

22



P.- 32.479

CEE/GHK "PDRL 163"

328389

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 25 de junio de 1.966 con el número 328.389

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de INTERNATIONAL NICKEL LIMITED, entidad británica, establecida en Thames House, Millbank, Londres, Inglaterra, por:

"MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA FABRICACION DE ALEACIONES PARA COMPONENTES EXPUESTOS A ESFUERZOS A TEMPERATURAS ELEVADAS BAJO CONDICIONES CORROSIVAS".

Los avances en el diseño de motores de turbina de gas han conducido a una demanda de materiales de construcción que no solamente posean una resistencia muy alta a temperaturas de 980°C y superiores, sino que también sean capaces de resistir durante largos periodos los efectos corrosivos que aparecen en servicio a estas temperaturas. Estos efectos corrosivos son debidos al ataque por oxidación y también por sulfuración por compuestos de azufre que están comunmente presentes en combustibles utilizados para motores de turbina de gas. Además, se encuentra que cuando

5

10

328389<sup>22</sup>



5 Los motores de turbina de gas también reciben en su interior sal, tal como ocurre con turbinas de gas marinas y con turbinas de gas para aviones que funcionan en ambientes marinos, el ataque corrosivo sobre las superficies calientes de los motores es grandemente acelerado.

Una aleación que ha sido ampliamente utilizada con buenos resultados en la forma de paletas de turbina coladas para su servicio en motores de turbina de gas, contiene nominalmente 12,5% de cromo, 4,2% de molibdeno, 2,2% de niobio, 6,1% de aluminio, 0,8% de titanio, 0,12% de carbono, 0,012% de boro y 0,1% de zirconio siendo el resto esencialmente todo níquel. Esta aleación (AMS 5.391) está caracterizada por una excelente capacidad de ser colada, por alta resistencia a la oxidación y a la fatiga térmica, y por buena estabilidad estructural cuando está expuesta a los efectos de temperatura y esfuerzos durante periodos extensos de tiempo. Se ha propuesto también utilizar para la misma finalidad una aleación (aleación A) que contiene 10% de cromo, 4% de molibdeno, 1% de niobio, 2% de tungsteno, 2% de tántalo, 6,5% de aluminio, 1% de titanio, 0,12% de carbono, 0,02% de boro y 0,1% de zirconio, siendo el resto esencialmente níquel, que tiene mejores propiedades de resistencia a 980°C. Ninguna de estas aleaciones, sin embargo, tiene adecuada resistencia a la corrosión, particularmente a la sulfuración, para cumplir las actuales y recientes exigencias de los motores de turbina de gas, y es el objeto de este invento crear una aleación para colada que tenga mejorada resistencia a la corrosión.

30 Es bien conocido que el cromo mejora la resistencia a la sulfuración de las aleaciones de alta temperatura



a base de níquel. Sin embargo, el hecho de aumentar simplemente el contenido en cromo de las aleaciones antes mencionadas conduce a sustancial pérdida de resistencia a altas temperaturas, reducida ductilidad y susceptibilidad aumentada a la formación de fases indeseables durante la exposición a temperatura elevada durante largos periodos. Por ejemplo, el aumentar el contenido en cromo de la aleación A desde 10 a 17% disminuye la vida hasta la rotura a 930°C y a 15,5 kg/mm<sup>2</sup> desde 200 horas a 27 horas.

Se ha encontrado ahora sorprendentemente que estos efectos indeseables de aumentar el contenido en cromo suelen ser contrarrestados reduciendo el contenido en molibdeno, y las aleaciones de acuerdo con el invento contienen de 16 a 20% de cromo, de 0,5 a 2,5% de molibdeno, de 0,5 a 2% de niobio, de 1 a 3% de tungsteno, de 1 a 3% de tántalo, de 5,5 a 7% de aluminio, de 0 a 0,75% de titanio, de 0 a 15% de cobalto, de 0,025 a 0,08% de carbono, de 0,01 a 0,05% de boro y de 0,01 a 0,2% de zirconio, siendo el resto níquel, aparte de las impurezas.

Con el fin de obtener la mejor combinación de propiedades de resistencia a la corrosión y de carga de rotura, los contenidos en cromo y el de molibdeno deberán ser relacionados entre sí dentro de este margen de composición. Así, según aumenta el contenido en cromo desde 16 a 20% para aumentar la resistencia a la corrosión, el contenido en molibdeno deberá ser reducido a la parte inferior del margen. Para asegurar estabilidad estructural en exposición prolongada a altas temperaturas, el contenido en cromo no deberá pasar ventajosamente por encima de 18%.

El niobio, tántalo, tungsteno y aluminio contri-

328389

22



buyen todos ellos a las propiedades deseadas de la aleación, y cuando cualquiera de estos elementos es empleado en cantidades mayores o menores de las indicadas, la resistencia o la ductilidad, o ambas, resultan perjudicadas.

