

16 MAR 1965



P- 28.347

CEE/GHK  
"PDRL 162"

307887

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud de  
PATENTE DE INVENCION  
formulada el 7 de enero de 1.965, con el núm. 307.887

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 DE FUNDI-  
CION"

---

Esta invención se refiere a una aleación de fundición a base de níquel, especialmente útil para la producción de paletas de turbinas de gas para aviones, mediante fusión a vacío y colada a vacío, y a las piezas coladas hechas a partir de la misma.

5 Los requerimientos de una aleación de fundición para este fin incluyen, además de buenas propiedades de rotura bajo esfuer-  
zo a las altas temperaturas y esfuerzos que se dan en servicio, buena moldeabilidad, una alta resistencia a la oxidación y a la fatiga térmica, y buena estabilidad estructural cuando se somete  
10 a los efectos de la temperatura y el esfuerzo durante periodos largos de tiempo. Un ensayo reciente de aceptación establecido



por los diseñadores de motores de aviones para una aleación empleada en paletas de turbinas de gas, requiere que tenga una duración hasta la rotura por esfuerzo de 23 horas por lo menos a 982°C y 20'4 kg/mm<sup>2</sup>. La aleación debe tener también buena ductilidad a 760°C, ya que las porciones de la raíz de las paletas trabajan a aproximadamente esta temperatura, y una ductilidad pobre puede conducir a la fractura en servicio. La estabilidad estructural a temperaturas altas es particularmente importante, ya que el tiempo en servicio que se espera para muchas turbinas de gas para aviones es actualmente de más de 2500 horas, y se requiere que las paletas coladas conserven esencialmente su ductilidad original durante este tiempo, sin tendencia alguna a desarrollar una estructura acicular frágil.

De acuerdo con la invención, una aleación a base de níquel contiene desde 4 hasta 11% de cromo, 0'5 a 3% de niobio, 0'5 a 4% de tántalo, 2 a 6% de molibdeno, 0'5 a 4% de tungsteno, 5 a 8% de aluminio, hasta 0'18% de carbono, 0 a 1'25% de titanio, siempre que el contenido en titanio no exceda del 0'6% cuando el contenido en carbono no excede de 0,10%, 0'005 a 0'03% de boro, y 0'01 a 0'2% de circonio, siendo el resto níquel, aparte de las impurezas. Esta aleación tiene buenas propiedades de rotura por esfuerzo y estabilidad estructural cuando se produce por fusión a vacío y colada a vacío.

De modo más ventajoso, las aleaciones contienen desde 9 hasta 11% de cromo, 0'5 a 1'5% de niobio, 1 a 3% de tántalo, 3 a 5% de molibdeno, 1 a 3% de tungsteno, 6 a 7% de aluminio, hasta 0'15% de carbono, no más de 1'1% de titanio, 0'005 a 0'02% de boro, y 0'05 a 0'15% de circonio, siendo el resto níquel, aparte de las impurezas.

Las propiedades de la aleación se afectan perjudicialmente

307887



si el contenido de cualquiera de los constituyentes está fuera de los intervalos especificados. En la práctica, las aleaciones contendrán siempre una pequeña cantidad de carbono, por ej. 0'005 o 0'01% por lo menos, dependiendo el límite inferior alcanzable de las condiciones de fusión y de las materias primas utilizadas. Es, sin embargo, importante que el contenido en carbono no exceda del 0'18%, y preferiblemente que no sea más del 0'15%.

Es importante que las aleaciones sean producidas utilizando los materiales más puros compatibles con un costo razonable. Por tanto, los contenidos en impurezas perjudiciales, por ej. plomo, bismuto, telurio, azufre, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, arsénico, antimonio, estaño y talio, deben ser tan bajos como sea posible y, de un modo ventajoso, no han de exceder de aproximadamente 0'0001% de cada uno. El cobalto y el hierro disminuyen la capacidad de la aleación para resistir los cambios microestructurales después de una larga exposición a temperatura elevada, y no han de estar presentes como impurezas en cantidades que excedan el 1% de cada uno. El silicio y el manganeso son también elementos perjudiciales, y no deben estar presentes en cantidades que excedan de aproximadamente el 0'1% de cada uno.

