam

21.7.70

382546



bios. La cubierta constituía aproximadamente el 35% del peso del electrodo, y contenía la aleación suficiente para cumplir los requisitos de resistencia de un depósito de E-14018.

5	Carbonato cálcico	29,9	gramos
	Fluoruro cálcico	29,3	"
	Magnesio metal	3,2	"
	Ferrosilicio al 50%	6,3	"
	Rutilo	1,4	"
10	Níquel	5,4	"
	Ferromolibdeno al 65%	1,8	"
	Ferrocromo al 70%	2,2	"
	Manganeso metal	2,0	"
	Polvo de hierro	15,5	"
15	Oxido de manganeso	2,4	"
	CMC (coadyuvante de extrusión)	<u>6</u>	
	Total materiales secos	100,0	gramos

El aglutinante fué como el del ejemplo 1, pero sin el hidróxido potásico.

20 En la tabla 4 se muestran las propiedades de - impacto, muy perfeccionadas, de este metal de soldadura E-14018, frente a las del metal de soldadura E-14018 típico de la técnica anterior.

382546



-51°C, respectivamente, que los del electrodo poco básico de la técnica anterior.

En ausencia de magnesio metálico, se pueden hacer otras modificaciones al revestimiento de los presentes electrodos, para elevar la basicidad de la escoria. Una de tales modificaciones es el uso de formas estables de óxido de magnesio. Entre otras se pueden incluir la reducción del contenido de sílice aglutinante usando menores cantidades de aglutinante o un aglutinante diluido, mayor aumento del nivel de álcali por uso de hidróxidos, carbonatos o titanatos dentro de límites permisibles, sustitución del silicio por otros desoxidantes tales como calcio, litio (aunque estos dos metales plantean problemas debidos a la reactividad con el aglutinante, como es entendido por los expertos en la técnica), titanio (dentro de las limitaciones impuestas por su efecto sobre las propiedades de impacto) o la familia de metales tierras raras (mischmetal) en magnitud limitada, y otros recursos. Usando combinaciones de estas técnicas, la basicidad de la escoria producida por un electrodo de cal-fluoruro puede ser aumentada por encima del límite amplio de 2,2, hacia áreas más favorables que las que han sido comúnmente usadas hasta ahora en la técnica, teniendo en cuenta que se han de mantener las normas comerciales de tenacidad del revestimiento y funcionamiento del electrodo. El uso de magnesio metálico hace que la consecución de una basicidad favorable de la escoria sea mucho más fácil que con el uso de algunas de las alternativas descritas.

Los investigadores anteriores han reconocido que el uso de los metales titanio, aluminio y circonio,



en alambres para soldadura al arco con protección o inmersión en gas, ha tenido influencia sobre la resistencia al impacto de los metales de soldadura. Sin embargo, se ha hallado que, en los electrodos cubiertos de cal-fluoruro, el titanio es el más efectivo en cuanto a influencia sobre la tenacidad de la soldadura, teniendo el aluminio y el circonio un interés solo secundario, con tal de que se eviten excesos; por ejemplo, se ha hallado que un contenido de aluminio en el depósito de soldadura mayor de aproximadamente 0,03% es perjudicial. Se fijan limitaciones de la cantidad de titanio, en la forma metálica y de óxido, en los electrodos perfeccionados de cal-fluoruro de la invención, dependiendo tales limitaciones de tanto la cantidad de dióxido de carbono desprendido por el revestimiento como la basicidad de la escoria de soldadura producida. En la atmósfera, predominantemente de dióxido de carbono, derivada del contenido de carbonato en el revestimiento del electrodo, sería de esperar que una forma metálica de titanio se oxidase fácilmente, y apenas se recuperase en la soldadura; sería aún menos de esperar la reducción del óxido de titanio. En el campo de la soldadura, los expertos en la técnica anterior han considerado de forma variable que el titanio era ácido anfótero o neutro en la escoria. Si fuese ácido o anfótero, sería de esperar que fuese más fuerte y fácilmente retenido en una escoria muy básica que en una escoria más ácida; así, sería de esperar que la cantidad de titanio en el metal de soldadura en equilibrio con una cantidad dada de dióxido de titanio en la escoria disminuyese a medida que aumentase la basicidad de la escoria (el equilibrio entre



silicio en el metal de soldadura y dióxido de silicio en la escoria se comporta de esta manera). Inesperadamente, se ha hallado que sucede lo contrario, es decir, a medida que aumenta la basicidad de la escoria aumenta la cantidad de titanio recuperado en el metal de soldadura, para una cantidad dada de titanio presente, como metal u óxido, en el electrodo.

