

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 046**

51 Int. Cl.:

C22C 38/42 (2006.01)

C22C 38/44 (2006.01)

C22C 38/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2012 E 12151566 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2617858**

54 Título: **Aleación austenítica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.08.2015

73 Titular/es:

**SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB
(100.0%)
811 81 Sandviken, SE**

72 Inventor/es:

**CHAI, GUOCAI;
HÖGBERG, JAN;
ÅKESSON, SOFIA y
FORSBERG, URBAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 543 046 T3

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

Aleación austenítica

Campo de la técnica

5 La presente invención se refiere a una aleación austenítica según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención también se refiere a un componente para una planta de combustión que comprende la aleación austenítica de la invención.

Antecedentes

La generación de energía basada en la combustión de biomasa se considera sostenible y de carbono neutral y se está convirtiendo en una fuente cada vez más importante de energía.

10 Un problema en la combustión de la biomasa es que los productos de combustión de la amplia gama de combustibles de biomasa que se usan son corrosivos y pueden causar deposiciones sobre los componentes de la planta de energía de biomasa. En las plantas de energía de biomasa están especialmente expuestos los sobrecalentadores, los recalentadores y los evaporadores, así como en las calderas de vapor. Un problema adicional en las plantas de energía de biomasa es que los materiales en los componentes empiezan fluir debido a
 15 las altas temperaturas y a las altas presiones en la planta de energía. Hoy en día, las plantas de biomasa funcionan a una presión de 150 - 200 bar y a una temperatura de 500 - 550 °C. En el futuro, se esperan que las temperaturas de las plantas de energía de biomasa sean aún mayores que las de la actualidad, 600 - 650 °C. Esto pondrá exigencias aún más altas sobre la resistencia a la corrosión en caliente y sobre la resistencia a la fluencia de las partes estructurales de la planta de energía.

20 Se han hecho intentos para aumentar la resistencia a la corrosión en los aceros. Por ejemplo, los Documentos de Patente de números US4876065, WO 03/044238 y WO 0190432 describen aceros que están diseñados para su uso en ambientes corrosivos en la industria del petróleo y del gas.

25 Los estudios han demostrado, además, que el acero inoxidable austenítico con elevado contenido de Mo muestra una buena resistencia a la corrosión a altas temperaturas: James R. Keisler, Oak ridge National laboratory, NACE Corrosion 2010, n° 10081.

Sin embargo, estos aceros no exhiben la necesaria resistencia a la fluencia para ser adecuados en las plantas de energía de biomasa.

30 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención lograr una aleación austenítica que exhiba alta resistencia a la corrosión y alta resistencia a la fluencia. También es un objeto de la presente invención lograr un componente para una planta de caldera de vapor que comprenda la aleación de la invención.

Resumen de la invención

Según la invención, este objeto se logra mediante una aleación austenítica que comprende (en % en peso):

- C: 0,01 - 0,05
- Si: 0,05 - 0,80
- 35 Mn: 1,5 - 2
- Cr: 26 - 34,5
- Ni: 30 - 35
- Mo: 3 - 4
- Cu: 0,5 - 1,5
- 40 N: 0,05 - 0,15
- V: ≤ 0,15

el resto Fe e impurezas inevitables, y en donde

$$40 \leq \%Ni + 100 * \%N \leq 50.$$

45 La aleación austenítica de la invención tiene buena resistencia a la corrosión a altas temperaturas, en particular, buena resistencia a la corrosión del lado del fuego. Al equilibrar las adiciones de níquel y de nitrógeno en la aleación de modo que se cumpla la condición $40 \leq \%Ni + 100 * \%N \leq 50$, se logra además una alta resistencia a la fluencia y

alta ductilidad en la aleación. La buena resistencia a la corrosión a altas temperaturas en combinación con la alta resistencia a la fluencia hace que la aleación austenítica de la invención sea muy adecuada como material para partes estructurales en las calderas de vapor. La aleación de la invención es particularmente útil en plantas de energía de biomasa que operan bajo condiciones de corrosión a altas temperaturas y presiones.

5 Preferiblemente, dicha aleación austenítica cumple con el requisito: $40 < \%Ni + 100 * \%N \leq 45$. La aleación también exhibe muy buena resistencia a la fluencia y alta ductilidad. Esto es ventajoso cuando el material se usa en calderas de vapor, ya que permite una alta expansión y contracción termoplástica del material durante el arranque y el apagado de la caldera. Por lo tanto, el material puede estar sometido a calentamientos y enfriamientos cíclicos sin agrietarse.

10 Preferiblemente, el contenido de sílice (Si) en la aleación austenítica es 0,3 - 0,55 % en peso. De este modo se logra una muy alta resistencia a la fluencia en la aleación debido a la mínima formación de la frágil fase sigma y a la mínima formación de inclusiones que contienen oxígeno.