A modo de ejemplo, se funden a vacío y se cuelean a vacío cinco aleaciones de acuerdo con la invención (Nos. 1 a 5) y una aleación de fundición comercial conocida (Nº 6) en varias formas, incluyendo probetas coladas a medida que tienen secciones calibradas de 6,35 mm de diámetro y 25'4 mm de longitud. Utilizando estas piezas de ensayo, se determinaron las propiedades de rotura por esfuerzo de las aleaciones bajo varias combinaciones de esfuerzo y temperatura, y se determinaron sus propiedades de tracción a temperatura ambiente. Las composiciones de las aleaciones y los resultados de los ensayos de rotura por esfuerzo y de tracción



se exponen en las siguientes Tablas:

TABLA I

Composición en tanto por ciento en peso

Aleación Nº	5											
	% Cr	% Mo	% W	% Co	% Ta	% Al	% Ti	% C	% B	% Zr	% Ni	
1	10	4	2	1	2	6,5	0	0,04	0,02	0,1	Resto	
2	10	3,6	2,07	0,07	2,77	6,42	0,1	0,04	0,02	0,042	Resto	
3	10	4	2	1	2	6,5	1	0,15	0,02	0,1	Resto	
4	9,88	3,9	2	0,96	1,97	6,58	0,94	0,12	0,013	0,057	Resto	
10	5	10	4	2	1	1	6,5	1	0,12	0,02	0,1	Resto
6	12,5	4,2	-	1,2	-	6,1	0,8	0,12	0,012	0,01	Resto	

307887 16



TABLA II

Propiedades de rotura por tensión

Aleación Nº	Temperatura (°C)	Carga kg/mm <sup>2</sup>	Duración hasta la rotura (horas)	Alargamiento (%)	
5	1	982	20'4	39'9	9'2
		1038	12'0	103'7	10'7
	2	760	63'3	73'3	5'3
		816	35'2	1356	3'0
		899	21'1	580	4'4
10		927	26'0	97'8	8'8
		982	20'4	46'0	15
		982	14'1	378'8	11'6
		1038	12'7	44'1	7'1
		1038	10'6	160'6	8'9
15	3	760	59'8	213	4'5
		816	35'2	1841'1	8'9
		982	20'4	40	8'3
20	4	760	63'3	258'7	4'0
		899	21'1	813	10'6
		982	20'4	48'9	8'9
		982	14'1	337	4'4
25	5	982	20'4	35'1	7'1
		982	20'4	42'7	10'0
		982	20'4	60'6	10'0
	6	760	59'8	54	4'5
		982	20'4	10	-



TABLA III

## Propiedades de tracción a temperatura ambiente

Aleación Nº	Límite elástico (kg/mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción (kg/mm <sup>2</sup> )	Alarga- miento (%)	Reducción de área (%)
1	77'3	95'6	15	16
5 2	78'0	84'5	13'0	18'5
3	73'6	81'9	8'0	19'6

Los resultados de la Tabla II muestran que cada una de las aleaciones Nos. 1 a 5 satisfacen el requerimiento de una vida de al menos 23 horas a 982°C y un esfuerzo de 20'4 kg/mm<sup>2</sup>, mientras que la aleación N° 6 no lo satisface.

