

81
PATENTE DE INVENCION

Your Ref: Pats/24/1208/22.



26 44 77

Memoria Descriptiva

sobre:

"Procedimiento para la obtención de aleaciones de
acero inoxidable austenítico".

Solicitante: UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, entidad
inglesa, residente en 11-12, Charles II Street,
Londres, Inglaterra.

Esta invención se relaciona con aleaciones.

Las vainas de elementos combustibles para
reactores nucleares refrigerados a gas o vapor han de ser
capaces de proteger al combustible nuclear de la reacción
5. con el refrigerante gaseoso empleado y además han de ser



- capaces de retener los productos de la fisión creados en el combustible como resultado de la irradiación en el reactor. El material elegido para las vainas ha de tener una buena economía de neutrones, una buena resistencia a la corrosión ante el combustible y el refrigerante a elevadastemperaturas (v.gr., 650 a 750°C) y, en el caso del refrigerante, a presiones elevadas (v.gr., unas 300 lpc) durante largos períodos (por lo menos un año); ha de retener una buena resistencia al arrastre y ductilidad y poseer buenas propiedades contra la fatiga por corrosión bajo condiciones de ciclo térmico; ha de estar exento de inclusiones particularmente cuando la pared de la vaina es extremadamente delgada (por ejemplo 0,005 pulgada); ha de ser capaz de fabricación es decir, mediante forjado, estirado en tubos, subsiguiente labrado para calibrar y, si se desea, para crear una aspereza superficial que mejore la transferencia de calor, y soldadura para cerrar las vainas después de su relleno; y ha de presentar una fina granulación con insignificante desarrollo granular bajo tensión. Los aceros inoxidables austeníticos se consideran generalmente en posición de estas deseables propiedades en grado mayor o menor por lo que respecta a su empleo para vainas de elementos combustibles de reactores nucleares, en los que el combustible es cerámica fisible y se emplea dióxido de carbono o vapor de agua, ambos a presión, como refrigerante externo.

Un objeto de la invención es el de proporcionar aceros inoxidables austeníticos de composición calculada para producir una compatibilidad óptima de propiedades



como se han indicado.

De acuerdo con la invención, los aceros inoxidables austeníticos contienen hasta un 0,07% de carbono, del 0,5 al 1,0% de manganeso, del 0,25 al 0,75% de silicio, del 24 al 26% de níquel, del 19 al 21% de cromo, del 0 al 0,75% de niobio o alternativamente del 0 al 0,5% de titanio, y el resto formado por hierro e impurezas incidentales, siendo la máxima cantidad presente de carbono del 0,03% cuando no hay contenido de niobio ni de titanio, siendo los porcentajes indicados por peso.

Unas proporciones más limitadas y preferibles de constitutivos comprende del 0,03 al 0,06% de carbono, del 0,55 al 0,85% de manganeso, del 0,45 al 0,75% de silicio, del 24 al 26% de níquel, del 19 al 21% de cromo, no menos de diez veces el contenido de carbono y no más del 0,7% de niobio, siendo el resto hierro e impurezas incidentales.

Las aleaciones se preparan preferiblemente mediante fundición por inducción al vacío, seguida de fundición por arco al vacío o mediante fundición por aire seguida de fundición por arco al vacío realizada por lo menos una vez.

Los siguientes ejemplos lo son de aleaciones según la invención:



264477

- 4 -

Ejemplos	1	2	3	4	5	6	7
% peso C	0.06	0.03	0.06	0.05	0.05	0.07	0.03
" Mn	0.72	0.64	0.82	0.76	0.76	0.93	0.71
" Si	0.38	0.45	0.4	0.33	0.29	0.40	0.39
5. " Ni	25.3	26.0	24.6	25.2	26.2	26.0	25.8
" Cr	20.1	20.1	19.8	20.2	20.0	20.5	20.2
" Nb	0.65	0.70	0.61	0.70	0.69	0.61	0.61
{ " Fe	resto		resto		resto		resto
{ e impurezas		resto		resto		resto	

10. Las pruebas de rotura por tensión y de arrastre al aire a 750°C efectuadas sobre una aleación en barra de acuerdo con el ejemplo 1, dieron los siguientes resultados:

15.	Tensión (Ton./pulg.cuad.)	Tiempo de rotura (horas)	% alargamiento
	5	279	32.19 (long.calibre 1")
	4	579	29.6 " " "
	3	2022	42.8 " " "
	2	3843	38.8 (long.calibre 6")