5 El boro y el zirconio mejoran las propiedades de carga de rotura, como lo hace también el carbono. Así, una aleación por lo demás de acuerdo con el invento pero que contiene solo 0,01% de carbono tiene una vida de rotura bajo esfuerzo zode solamente 10 horas a 980°C y 15,5 kg/mm<sup>2</sup> mientras

10 que una aleación similar que contiene 0,3% de carbono tiene una vida satisfactoria de rotura bajo esfuerzo de 40 horas bajo las mismas condiciones. Por otra parte, cuando el carbonopasa de aproximadamente 0,08%, las propiedades de carga de rotura de las aleaciones son también afectadas

15 perjudicialmente. Cantidades de titanio hasta de 0,75% parecen contribuir a la resistencia a la sulfuración de la aleación, pero la estabilidad de la aleación puede ser afectada desfavorablemente y se encuentran dificultades de producción. Por estas razones el contenido en titanio no pasa

20 preferiblemente de 0,5% o incluso de 0,25% y lo más ventajosamente el titanio está ausente. El cobalto en cantidades hasta de 10% o 15% contribuye a la resistencia a la sulfuración de la aleación, pero aumenta su costo.

Los contenidos de la impurezas subversivas tales

25 como plomo, bismuto, telurio, azufre, selenio, fósforo, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, arsénico, antimonio, estaño y talio deberán ser lo más pequeñas posible y, ventajosamente, no deberán pasar de aproximadamente 0,0001% de cada uno. El hierro disminuye la capacidad de la aleación para resistir

30 cambios microestructurales después de larga exposición



a temperaturas elevadas, y no deberá estar presente en más de 1%. El silicio y el manganeso son también perjudiciales no deberán estar presentes en cantidades que pasen de 0,3% o, mas ventajosamente, de 0,1% de cada.

5 De forma particularmente ventajosa, las aleaciones contienen de 16,5 a 17,5% de cromo, de 1 a 2% de molibdeno, de 0,75 a 1,25% de niobio, de 1,5 a 2,5% de tungsteno, de 1,5 a 2,5% de tántalo, de 6 a 6,5% de aluminio, no más de 0,25% de titanio, 0,03 a 0,07 de carbono, 0,015% a 0,025% de boro, 0,05 a 0,15% de zirconio y 0 a 1% de cobalto, siendo el resto níquel, aparte de las impurezas. Estas aleaciones tienen una vida bajo carga de rotura a 980°C y 15,5 kg/mm<sup>2</sup> de al menos 30 horas en combinación con resistencias a la corrosión a temperaturas elevadas.

10 Las aleaciones son preferiblemente fundidas y coladas bajo vacío, aunque en la práctica comercial un material refundido preparado por fusión en vacío puede ser nuevamente fundido y colado bajo una atmósfera de argón.

15 Se pueden emplear piezas coladas de las aleaciones en el estado tal como pueda después de colar, con buenos resultados pero si se desea pueden ser tratadas térmicamente. Por ejemplo, para mejorar la vida bajo carga de rotura, las piezas coladas pueden ser sometidas a un tratamiento térmico en solución que comprende calentar de 1.150 a 1200°C durante desde 1 a 10 horas. El tratamiento térmico en solución puede ser seguido de un tratamiento de envejecimiento de 870 a 925°C, durante 10 a 50 horas.

20 A título de ejemplo, 5 aleaciones de acuerdo con el invento fueron fundidas y coladas bajo vacío para obtener piezas coladas que tenían las composiciones indicadas

25

30

328389

22



en la Tabla I.

TABLA I

Aleación nº	% Cr	% Mo	% Nb	% W	% Ta	% Al	% C	% B	% Zr	% Ni
1	16,7 17	1,6	1	2	1,9	6,3	0,05	0,018	0,1	Resto
2		2	1	2	2	6	0,04	0,02	0,1	Resto
3	17	2	1	2	2	6,5	0,04	0,02	0,1	Resto
4	20	1	1	2	2	6	0,04	0,01	0,1	Resto
5	19	1	1	2	2	6	0,06	0,04	0,1	Resto

15

incluyendo menos de 0,1% de cada uno de los elementos hierro manganeso y silicio. Las propiedades de carga de rotura de barras de ensayo coladas a cotas que tenían un diámetro de 6,3 mm y una longitud útil de 31,7 mm, producidas a partir de las composiciones de aleación indicadas en la tabla I, fueron determinadas a 980°C y 15,5 kg/mm<sup>2</sup> en las condiciones indicadas en la tabla II, con los resultados que se indican en la siguiente tabla III.

20

TABLA II

<u>Condiciones</u>	<u>Tratamiento</u>
A	En estado después de colar
25 B	Calentado a 1.175°C durante 2 horas
C	Calentado a 1.175°C durante 2 horas y después a 900°C durante 24 horas.