Se muestran unos ejemplos de resistencias al impacto perfeccionadas, que se pueden conseguir por uso controlado de titanio en diversas formas comunes, en la tabla 5, que relaciona resultados de ensayo para depósitos de una serie de electrodos del tipo 10018, de 4mm., que producen una basicidad de escoria de aproximadamente 4,5, y hechos aproximadamente como el electrodo del ejemplo 1. Todos los electrodos llevaban las adiciones de aleación requeridas; los ejemplos 5, 6 y 7 incorporan adiciones de cantidades óptimas de titanio en diferentes formas, el revestimiento del ejemplo 4, composición básica de la serie, exenta de titanio. Todos los electrodos fueron sometidos a ensayo bajo condiciones normalizadas, y produjeron depósitos con dureza de aproximadamente 25 Rc, límite elástico de aproximadamente 63 kg/mm^2 y una composición del depósito de aproximadamente 0,07% de carbono, 1,1% de manganeso, 0,4% de silicio, 1,7% de níquel, 0,4% de cromo y 0,3% de molibdeno.

382546

2727

TABLA 5

Ejemplo	4	5	6	7
Descripción	Base, sin titanio en forma elemental	Titanato potásico	Pigmento de TiO ₂	Ferrotitanio al 42%
Gramos añadidos al revestimiento	No hay adición	1,67	1,0	0,12
Titanio disponible, % del peso del electrodo	0	0,26	0,21	0,0176
Titanio en el depósito	nada	0,024	0,02	0,003 ^d
Nº de placas de ensayo experimentadas	3	2	1	2
Absorción media de energía Charpy con muesca en V, kgm:				
Temperatura ambiente	25,0	34,7	31,1	27,3
-73°C	9,7	15,9 +	15,3	14,2
-101°C	3,5	3,3	2,2	5,4

d - derivado de curvas de recuperación de aleación

Nota: el signo + tras alguno de los valores indica que una de las barras ensayadas a esa temperatura sobrepasó la capacidad de 16,4 kgm de la máquina de ensayo de impacto. Dado que en los ensayos de impacto es corriente una amplia dispersión de valores, se usa habitualmente la media de varios ensayos.

7 AGO



382546



Los resultados del ensayo de impacto para el depósito del ejemplo 4, composición base, son muy superiores a los de los depósitos de la técnica anterior con igual nivel de resistencia. La tenacidad de la base puede ser aumentada aún más por niveles óptimos de titanio añadido en diversas formas, como lo muestran los resultados de ensayo de los ejemplos 5, 6 y 7.

Se efectuó una serie similar de ensayos a niveles de basicidad de escoria de aproximadamente 1,79, 2,44 y 3,9, y también a dos niveles de dióxido de carbono para cada basicidad de escoria -suministrado, respectivamente, por 20 y 30 g. de carbonato cálcico por 100 g. de revestimiento. El nivel de desoxidación del metal de soldadura fué mantenido aproximadamente en el punto óptimo, por ligero ajuste del contenido de desoxidante en el electrodo para compensar los cambios del contenido de carbonato, o por adición de titanio metálico; aunque los niveles de resistencia cambiaron algo con pequeñas variaciones de recuperación de carbono y manganeso, aún fué posible organizar los datos de esta serie de ensayos, para hallar en términos amplios las adiciones óptimas de titanio al electrodo, así como el máximo de titanio que podía ser usado con beneficio para los electrodos de la invención.

Organizando y representando los resultados de ensayo con muchos electrodos del tipo E-XX18, se ha hallado que, para administrar con conocimiento de causa las cantidades de titanio suministrado por diversas fuentes del electrodo, es necesario tener en cuenta: (1) la basicidad de la escoria del electrodo, (2) la cantidad de dióxido de carbono generada por el revestimiento, y (3)



-7 A

la localización y forma del titanio presente, siendo el titanio metálico en el núcleo más eficaz que el titanio metálico en el revestimiento fundente, que a su vez es - más eficaz que el titanio en forma de óxido en el fundente.

5

Respecto a los electrodos perfeccionados de la invención que producen escorias básicas, se mostrará ahora: (1) hasta cuánto puede elevarse el titanio antes de que los valores de impacto del depósito vuelvan a caer - desde los valores óptimos hasta valores iguales a los del punto de partida, (2) cómo puede usarse el titanio para producir perfeccionamientos óptimos del impacto, y (3) hasta aproximadamente qué niveles se ha de restringir el titanio del depósito, para mantener los valores de impacto del depósito por encima de los característicos de los depósitos de la técnica anterior. Al exponer las relaciones para control del titanio, se suponen condiciones de soldadura normales, todos los tantos por ciento se expresan en función del peso del electrodo, y se emplean los siguientes términos: "% de titanio en el electrodo, como óxido, presente en el revestimiento"; "% de titanio en el electrodo, como metal, presente en el revestimiento"; y "% de CO_2 en el electrodo, presente en el revestimiento", derivado de carbonato, por ejemplo carbonato cálcico.