Preferiblemente, el contenido de carbono (C) en dicha aleación austenítica es 0,01 - 0,018 % en peso con el fin de optimizar la resistencia a la corrosión.

15 La invención también se refiere a un componente para una planta de combustión, preferiblemente una planta de energía de biomasa o una caldera de vapor de biomasa que comprende la aleación austenítica de la invención.

Dicho componente puede ser por ejemplo un sobrecalentador o un recalentador o un evaporador, preferiblemente un tubo de tal sobrecalentador, recalentador o evaporador, y en donde el componente está sometido a los gases de combustión y a elevado calor cuando está en su posición operativa. De este modo, la invención se puede definir, como una alternativa, a una planta de combustión, preferiblemente una planta de energía de biomasa, que comprende una caldera, preferiblemente una caldera de vapor de biomasa, que comprende un componente, preferiblemente un tubo de un sobrecalentador, un tubo de un recalentador o un tubo de un evaporador, dispuesto en la caldera y se sometido a los gases de combustión y al calor generado por dicha caldera durante el funcionamiento de la misma, en donde dicho componente comprende la aleación según la invención.

25 Descripción de la invención

La aleación austenítica de la invención comprende los siguientes elementos de aleación:

Carbono (C)

El carbono es un elemento estabilizador de la austenita, y por lo tanto se debe incluir en la aleación de la invención en una cantidad de al menos 0,01 % en peso. El carbono es además importante para aumentar la resistencia a la fluencia del material por la formación de nitruro de carbonos. Sin embargo, en presencia de cromo, el carbono forma carburos de cromo que aumentan el riesgo de la corrosión intergranular. Altos contenidos de carbono reducen aún más la soldabilidad. Para minimizar la formación de carburos de cromo, y asegurar una buena soldabilidad el contenido de carbono no debe exceder del 0,05 % en peso. Para inhibir aún más la formación de los carburos de cromo, el contenido de carbono debe estar preferiblemente en el intervalo de 0,01 - 0,018 % en peso.

35 Silicio (Si)

El silicio se usa como un elemento desoxidante en la producción de acero. Sin embargo, un alto contenido de silicio es perjudicial para la soldabilidad. A fin de asegurar un bajo contenido de oxígeno en el acero y por lo tanto pocas inclusiones, el contenido de silicio debe ser al menos del 0,05 % en peso. El contenido de silicio sin embargo no debe exceder del 0,80 % en peso a fin de garantizar la soldabilidad del acero. Se ha encontrado que cuando el contenido de silicio está en el intervalo de 0,30 - 0,55 % en peso se logra muy alta resistencia a la fluencia en la aleación de la invención. Se cree que la formación de la fase sigma aumenta cuando el nivel de silicio excede del 0,55 % en peso. La fase sigma reduce la ductilidad de la aleación de la invención y por lo tanto también la resistencia a la fluencia. Por debajo del 0,30 % en peso, se reduce la resistencia a la fluencia debido al aumento de la formación de inclusiones que contienen oxígeno.

45 Manganeso (Mn)

El manganeso, como el Si, es un elemento desoxidante, y también es eficaz para mejorar la aptitud a ser trabajado en caliente. El contenido máximo de manganeso tiene que limitarse para controlar la ductilidad y la tenacidad de la aleación de la invención a temperatura ambiente. Por lo tanto, el contenido de manganeso debe estar en el intervalo de 1,50 - 2,0 % en peso.

50 Cromo (Cr)

El cromo es un elemento eficaz para mejorar la resistencia a la corrosión del lado del fuego y la resistencia a la oxidación por vapor. Con el fin de lograr una suficiente resistencia a la corrosión en caliente para su uso como por ejemplo en tubos de caldera en plantas de energía de combustión de biomasa, se necesita un contenido de cromo de al menos 26 %. Sin embargo, si el cromo es superior al 34,5 %, el contenido de níquel se debe incrementar aún

más ya que un contenido más alto de Cr puede aumentar el riesgo de formación de fases intermetálicas, tales como la fase sigma. Por consiguiente, el contenido de cromo debe estar en el intervalo de 26,0 % en peso - 34,5 % en peso. En el caso de la presente invención, se han obtenido muy buenas propiedades de materiales con contenidos de cromo en el intervalo de 26,0 - 29,0 % en peso, que por lo tanto se debe considerar como un intervalo preferido o al menos un intervalo aún más limitado dentro del cual se logra el efecto técnico de la invención.