30

328389



TABLA III

Aleación nº	Condiciones	Vida hasta la ro- tura, horas	Alargamiento%	
5	1	A	37,2	6,2
	1	B	57,4	4,4
	1	B	73,9	4,0
	1	C	46,2	5,3
	2	A	56,1	8
10	3	A	57,4	6,2
	4	A	37,5	6,2
	5	A	31,2	5,4
	5	B	37,3	7,1

15

Ensayos de tracción a la temperatura ambiente sobre barras de ensayo coladas a cotas de aleaciones de acuerdo con el invento han mostrado un límite aparente de elasticidad con 0,2% de deformación permanente de 84,4 kg/mm<sup>2</sup> con alargamientos del orden de 5% o más.

20

Con el fin de demostrar la resistencia mejorada a la corrosión de las aleaciones, comparado con la aleación AMS 5.391, se condujeron ensayos de corrosión en los que una muestra de cada aleación fué calentada en contacto con una mezcla fundida de 90% de sulfato de sodio y 10% de cloruro de sodio en aire hasta una temperatura de 925°C durante 4 horas. Se encontró que las muestras de aleación AMS 5.391 fueron destruidas en el curso del ensayo mientras que muestras hechas de la aleación del presente invento no fueron atacadas. En otro ensayo conducido a 790°C en una

30

328389



5 atmosfera de gas oxidante que contenia dióxido de azufre  
utilizando muestras recubiertas con una mezcla de partes  
iguales de sulfato de sodio y sulfato de magnesio, se en-  
contró que la resistencia a la corrosión de la aleación  
del invento era de 10 a 50 veces mayor que la de la alea-  
ción AISI 5.391. Se encontró también resistencia mejorada  
a la sulfuración a temperatura elevada bajo condiciones  
reductoras y oxidante alternativas.

10 Piezas coladas producidas a partir de las alea-  
ciones pueden ser empleadas no solo en paletas coladas de  
turbina de gas para aviación, industriales, marinas y de  
automóviles sinó también en componentes colados de turbi-  
nas de gas estacionarias tales como aspas de guía, tabiques  
de boquilla y otros componentes colados de turbina de gas  
15 que están sometidos a ambientes corrosivos a temperaturas  
elevadas, particularmente los que incluyen sal (cloruro  
de sodio).

Esta solicitud que corresponde a la presentada  
en los Estados Unidos de América, el 29 de junio de 1.965,  
20 bajo el número 468.154, se acoge a los beneficios del artí-  
culo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

- N O T A -

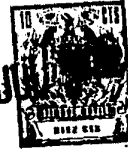
Los puntos de invención propia y nueva que se pre-  
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente  
de Invención en España, por VEINTE años, son los siguien-  
tes:  
30



- 5 1.- Mejoras introducidas en la fabricación de aleaciones, caracterizadas porque se mezclan desde 16 hasta 20% de cromo, desde 0,5 hasta 2,5% de molibdeno, desde 0,5 hasta 2% de niobio, desde 1 hasta 3% de tungsteno, desde 1 hasta 3% de tántalo, desde 5,5 hasta 7% de aluminio, desde 0 hasta 0,75% de titanio, desde 0 hasta 15% de cobalto, desde 0,025 hasta 0,08 de carbono, desde 0,01 hasta 0,05% de boro, y desde 0,015 hasta 0,2% de zirconio, siendo níquel el resto, aparte de las impurezas
- 10 2.- Las mejoras de acuerdo con la reivindicación 1, en cuyas aleaciones el contenido de cromo es desde 16 hasta 18%.
- 15 3.- Las mejoras de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizadas porque se mezclan desde 16,5 hasta 17,5% de cromo, desde 1 hasta 2% de molibdeno, desde 0,75 hasta 1,25% de niobio, desde 1,5 hasta 2,5% de tungsteno, desde 1,5 hasta 2,5% de tántalo, desde 6 hasta 6,5% de aluminio, no más de 0,25% de titanio, desde 0,03 hasta 0,07% de carbono, desde 0,015 hasta 0,025% de boro, desde 0,05 hasta 20 0,15% de zirconio y desde 0 hasta 1% de cobalto, siendo níquel el resto, aparte de las impurezas.
- 25 4.- Las mejoras de acuerdo con la reivindicación 1, cuyas aleaciones tienen sustancialmente la composición de cualquiera de las aleaciones n<sup>os</sup>. 1 a 5 de la memoria.
- 5.- Mejoras en la fabricación de artículos o piezas expuestos en utilización a esfuerzos a temperaturas elevadas bajo condiciones corrosivas, coladosa partir de una aleación de una aleación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
- 30 6.- Mejoras en la fabricación de componentes de

328389

22 JUL



una turbina de gas, expuestos en utilización a esfuerzos a temperaturas elevadas en presencia de cloruro sódico colados a partir de una aleación de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4.

5

7.- "MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA FABRICACION DE ALEACIONES PARA COMPONENTES EXPUESTOS A ESFUERZOS A TEMPERATURAS ELEVADAS BAJO CONDICIONES CORROSIVAS"

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

10

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

Madrid,

P.A.

22 JUL

Alberto de Eizaburu  
For (100)