10

15

20

25

Como se ha indicado antes, el ensayo de impacto en muchas series de depósitos de electrodos E-XX18, - hechos con los presentes electrodos perfeccionados de cal-fluoruro, ha mostrado que el uso que más éxito tiene de la invención requiere la administración del titanio; por análisis de datos de ensayo, se han determinado en general

30

21.7.70



las limitaciones al uso del titanio. Los datos de la tabla 6, conseguidos construyendo curvas para cada serie de un programa experimental de electrodos, muestra que existe una relación directa entre la basicidad de la escoria y la máxima cantidad de titanio, en forma de óxido o metal, que puede ser añadida beneficiosamente al revestimiento de una composición de base exenta de titanio. Con ayuda gráfica, la tabla 6 fué generalizada hasta obtener la tabla 6-A, que muestra que, respecto al efecto indicado sobre la resistencia al impacto del depósito, 1% de "titanio en el electrodo, como metal, presente en el revestimiento" es aproximadamente 2,6 veces más eficaz que 1% de "titanio en el electrodo, como óxido, presente en el revestimiento". El factor 2,6, aunque solo es aproximadamente correcto en el intervalo de basicidades de escoria empleadas en la práctica de la invención, sirve como factor práctico para combinar en una expresión el efecto del titanio cuando está presente tanto en forma de óxido como metálica. La tabla 7 muestra la relación entre la basicidad de la escoria y el valor máximo de una expresión que tiene en cuenta la presencia de titanio, tanto en forma de óxido como metálica, en el revestimiento. Los electrodos hechos con el máximo contenido permitido producen depósitos que contienen aproximadamente 0,03% de titanio.

5
10
15
20
25

Para los límites del nivel de titanio requerido para producir el perfeccionamiento óptimo de las propiedades de impacto del depósito, a temperaturas de -51 a -101°C, para los electrodos de baja aleación y alta resistencia de las variedades Ni-Cr-Mo, y los grados que -

30

382546



llevan níquel, representados por el tipo 3,5 Ni, es válido un principio diferente.

5 El conjunto de ensayos que produjo los datos de la tabla 6 también produjo los datos de la tabla 8, que relaciona los intervalos óptimos de cantidades de titanio contenido en el fundente, presente en el electrodo, con el "% de CO₂ en el electrodo, presente en el revestimiento", en vez de con la basicidad de la escoria. Como lo muestran las columnas A y B de esta tabla, cuando el titanio en forma de óxido es la única fuente de titanio, el intervalo óptimo para

10 % de titanio en el electrodo, como óxido, presente en el
% de CO₂ en el electrodo, presente en el
revestimiento

15 revestimiento
es de 0,039 a 0,133, y cuando el titanio en forma de metal es la única fuente, el intervalo óptimo para

20 % de titanio en el electrodo, como metal, presente en el
% de CO₂ en el electrodo, presente en el
revestimiento

revestimiento
es de 0,0037 a 0,0116.

25 La comparación de estas dos expresiones muestra que, respecto al perfeccionamiento óptimo de los valores de impacto, el titanio en forma metálica es aproximadamente 11 veces más eficaz que en forma de óxido, cuando uno u otro es añadido mediante el revestimiento. Este factor de 11 sirve prácticamente para combinar en una expresión los efectos del titanio cuando está presente tanto en forma de óxido como metálica. Respecto al perfeccionamiento

30

27-2-73



Óptimo del impacto a baja temperatura, un valor de aproximadamente 0,04 a aproximadamente 0,13 es óptimo para la expresión

5

% de titanio en el electrodo, como óxido, presente en el revestimiento, + 11 veces el % de titanio en el electrodo, como metal, presente en el revestimiento

% de CO₂ en el electrodo, presente en el revestimiento

TABLA 6

Basicidad de la escoria	Gramos de CaCO ₃ en el revestimiento	Gramos de CO ₂ en el revestimiento	% de CO ₂ en el electrodo, presente en el revestimiento	Cantidad máxima de titanio presente en el revestimiento, como óxido o como metal, para producir perfeccionamiento respecto a la base	% de titanio en el electrodo, como óxido	% de titanio en el electrodo, como metal
1,79	31,7	13,6	4,75	1,68	0,98	
2,44	20,0	8,6	3,02	1,68	0,59	
3,9	20,0	8,6	3,02	-	0,49	
4,5	31,7	13,6	4,75	0,93	0,17	
4,5	20,0	8,6	3,02	0,90	0,21	

382546

7A



TABLA 6-A

Cantidad máxima de titanio presente en el revestimiento, como óxido o como metal, para producir perfeccionamiento respecto a la base