20. Las pruebas de rotura por tensión y de arrastre en CO₂ a 750°C sobre una aleación en tira de 0.002 pulgada de acuerdo con el citado ejemplo 1, dieron los siguientes resultados:

25.	Tensión (ton./pulg.cuad.)	Tiempo de rotura (horas)	% alargamiento (long. calibre 2")
	4	321	17.1
	3.5	716	18.9
	3	929	12.4
30.	2.6	1293	15.6



26 44 77

- 5 -

Las pruebas para confirmar la estabilidad bajo calentamiento de prolongada duración, efectuadas sobre la aleación según el ejemplo 1 antes citado, dieron los siguientes resultados:

5.

Tiempo a 750° (horas)	Ninguna	1	50	100	250	500
% alargamiento	46.5	46.5	44	44	44	44
Resistencia a los golpes (libras por pies)	100	96	99	99	95	95

10.

Las pruebas de compatibilidad con CO₂ y con CO₂ más de una pequeña adición de CO, llevadas a cabo sobre la aleación según el ejemplo 1 citado, dieron los siguientes resultados:

15.

Temperatura	Ganancia peso mg/cm ²				Penetración (Unidades 0.001 ")					
	650°C		800°C		650°C		850°C			
Atmósfera	CO ₂	CO ₂ + 5% CO	CO ₂	CO ₂ + 5% CO	CO ₂	CO ₂ + 5% CO	CO ₂	CO ₂ + 5% CO		
Tiempo (horas)	3200	1000	3200	4200	2300	3300	1800	1000	1800	1000
	0.16	0.09	0.27	0.30	0.44	0.58	nin-guna	nin-guna	0.1	0.1



264477

- 6 -

Unas pruebas de compatibilidad por tiempo prolongado y de capacidad de soldadura, resultaron satisfactorias.

- El método preferido de fabricación de vainas para elementos combustibles de reactores nucleares es el de doble fundición al vacío, es decir fundición de alta frecuencia o al vacío por inducción, seguida de fundición por arco al vacío, forjado, estirado en tubos de paredes finas, labrado de la pared externa de cada tubo para calibrar y proporcionar una estría helicoidal (para una mejor transferencia de calor con el refrigerante durante el funcionamiento en un reactor nuclear), el relleno de cada tubo con píldoras de UO_2 (con las que el acero es compatible a elevadas temperaturas), y soldadura de tapas terminales en cada tubo, en cada extremo del mismo. Un espesor de pared de tubo típico para las vainas es de 0,010 pulgada.
5. ...
10. ...
15. ...

- Como alternativa a las aleaciones estabilizadas con niobio, se prevén aleaciones inestabilizadas conteniendo escaso carbono para asegurar su liberación a los efectos de las precipitaciones de carburos. Tales aleaciones inestabilizadas contienen generalmente menos del 0.03% y preferiblemente alrededor del 0.02% de C. Un ejemplo típico es el siguiente:
20. ...
25. Ejemplo 8 0.02% C, 0.72%Mn, 0.38%Si, 25.3%Ni, 20.1%Cr. siendo el resto, Fe e impurezas.

- Según otra alternativa, se prevén aleaciones estabilizadas con titanio. En estos casos el carbono se halla presente en proporciones similares a las de las aleaciones estabilizadas con niobio, presentándose el
30. ...



26 44 77

- 7 -

titanio en proporciones de hasta el 0.5%. Un ejemplo típico es el siguiente:

Ejemplo 9 0.06%C, 0.72%Mn, 0.38%Si, 25.3%Ni, 20.1%Cr, 0.35%Ti, siendo el resto Fe e impurezas.

5. En el uso de las aleaciones para fabricación de piezas que tengan aplicaciones en reactores nucleares, particularmente en casos en los que la posición funcional de las piezas esté en el núcleo del reactor, la cantidad de impurezas incidentales puede ser de importancia,
10. particularmente desde el punto de vista de la economía de neutrones, y también desde el punto de vista de la degradación de importancia propiedades. Impurezas comunes presentes en las aleaciones de acuerdo con la invención son el azufre, fósforo, cobalto, boro, titanio (cuando no se usa específicamente como estabilizador), zirconio y aluminio. Seguidamente se ofrecen unos ejemplos de unos límites superiores reconmedables de dichas impurezas cuando las aleaciones implicadas se hayan de emplear en la fabricación de vainas para elementos combustibles:
- 15.

