(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 971 690**

(51) Int. Cl.:

B23K 35/02 (2006.01)
C22C 19/05 (2006.01)
B23K 35/362 (2006.01)
B23K 35/30 (2006.01)
B23K 35/40 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2018 PCT/DE2018/100933**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **13.06.2019 WO19110041**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2018 E 18814774 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2024 EP 3720649**

(54) Título: **Materiales de aportación de soldadura**

(30) Prioridad:

08.12.2017 DE 102017129218

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.06.2024

(73) Titular/es:

VDM METALS INTERNATIONAL GMBH (100.0%)
Plettenberger Straße 2
58791 Werdohl, DE

(72) Inventor/es:

WOLF, MARTIN

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Materiales de aportación de soldadura

La invención se refiere a un material de aportación de soldadura.

Por razones metalúrgicas, la soldadura de aceros no aleados y de baja aleación que han sido provistos de revestimientos laminados, granallados o soldados de aceros de alta aleación o aleaciones de níquel requiere un metal de soldadura completamente austenítico bajo ciertas condiciones y considerando la mezcla con el material de sustrato de acero al C. En estos casos es imprescindible el uso de materiales de aportación de soldadura a base de níquel. Para que las elongaciones elásticas y plásticas no se concentren preferentemente en el cordón de soldadura en el caso de tensiones mecánicas transversales al cordón de soldadura y, por lo tanto, provoquen fallos de los componentes en el cordón de soldadura, el metal de soldadura constituido por una aleación a base de níquel también debe presentar un límite elástico más elevado que el del material base circundante.

Por lo tanto, en la soldadura de chapas revestidas, en determinadas circunstancias es necesario utilizar un material de aportación de soldadura a base de níquel que tenga un límite elástico más elevado en el metal de soldadura que el acero al carbono circundante. Dado que el desarrollo de los aceros al carbono ha llevado a límites elásticos cada vez más elevados mediante refinamientos en la composición química y/o mediante optimización del proceso de producción, es necesario utilizar también materiales de aportación de soldadura a base de níquel que sigan el ritmo de los desarrollos en el campo de aceros al carbono.

Para la soldadura de unión de chapas revestidas en las condiciones citadas anteriormente se suele utilizar el material de aportación de soldadura FM 625 (ISO 18274 - S NI 06625). Este tiene un límite elástico de aproximadamente 510 MPa a 580 MPa en el metal de soldadura y, considerando la reserva de seguridad necesaria, es adecuado para la soldadura de aceros al carbono con un límite elástico de hasta 460 MPa.

El documento WO 2015/153905 A1 divulga un producto soldado de Ni-Cr-Mo-W-Nb-Ti altamente resistente con (en % en peso) 17,0 - 23,0 % de cromo, 5,0 - 12,0 % de molibdeno, 3,0 - 11,0 % de wolframio, 3,0 - 5,0 % de niobio, 0 - 2,0 % de tantalio, 1,2 - 3,0 % de titanio, 0,005 - 1,5 % de aluminio, 0,0005 - 0,1 % de carbono, menos de 2 % de hierro, menos de 5 % de cobalto, resto de níquel, situándose el contenido en níquel en el intervalo entre 56 y 65 %. El metal de soldadura debe tener un límite elástico mínimo de 496 MPa.

Debido al elevado contenido mínimo de titanio, para este material no se alcanza una resiliencia suficiente, ya que el titanio es un elemento considerablemente formador de fases con el elemento base níquel (fase gamma). Aunque de este modo se aumenta el límite elástico del metal de soldadura, como es sabido, el endurecimiento a través de la fase gamma conduce a una fuerte fragilización del material. Además, el efecto del titanio como formador de fase gamma depende en gran medida de la conducción del calor del proceso de soldadura debido a la cinética de reacción que se desencadena debido al calor de soldadura. Por lo tanto, los valores alcanzables para el límite elástico están sujetos a fuertes oscilaciones, debido a lo cual el límite elástico mínimo garantizado para el uso práctico se debe limitar en gran medida.

La invención se basa en la tarea de proporcionar un material de aportación de soldadura alternativo que, además de una buena soldabilidad y resistencia a la corrosión, presente también una resiliencia mejorada y un límite elástico más elevado frente al estado de la técnica.