Basicidad de la escoria	% de titanio en el electrodo, como		Relación media Col. A/Col. B
	óxido (Columna A)	metal (Columna B)	
menos de 3	1,54	0,73	2,11
3 - 4	1,20	0,45	2,67
más de 4	0,95	0,32	<u>2,97</u>
			2,59 media

TABLA 7

Valor máximo de la expresión % de titanio en el electrodo, como óxido, presente en el revestimiento, + 2,6 veces el % de titanio en el electrodo, como metal, presente en el revestimiento", para producir perfeccionamiento respecto a la base

menos de 3	1,71
3-4	1,18
más de 4	0,89

382546



TABLA 8

Intervalos de titanio presente en el revestimiento, como óxido o como metal, para producir un perfeccionamiento óptimo del impacto a baja temperatura.

Basicidad de la escoria	Gramos de $CaCO_3$ en el revestimiento	Gramos de CO_2 en el electrodo, pre-oxido, presente en el revestimiento	% de titanio en el electrodo, como metal, presente en el revestimiento	% de titanio en el electrodo, como óxido	% de titanio en el electrodo, como metal	Relación media Col. A/Col. B
				$\% CO_2$ (Col. A)	$\% CO_2$ (Col. B)	

1	1,79	31,7	13,6	4,75	0,15-0,56	0,021-sin datos	0,031-0,119	0,0044-sin datos	
3	2,44	20,0	8,6	3,02	0,105-0,36	0,0105-0,038	0,035-0,119	0,0035-0,0128	11
1	3,9	20,0	8,6	3,02	sin datos	0,0105-0,028	sin datos	0,0035-0,0093	
	4,5	31,7	13,6	4,75	0,27-0,73	0,0175-0,056	0,057-0,154	0,0037-0,0118	
	4,5	20,0	8,6	3,02	0,105-0,42	0,0105-0,038	<u>0,035-0,140</u> ^{me-}	<u>0,0035-0,0128</u>	
							media 0,039-0,133	media 0,0037-0,0116	

382546





-7

Es bien sabido, para los que están familiarizados con la situación de la técnica de los electrodos cubiertos, que algunas formas de dióxido de titanio en el revestimiento, preferiblemente pigmento de dióxido de titanio, pero a veces rutilo o titanato potásico, son beneficiosas para el atractivo para el operario. Aunque el dióxido de titanio es deseable desde este punto de vista, y ayuda a los valores de impacto cuando es usado en las proporciones que se han definido, los efectos beneficiosos que confiere a la tenacidad del depósito no son tan fuertes, a las menores temperaturas de ensayo, como los conferidos por fuentes metálicas de titanio. Sin embargo, si solo se usa titanio metálico en el revestimiento, el nivel óptimo es tan bajo que la cantidad de dióxido de titanio obtenida de la oxidación del exceso de titanio es insuficiente para tener el deseado efecto beneficioso sobre la operación. Se ha hallado que es usualmente deseable equilibrar el revestimiento, para obtener tanto como sea práctico del efecto deseado del dióxido de titanio como mejorador de la operación, y algo del efecto del titanio metálico como mejorador preferido de la tenacidad a baja temperatura, combinando los dos en el revestimiento como se muestra en la tabla 9. Esta combinación, que proporciona un buen equilibrio de propiedades, supone un alambre de núcleo de electrodo de acero efervescente normal, esencialmente exento de titanio.

382546

POOR
QUALITY



TABLA 9

		<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>
5	(a) <u>% de titanio en el electrodo, como óxido, presente en el revestimiento</u>	0,05	0,11
	% de CO ₂ en el electrodo, presente en el revestimiento		
	(b) <u>11 veces el % de titanio en el electrodo, como metal, presente en el revestimiento</u>	0,02	0,07
	% de CO ₂ en el electrodo, presente en el revestimiento		
10	(a) más (b) (que debe estar comprendido entre 0,04 y 0,13)	0,07	0,13

15 Los elementos metálicos recuperables en el depósito pueden estar presentes en el revestimiento fundente del electrodo, o estar aleados con o encerrados en el núcleo conductor. Esto es válido para el titanio metálico en los electrodos perfeccionados de cal-fluoruro de la invención, pero el uso de un núcleo que lleve titanio, de composición especial, en vez de acero al carbono corriente, aunque técnicamente factible, aumenta mucho el

20 coste de los electrodos sin proporcionar ninguna ventaja significativa. Hay alguna ligera compensación en el hecho de que el titanio metálico del revestimiento puede estar reemplazado por aproximadamente 1/4 menos de titanio en el núcleo, debido a la posición más protegida y a

25 la eficacia de recuperación perfeccionada; este factor puede ser comprobado mediante unos pocos ensayos, en el caso de que el titanio del núcleo haya de reemplazar a las cantidades de titanio metálico especificadas en el revestimiento de los presentes electrodos perfeccionados.