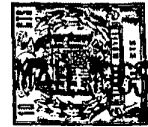
Los resultados de numerosos ensayos de rotura por esfuerzo sobre las aleaciones preferidas de la invención se han utilizado para preparar el diafragma de Larson-Miller que se reproduce en el dibujo anexo. Este diagrama representa gráficamente la relación entre las tres variables temperatura, esfuerzo y duración hasta la rotura, y permite averiguar la vida hasta la rotura de la aleación, bajo cualquier condición de carga o temperatura dentro de los intervalos que abarca el diagrama. Las ordenadas de la parte superior del dibujo representan la vida hasta la rotura en horas, y las de la parte inferior el esfuerzo correspondiente, mientras que las abscisas representan los valores del parámetro P de Larson-Miller, definido por la ecuación

$$P = T (20 + \log t) \times 10^{-3}$$

en la que T es la temperatura absoluta y t el tiempo hasta la rotura.

Además de los ensayos descritos arriba, se sometieron las piezas coladas a partir de la aleación N° 4 a ensayos de oxidación y sulfuración. En los ensayos de oxidación fueron expuestas las piezas coladas, en aire, a ciclos repetidos de calefacción y

307887 16



enfriamiento, que comprendían calentar durante 16 horas a 1038°C, y enfriar después durante 8 horas. Después de 208 horas la pérdida de peso fue solamente de 0'005%. El ensayo de sulfuración comprendió la inmersión en una mezcla fundida de 90% de sulfato de sodio y 10% de cloruro de sodio durante una hora a 927°C. La pérdida de peso resultante de una muestra patrón fue de menos de 0'1 g.

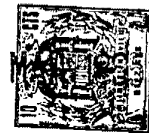
Se encontró que las paletas de turbina coladas producidas a partir de las aleaciones bajo condiciones comerciales por fusión a vacío y colada a vacío, utilizando los procedimientos de colada de las instalaciones convencionales, eran perfectas cuando se inspeccionaron por medio de rayos X y ensayos de penetración de colorante.

Es una ventaja de las aleaciones el hecho de que tienen una densidad bastante baja, siendo la densidad de la aleación Nº 3 de solamente 8'04 g/cm<sup>3</sup>.

Es una característica importante de la invención el que la alta resistencia mecánica de las aleaciones se alcanza con un bajo contenido en tungsteno, ya que si el contenido en tungsteno sobrepasa el 4%, la densidad de las aleaciones se aumenta apreciablemente, y se reduce la relación de resistencia mecánica a peso.

Las piezas coladas que pueden hacerse a partir de las aleaciones incluyen no solamente paletas de turbina de gas para aviones, sino también paletas para turbinas de gas de automóviles, boquillas de extrusión, boquillas de forja en caliente y rotores de turbina. Las piezas coladas muestran buenas propiedades en secciones de hasta 30 centímetros.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 8 de Enero de 1.964, bajo el número 336.458, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto



N O T A

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10 1<sup>a</sup>.— Mejoras introducidas en la fabricación de aleaciones de fundición caracterizadas porque las mismas contienen de 4 a 11% de cromo, 0'5 a 3% de niobio, 0'5 a 4% de tántalo, 2% e 6% de molibdeno, 0'5 a 4% de tungsteno, 5 a 8% de aluminio, hasta 0'18% de carbono, 0 a 1'25% de titanio siempre que, cuando el contenido de carbono no exceda de 0'10%, el contenido de tita-  
15 nio no exceda de 0'6%, 0'005 a 0'03% de boro y 0'01 a 0'2% de circonio, siendo el resto, aparte de las impurezas níquel.

2<sup>a</sup>.— Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque el contenido de cromo es de 9 a 11%, el contenido de niobio es de 0'5 a 1'5%, el contenido de tántalo es de 1 a 3%,  
20 el contenido de molibdeno es de 3 a 5%, el contenido de tungsteno es de 1 a 3%, el contenido de aluminio es de 6 a 7%, el contenido de carbono no excede de 0'15%, el contenido de titanio no excede de 1'1%, el contenido de boro es 0'005 a 0'02%, y el contenido de circonio es de 0'05 a 0'15%.