Esta tarea se resuelve mediante un material de aportación de soldadura con (en % en peso)

Material de aportación de soldadura con (en % en peso)

C 0,01 - 0,05 %

N 0,05 - 0,10 %

Cr 20,0 - 23,0 %

Mn 0,25 - 0,50 %

Si 0,04 - 0,10 %

Mo 8,0 - 10,5 %

Ti 0,75 - 1,0 %

Nb 3,0 - 5,0 %

Fe	máx. 1,5%
Al	0,03 - 0,50 %
W	4,0 - 5,0 %
Ta	máx. 0,5%
Co	máx. 1,0%
Zr	0,10 - 0,70%
Ni	Resto, así como impurezas debidas a la fusión
P	máx. 0,05%
S	máx. 0,01%
V	máx. 0,05%

De las reivindicaciones subordinadas se pueden extraer perfeccionamientos ventajosos del material según la invención.

La invención se refiere a un material de aportación de soldadura a base de una aleación a base de níquel, que es adecuado para producir metales de soldadura con un límite elástico mecánico muy elevado. El material de aportación de soldadura alcanza este límite elástico elevado en el metal de soldadura sin otro tratamiento térmico posterior.

El elemento hierro se indica como máximo con 1,5 %, aunque también son posibles contenidos ≤ 1,2 %, en especial ≤ 0,9 %.

Según otra idea de la invención, el material tiene un límite elástico Rp 0,2 superior a 610 MPa en el metal de soldadura no tratado térmicamente. El material según la invención se diferencia del estado de la técnica por el contenido en titanio y circonio modificado, añadiéndose en este caso deliberadamente el elemento nitrógeno.

Durante las investigaciones del material según la invención se determinó que un contenido en titanio de 0,75 % a 1,0% contribuye, por un lado, al aumento del límite elástico, pero no conlleva una fragilización excesiva del metal de soldadura. Además, se determinó que la dependencia de los valores mecánico-tecnológicos en el metal de soldadura es sensiblemente independiente de la conducción de calor durante la soldadura.

El elemento circonio se indica en un margen entre 0,10 % y 0,70 %. En este caso se prefieren contenidos en el intervalo entre 0,30 % y 0,65 %. En este contexto, las investigaciones han demostrado que el Zr forma preferentemente carburos con el elemento de aleación C, que se presentan finamente dispersos y, por lo tanto, aumentan extraordinariamente la resistencia (Imagen 2). Este conocimiento es nuevo porque hasta ahora el Zr solo se ha utilizado como elemento de aleación en aleaciones conductoras de alta temperatura, o bien de calefacción. En este contexto se sabe que el Zr puede mejorar la resistencia a la fluencia a alta temperatura y la adherencia de capas oxidadas en aleaciones conductoras de alta temperatura, o bien de calefacción. Sin embargo, aún no se sabe que el Zr pueda mejorar significativamente las propiedades mecánicas de un material de aportación de soldadura a temperatura ambiente y a temperaturas por debajo de ella.

El nitrógeno se indica entre 0,05 % y 0,10 %. El N es un elemento que, disuelto intersticialmente, aumenta en gran medida la resistencia a la corrosión por picaduras y grietas del material. Sin embargo, el N también forma TiN finamente disperso con Ti (Imagen 2). Las investigaciones han demostrado que la combinación de nitrógeno y titanio aumenta en gran medida el límite elástico mediante la formación de nitrito de titanio. Además, mediante la adición de nitrógeno se evita que el Ti forme la fase gamma con Ni, lo que conduce a las desventajas citadas anteriormente.

En las investigaciones se descubrió sorprendentemente que, además de los elementos endurecedores de cristales mixtos Cr, Mo, Nb, solo la suma de los elementos de aleación que forman carburos y nitruros Zr, N, C, Ti, Nb consigue un efecto con el que se alcanza el límite elástico mínimo objetivo en el metal de soldadura no tratado térmicamente con ductilidad simultáneamente buena.

Las impurezas están contenidas en la aleación según la invención de la siguiente manera:

P máx. 0,05%

S máx. 0,01%

V máx. 0,05%

La combinación de límite elástico elevado y buena ductilidad se obtiene si se mantienen las siguientes relaciones (en % en masa) de los elementos Zr, N, C, Ti, Nb:

[Zr] / [C] > 7, ventajosamente > 10

[Ti] / [N] > 10

[Nb] / [C] > 100, en especial > 150

La adición de manganeso mejora la resistencia al agrietamiento en caliente mediante la formación de MnS. Además, se descubrió que el manganeso contribuye asimismo a aumentar el límite elástico en el metal de soldadura.