30 Se han dado directrices para determinar cuánto

382546



titanio ha de ser añadido a los electrodos de cal-fluoruro, muy básicos, de la invención, para producir una resistencia al impacto óptima del depósito, a bajas temperaturas. Del depósito de soldadura más purificado, más limpio, producido por la invención, se deriva un beneficio óptimo de un contenido de titanio de aproximadamente 0,016%, si el titanio del electrodo está presente en forma de óxido, de aproximadamente 0,004% si el titanio del electrodo está presente en forma metálica, y de valores intermedios si están ambas formas presentes. Los depósitos de los ejemplos 5, 6 y 7 tenían contenidos de titanio de 0,024%, - 0,02% y 0,003%, respectivamente. También se han dado directrices para hallar el máximo titanio que puede ser añadido a los electrodos perfeccionados de la invención, antes de que la tenacidad del depósito caiga por debajo de la de los correspondientes depósitos de base exentos de titanio. A este máximo nivel de titanio, la resistencia del depósito al impacto puede ser aún muy superior a la de los depósitos de la técnica anterior, y, con sacrificio de algo de este margen, se puede añadir titanio adicional por razones de operación u otras. Esto produce mayores contenidos de titanio en el depósito y, como se ha indicado, la recuperación de titanio es especialmente buena para los electrodos con escorias muy básicas. Por tanto, para evitar que se abuse de la invención por adiciones de titanio que reducen la resistencia al impacto del depósito, hasta el nivel de los electrodos de la técnica anterior, es necesario poner una restricción en el máximo de titanio en el depósito, que es, en términos amplios, aproximadamente 0,07%, y preferiblemente aproximadamente



7 AGO. 1977

0,045%.

Los sistemas de aleación usados en depósitos de metal de soldadura no austenítico difieren entre sí en sus intervalos inherentes de tenacidad, y aunque la invención
5 tiene efecto beneficioso sobre muchos sistemas de aleación, no transformará un sistema de aleación malo en excelente.

Normalmente se espera que la aleación con 2,5% de cromo y 1% de molibdeno, que puede ser tratada térmicamente y de la que se pueden eliminar las tensiones, depositada por electrodos AWS clase E-9018B3, sea perceptiblemente peor, en cuanto a resistencia al impacto, que -
10 los depósitos aleados con níquel, tales como los producidos con electrodos AWS E-11018. Las aleaciones de cromo-molibdeno son ampliamente usadas; por sus ventajas en la
15 resistencia a la fluencia y/o resistencia a la grafitación, pero para muchos usuarios tendrían más interés unos depósitos de soldadura con cromo-molibdeno más tenaces.

En el pasado se ha usado en la mayoría de las soldaduras un contenido de manganeso próximo a la parte superior del
20 intervalo permisible, para obtener el mejor nivel posible de tenacidad en estado recién soldado. Sin embargo, la mayor cantidad de manganeso tiene como resultado una pérdida apreciable de tenacidad, cuando las soldaduras son sometidas a eliminación de tensiones a largo plazo, así
25 como una tenacidad bastante mala en estado templado y revenido. Los depósitos con poco manganeso muestran menos daño al eliminar tensiones y tratar térmicamente, pero -
30 generalmente tienen una tenacidad no satisfactoria, ya sea recién soldados o sometidos a eliminación de tensiones. Los electrodos perfeccionados según la invención pue