25 3<sup>a</sup>.— Mejoras introducidas en la fabricación de aleaciones de fundición.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña, y con los fines que se han especificado.

30

307887 16 MAR 1965



Esta Memoria consta de nueve hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 16 MAR 1965

P. A.

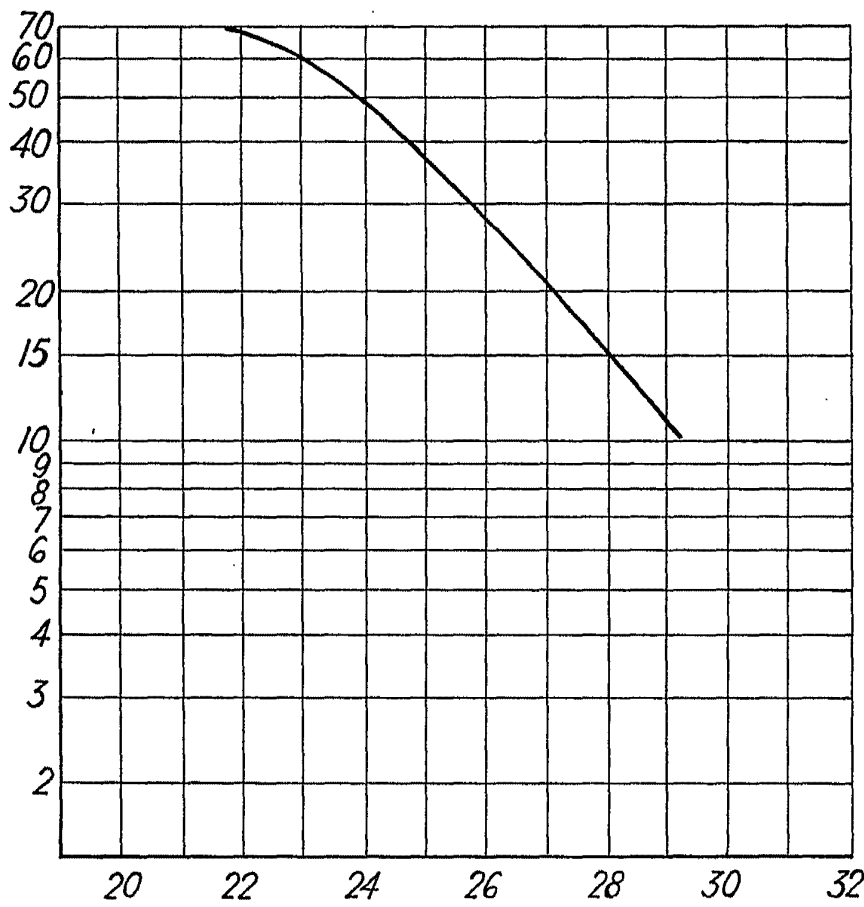
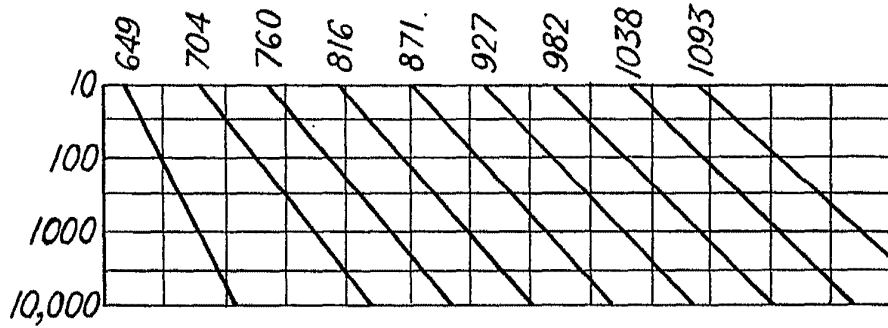
Alberto de Elzabura  
Por Poder

BG/.

*[Handwritten signature]*



307887



Atento de **Maizura**  
Por Poder