Durante las investigaciones del material según la invención se determinó que para una buena soldabilidad se requiere al menos 0,04 % de silicio, pero el contenido en silicio no debe ser superior a 0,10 % para no empeorar la resistencia al agrietamiento en caliente.

Los bloques de fusión de laboratorio producidos con la composición según la invención con tamaños de lote de 100 kg (Tabla 2) se pudieron laminar en caliente sin problemas, determinándose que la temperatura de laminación en caliente debería situarse preferentemente entre 950 °C y 1180 °C. Los bloques de fusión de laboratorio laminados en caliente se podían someter a procesamiento mecánico posterior y final en las dimensiones deseadas.

Se cortaron barras cuadradas delgadas con una longitud de canto de aproximadamente 4 mm a partir de las chapas de laboratorio laminadas con las composiciones de las Tablas 1 y 2. Con estas barras cuadradas se produjo mediante el procedimiento TIG una muestra de metal de soldadura según la norma ISO 15792-1 y después se realizaron las pruebas mecánico-tecnológicas. Los resultados de las investigaciones se citan en las Tablas 1 y 3.

Tabla 1: aleaciones examinadas (lotes de laboratorio - 10 kg)

Nº Lab.	W	Co	C	Mn	Ti	N	Zr	Rp0,2 [MPa]	KV2 (RT, J)	KV2 (-196°C, J)
250441	3	15						586	105	74
250442	3	10						552	112	55
250443	4	10						537	105	89
250445	3	10	0,03					561	98	73
250446	3	5	0,03					524	94	80
250447				10	1,5			644	24	14
250478					0,5	0,5		586	100	84
250479					1	0,5		612	77	75
250484					1	0,2		601	67	59
250486	3				1	0,1		578	81	54
250487	3		0,03			0,1	0,5	644	97	87
250488	3	5	0,03			0,1	0,2	623	105	89

Tabla 2: análisis de fusión del lote técnico PV864 (100 kg)

Elemento químico	PV 864
C	0,020
Si	0,070
Mn	0,350
P	0,010
S	0,0020
Al	0,0700
Cu	0,0100
Cr	22,00
Ni	58,00
Mo	9,300
V	0,020
Ti	0,900
Nb	3,300
Co	0,0300
Fe	1,00
W	4,40
N	0,0670
Zr	0,60

Tabla 3: valores técnicos mecánicos del metal de soldadura puro de lote técnico PV864

PV 864	Rp0,2 (Mpa)	RP1,0 (Mpa)	RM (Mpa)	A5 (%)	KV2 (RT, J)
Muestra 1 SG	654	701	877	34	121
Muestra 2 Sg	646	690	848	31	112

REIVINDICACIONES

1. Material de soldadura con, en % en peso,

C 0,01-0,05%

N 0,05-0,10%

Cr 20,0-23,0%

Mn 0,25-0,50%

Si 0,04-0,10%

Mo 8,0-10,5%

Ti 0,75-1,0%

Nb 3,0-5,0%

Fe máx. 1,5%

Al 0,03-0,50%

W 4,0-5,0%

Ta máx. 0,5%

Co máx. 1,0%

Zr 0,10-0,70%

Ni resto e impurezas debidas a la fusión

P máx. 0,05%

S máx. 0,01%

V máx. 0,05%.

2. Material de aportación de soldadura según la reivindicación 1, con Fe ≤ 1,2 %, en especial ≤ 0,9 %, en % en peso.

3. Material de aportación de soldadura según la reivindicación 1 o 2, con Zr 0,3-0,65 %, en % en peso.

4. Material de aportación de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 3, cumpliendo la aleación la siguiente condición, en % en peso: Zr/C > 7, en especial > 10.

5. Material de aportación de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 4, cumpliendo la aleación la siguiente condición, en % en peso: Ti/N >10.

6. Material de aportación de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 5, cumpliendo la aleación la siguiente condición, en % en peso: Nb/C > 100, en especial > 150.

7. Material de aportación de soldadura según una de las reivindicaciones 1 a 6, que presenta un límite elástico Rp 0,2 > 610 MPa, en especial 640 MPa, en el metal de soldadura no tratado térmicamente.