382546

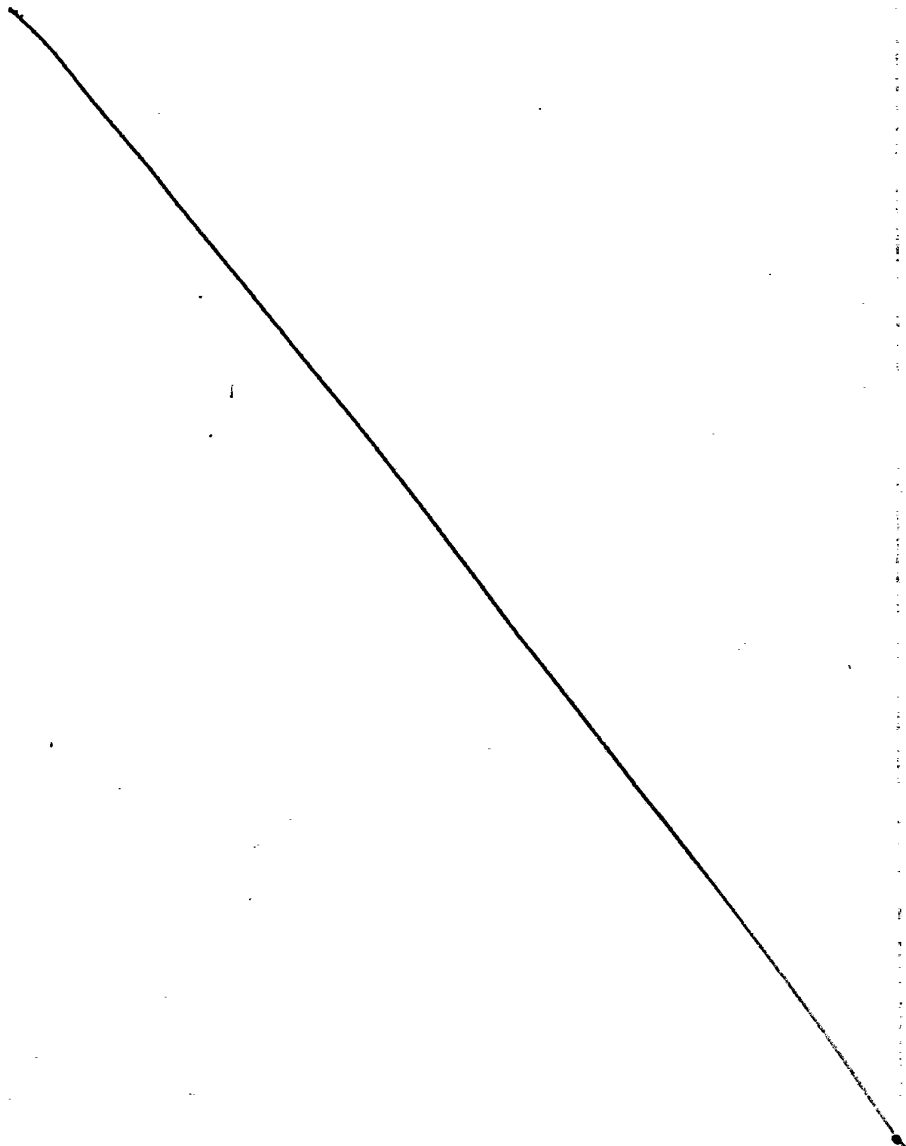
21.7.70



den mejorar a menudo, hasta un nivel adecuado, la tenacidad de los sistemas de aleación que son adecuados metalúrgicamente para tratamiento de eliminación de tensiones - y/o térmico.

5

El ejemplo 8 de la tabla 10 ilustra los perfeccionamientos de la resistencia al impacto obtenidos en un depósito AWS E-9018B3 mediante la invención.



382546

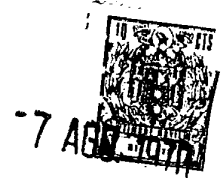


TABLA 10

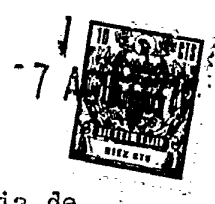
<u>Descripción del electrodo</u>	<u>Técnica anterior E-9018B3</u>	<u>Invencción, ejemplo 8</u>
Basicidad de la escoria del electrodo	1,48	4,42
Dureza, escala Rockwell "C"		
Recién soldado	32	38
sometido a eliminación de tensiones	27	24
Charpy, con muesca en V, tras eliminar tensiones (1 hora a 691°C), kgm		
Temperatura ambiente	7,2	24,7
-18°C	1,5	16,4 +
Composición del depósito, %		
Carbono	0,060	0,110
Manganeso	0,71	0,70
Silicio	0,67	0,35
Cromo	2,20	2,35
Molibdeno	0,98	0,77
Azufre	0,016	0,0045
Titanio	<0,045d	<0,045d

Como en el ejemplo 1, pero cambiada la adición de aleación para cumplir con la composición de E-9018B3

Tipo normal aglutinado con silicato

d - derivado de curvas de recuperación de aleación.

382546



No se dispone de explicación satisfactoria de porqué las propiedades de impacto de los depósitos producidos según la invención son tan mejores que las que han estado disponibles en el pasado. Se ha mostrado que el nivel de azufre es importante en los aceros no austeníticos forjados de resistencia intermedia y superior. A igualdad de todos los demás factores, se pueden hacer grandes perfeccionamientos de la resistencia al impacto si se reduce la cantidad de azufre hasta niveles muy bajos, menores de 0,01%. Una de las razones de que la presente escoria básica sea tan beneficiosa parecería estar relacionada con su capacidad para desulfurar aceros. Una escoria de soldadura con basicidad de aproximadamente 4 reducirá típicamente el nivel de azufre en el depósito desde un alambre de núcleo con 0,025% de azufre hasta menos de 0,01% de azufre. Esta capacidad para desulfurar es ciertamente beneficiosa, y ha de ayudar para obtener buena resistencia al impacto, pero no parece que sea la explicación total de los presentes buenos resultados. Los revestimientos que producen escorias con muchas alúmina también son desulfuradores muy eficaces, y se han hecho muchos que han reducido el nivel de azufre en el depósito hasta el intervalo de 0,002% a 0,004%, y sin embargo estos no muestran las propiedades de impacto, buenas sin precedentes, de los depósitos hechos según la invención. Análogamente, los revestimientos E-XX18 usuales son desulfuradores, aunque en menor grado, y cuando son aplicados a alambres de núcleo con poco azufre, que contienen de 0,005% a 0,008% de azufre, pueden proporcionar depósitos que contienen solo de 0,002% a 0,004% de azufre, y sin embargo estos