20.	S	-	no más del 0.02%
	P	-	" " " 0.02%
	B	-	" " " 0.0005%
	Co	-	" " " 0.015%
	Ti	-	" " " 0.05%
25.	Zr	-	" " " 0.05%
	Al	-	" " " 0.05%

- Además, a fin de evitar un fondo que estorbaría la detección blindada de la explosión, las aleaciones para piezas cuya posición funcional esté en el núcleo de un reactor nuclear, no deben contener más de 1/2 parte por
- 30.



millón de uranio.

N O T A

5. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Inglaterra con fecha 2 de

10. febrero de 1960, nº 3750/60 acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de

15. Invención por 20 años en España: "Procedimiento para la obtención de aleaciones de acero inoxidable austenítico"; caracterizándose por lo siguiente:

20. 1ª.- Procedimiento para la obtención de aleaciones de acero inoxidable austenítico, caracterizado porque comprenden hasta el 0.07% de carbono, el 0.5 al 1% de manganeso, el 0.25 al 0.75% de silicio, el 24 al 26% de níquel, el 19 al 21% de cromo, hasta el 0.75% de niobio, siendo el resto hierro e impurezas incidentales, y cuyos porcentajes citados son por peso.

25. 2ª.- Procedimiento, según reivindicación 1ª, caracterizado porque comprenden del 0.03 al 0.07% de carbono, del 0.5 al 1% de manganeso, del 0.25 al 0.75% de silicio, del 24 al 26% de níquel, del 19 al 21% de cromo, hasta el 0.5% de titanio, siendo el resto hierro e impurezas incidentales e indicándose dichos porcentajes

30. por peso.



264477

- 9 -

- 3º.- Procedimiento, según reivindicaciones 1ª, 2ª, caracterizado porque comprenden hasta el 0.03% de carbono, del 0.5 al 1% de manganeso, del 0.25 al 0.75% de silicio, del 24 al 26% de níquel, del 19 al 21% de cromo, siendo el resto hierro e impurezas incidentales, y cuyos porcentajes indicados son por peso.
5. 4º.-Procedimiento, según reivindicación 1ª, caracterizado porque comprenden del 0.03 al 0.06% de carbono, del 0.55 al 0.85% de manganeso, del 0.45 al 0.75% de silicio, del 24 al 26% de níquel, del 19 al 21% de cromo, no menos de diez veces el contenido de carbono y no más del 0.7%, de niobio, siendo el resto hierro e impurezas incidentales.
10. 5º.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para la fabricación de piezas destinadas a su empleo en el núcleo de un reactor nuclear, comprenden los siguientes límites superiores de impurezas incidentales: 0.02% de azufre y de fósforo respectivamente, 0.001% de boro, 0.015% de cobalto, 0.05% de titanio, zirconio y aluminio respectivamente, y 1/2 parte por millón de uranio.
15. 6º.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprenden un 0.06% de carbono, 0.72% de manganeso, 0.38% de silicio, 25.3% de níquel, 20.1% de cromo, 0.65% de niobio, siendo el resto hierro e impurezas incidentales, y cuyos porcentajes citados son por peso.
20. 7º.- Procedimiento, según reivindicación 6, caracterizado porque el contenido de niobio es sustituido por un 0.35% de titanio.
25. 30.



5. 8º.- Procedimiento para la obtención de aleaciones de acero inoxidable austenítico, caracterizado porque comprenden el 0.02% de carbono, el 0.72% de manganeso, el 0.38% de silicio, el 25.3% de níquel, el 20.1% de cromo, siendo el resto hierro e impurezas incidentales y cuyos porcentajes citados son por peso.

10. 9º.- Procedimiento, según reivindicación 1ª, caracterizado porque la aleación es preparada mediante fundición por inducción al vacío seguida de fundición por arco al vacío.

10º.- Procedimiento, según reivindicación 1ª, caracterizado porque las aleaciones son preparadas mediante fundición por aire seguida de fundición por arco al vacío realizada por lo menos una vez.

15. 11º.- Procedimiento para la obtención de aleaciones de acero inoxidable austenítico; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria.

Esta memoria consta de diez hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY.

[Handwritten signature]

J. GOMEZ AGUIRRE