depósitos, aunque tienen buena resistencia al impacto, no se aproximan a la tenacidad de los depósitos hechos según la invención.

5 También se ha propuesto que el alto contenido de oxígeno en las soldaduras por electrodo cubierto es el principal factor de daño a la tenacidad del depósito, ya que se sabe que el oxígeno daña de forma importante a la resistencia al impacto de los materiales forjados. Los análisis de depósitos manuales usuales con electrodo de cal-fluoruro muestran niveles de oxígeno comprendidas entre 200 y 450 ppm. Mediante la invención se obtienen menores niveles de oxígeno, de 130 a 190 ppm, pero cuando se comparan parejas, el mejor depósito tiene a menudo mayor contenido de oxígeno. Así, de nuevo, aunque existe una relación general, y una cantidad menor de oxígeno es indudablemente beneficiosa, el oxígeno no constituye la explicación total. En los aceros forjados, de 130 a 190 ppm serían muy perjudiciales para las propiedades de impacto.

20 La invención permite usar alambres de núcleo de calidad comercial barata, en vez de alambres de núcleo de alta pureza, muy caros. Como ilustración, se ha buscado durante años un electrodo para producir depósitos de soldadura que igualen las propiedades de impacto a baja temperatura del acero con 9% de níquel; se ha señalado un alambre desnudo de alta pureza, para uso al arco metálico bajo gas, pero es muy caro, e incluso con las prácticas mejores y más caras para controlar las impurezas, no se asegura la capacidad para suministrar una resistencia al impacto del depósito, según Charpy con muesca en V,

21.7.70



-7 AUG 1971

igual como mínimo a 3,5 kgm a -196°C. Sin embargo, en una serie de ocho ensayos, se hicieron electrodos aleados según la invención con dos alambres de núcleo fundidos bajo vacío, de alta pureza, y seis alambres de núcleo comerciales, con poco carbono, de manera que cada uno produjese un depósito de soldadura con 9% de níquel. A -196°C, los valores de impacto Charpy con muesca en V de los depósitos variaron entre 5,8 y 6,5 kgm; no se halló diferencia significativa entre los hechos usando electrodos con los alambres de núcleo de alta pureza, muy caros, y los hechos usando electrodos con alambres de núcleo de calidad comercial. Cuando se usaron revestimientos usuales con los alambres de bajo precio, los depósitos tenían una tenacidad tan mala que no valió la pena tenerlos en cuenta, e incluso con los alambres de alto precio los revestimientos usuales no produjeron resultados satisfactorios.

De los electrodos citados en la tabla 4, el electrodo de la invención se hizo con un alambre de núcleo comercial, de acero al carbono C1008, que contenía 0,007% de fósforo y 0,02% de azufre, mientras que los electrodos típicos de la técnica anterior se hicieron con alambres de núcleo de horno eléctrico, de mayor pureza y mayor coste, que contenían 0,01% máx. de fósforo y 0,01% máx. de azufre, conteniendo típicamente alrededor de 0,006% de cada elemento. Ambos alambres produjeron un depósito con aproximadamente 0,005% de fósforo y 0,004% de azufre.

Aunque se han descrito ciertas realizaciones de la invención actualmente preferidas, y se han ilustrado ciertos métodos actualmente preferidos para llevarla

382546



a la práctica, se ha de entender claramente que la invención no se limita a ellos, sino que puede ser realizada y llevada a la práctica de diversas otras formas, dentro del ámbito de las reivindicaciones siguientes.

5 La presente solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, con fecha 15 de Agosto de 1969, bajo el número 850.631, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

R E I V I N D I C A C I O N E S

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:

15

12.- Un método de producir un electrodo ferroso con poco hidrógeno, para soldadura al arco, con un núcleo conductor eléctrico que constituye aproximadamente de 45 a 80% en peso del electrodo, y un revestimiento de cal-fluoruro que constituye aproximadamente de 20 a 55% en peso del electrodo y que contiene, basado en el peso del electrodo, aproximadamente de 0 a 30% de polvo de metal de aleación, de 2 a 7% de polvo de metal desoxidante, de 4 a 15% de fluoruro metálico, de 5 a 15% de carbonato al-

20

Handwritten signature or scribble in the left margin, consisting of several overlapping loops and lines.

4.8.70

382546

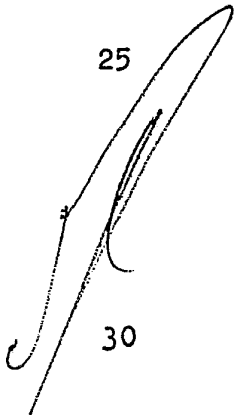


calinotérreo, de 0 a 10% de formador y modificador de es-
 coria, y de 0,5 a 8% de material aglutinante inorgánico,
 en el que el electrodo contiene además componentes básicos
 5 elegidos de las formas metálica y de óxido de los metales
 básicos litio, sodio, potasio, cesio, magnesio, calcio,
 estroncio o bario, y componentes ácidos elegidos de las
 formas metálica y de óxido de los metales ácidos aluminio
 y silicio, caracterizado por las etapas de proporcionar -
 dichos componentes básicos y ácidos de manera que el elec
 10 trodo produzca sobre la soldadura al arco una escoria de
 soldadura de una basicidad (proporción molar entre óxido
 de metal básico y óxido de metal ácido), al menos igual a
 2,2, y restringir las fuentes de las formas metálica y de
 óxido de titanio, de manera que el electrodo produzca un
 15 depósito de metal de soldadura sobre la soldadura al arco
 que contenga menos de 0,07% de titanio.

2º.- Un método, según la reivindicación 1, carac
 terizado porque dichos componentes básicos y ácidos estan
 proporcionados de manera que la basicidad de la escoria
 20 de soldadura sea al menos 3.

3º.- Un método según las reivindicaciones 1 ó
 2, caracterizado porque dicho electrodo está restringido,
 en cuanto a fuentes de las formas metálica y de óxido de
 titanio, de manera que dicho depósito de metal de soldadu-
 25 ra contenga menos de 0,045% de titanio.

4º.- Un método según las reivindicaciones 1, 2
 ó 3, caracterizado porque al electrodo se proporcionan -
 componentes que llevan titanio, elegidos de formas metá-
 lica y de óxido de titanio, en cantidad tal que el valor
 30 máximo de "el tanto por ciento en peso, basado en el elec





trodo, del titanio presente en el revestimiento en forma de óxido, más 2,6 veces el tanto por ciento en peso, basado en el electrodo, del titanio presente en el revestimiento como metal" sea igual a aproximadamente 1,71% para una basicidad de la escoria del electrodo menor de 3, o a aproximadamente 1,18% para una basicidad de 3 a 4, o a 0,89% para una basicidad de más de 4.

5 5º.- Un método según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizado porque al electrodo se proporcionan - componentes que llevan titanio, elegido de formas metálica y de óxido de titanio, en cantidad tal que la relación "entre el tanto por ciento en peso, basado en el electrodo, del titanio presente en el revestimiento como óxido, más once veces el tanto por ciento en peso, basado en el electrodo, del titanio presente en el revestimiento como metal, y el tanto por ciento en peso, basado en el electrodo, del dióxido de carbono presente en el revestimiento", tenga un valor de 0,04 a 0,13.

10 6º.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por proporcionar al electrodo magnesio en forma metálica, en calidad de desoxidante.

15 7º.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque en calidad de núcleo conductor eléctrico se proporciona un alambre de acero suave.

20 8º.- Un método de producir un electrodo ferroso con poco hidrógeno, para soldadura al arco.

25 Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede y para los fines que se han especificado.

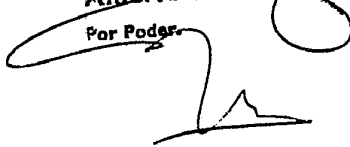
30

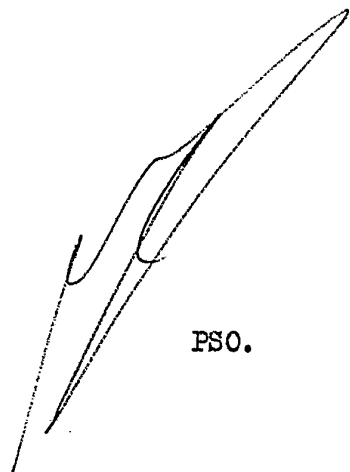


-7 AGO 1970

Esta Memoria consta de cuarenta y ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 27 AGO. 1970
P.A.

Alberto de Eizaburu
Por Poder




PSO.

382546

4.8.70