Níquel (Ni)

El níquel es un elemento esencial para el propósito de asegurar una estructura austenítica estable en la aleación de la invención pues suprime la formación de las fases intermetálicas como la fase sigma. La fase sigma es una fase intermetálica dura y quebradiza con cromo y molibdeno, y se forma a temperaturas elevadas. La fase sigma tiene un impacto negativo en la ductilidad y en el alargamiento del acero. Al estabilizar la fase austenítica en la aleación, se minimiza la formación de la fase sigma. El níquel es por lo tanto importante para asegurar la suficiente ductilidad y alargamiento del acero. El níquel tiene también un efecto positivo sobre la resistencia a la corrosión de la aleación de la invención, ya que promueve la formación de una película de óxido-Cr pasiva que suprime aún más el crecimiento del óxido, es decir, descascarillado. El contenido de níquel debe ser al menos un 30 % en peso en la aleación de la invención con el fin de garantizar la estabilidad de la estructura, la resistencia a la corrosión y la ductilidad. Sin embargo, el níquel es un elemento de aleación relativamente caro y con el fin de mantener bajos los costos de producción se debe limitar el contenido de níquel. El níquel disminuye además la solubilidad del nitrógeno en la aleación y por lo tanto el contenido de níquel no debe exceder del 35 % en peso.

Molibdeno (Mo)

El molibdeno se incluye en la aleación de la invención con el fin de mejorar la resistencia a la corrosión en caliente en el lado del fuego de los tubos de la caldera. La adición de Mo además mejora la resistencia general a la corrosión de la aleación de la invención. Sin embargo, el Mo es un elemento caro y promueve la precipitación de la fase sigma y por lo tanto invita al deterioro de la tenacidad del acero. Con el fin de asegurar una buena resistencia a la corrosión en caliente del acero el contenido de molibdeno debe ser al menos 3 % en peso. El límite superior de molibdeno es del 4 % en peso para evitar la precipitación de la fase sigma.

Cobre (Cu)

La adición de cobre puede mejorar la resistencia a la fluencia por la precipitación de la fase rica en cobre, precipitada de forma fina y uniforme en la matriz. Sin embargo, una cantidad excesiva de cobre tiene como resultado una aptitud a ser trabajado disminuida. Una cantidad elevada de cobre también puede conducir a una disminución de la ductilidad y de la tenacidad. Por lo tanto, el contenido de cobre en la aleación de la invención debe estar en el intervalo de 0,5 - 1,5 % en peso. En el caso de la presente invención, se han obtenido resultados particularmente buenos con un contenido de cobre en el intervalo de 0,8 - 1,2 % en peso, que por lo tanto, al menos por esa razón, se considera como un intervalo preferido o al menos un intervalo más limitado dentro de la cual se logra el efecto técnico de la invención.

Nitrógeno (N)

El nitrógeno tiene un fuerte efecto estabilizante en la estructura austenítica y por lo tanto reduce la formación de la fase sigma. Esto tiene un efecto positivo sobre la ductilidad del acero. En la aleación de la invención el efecto principal del nitrógeno es que, junto con el carbono, forma precipitaciones en forma de nitruro de carbonos. Las pequeñas partículas de nitruro de carbono generalmente precipitan en los límites de grano del acero y detienen a las dislocaciones que se propagan dentro de los granos de cristal del acero. Esto aumenta en gran medida la resistencia a la fluencia del acero. El contenido de nitrógeno debe ser de al menos 0,05 % en peso en la aleación de la invención con el fin de asegurar una estructura austenítica estable y de que se forme una cantidad suficiente de nitruro de carbonos. Sin embargo, si el nitrógeno está presente en altas cantidades podrían aparecer grandes precipitaciones primarias de nitruros que reducen la ductilidad y la tenacidad de la aleación de la invención. Por lo tanto, el contenido de nitrógeno en la aleación de la invención se debe limitar a 0,15 % en peso.

Vanadio (V)

La adición de vanadio, titanio o niobio contribuye a mejorar la resistencia a la rotura por fluencia a través de la precipitación de la fase MX. Sin embargo, la excesiva cantidad de vanadio puede disminuir la soldabilidad y aptitud a ser trabajado en caliente. Por lo tanto, se podría permitir el vanadio en la aleación de la invención en una cantidad del $\leq 0,15$ % en peso.

Fósforo (P) y azufre (S)

El fósforo y el azufre se incluyen típicamente como impurezas en las materias primas para la aleación de la invención y podrían causar grietas de soldadura en altas cantidades. Por lo tanto, el fósforo no debe exceder del 0,035 %. El azufre no debe exceder del 0,005 %.

Requisito: $40 \leq \%Ni + 100 * \%N \leq 50$

5 En la aleación de la invención, el contenido de níquel y el contenido de nitrógeno deben estar equilibrados para cumplir el requisito: $40 \leq \%Ni + 100 * \%N \leq 50$. Se ha demostrado que dentro de este intervalo se logra muy buena resistencia a la fluencia y ductilidad. Se cree que la buena resistencia a la fluencia es el resultado de un efecto sinérgico del níquel y del nitrógeno. Preferiblemente, el contenido de níquel y el contenido de nitrógeno se deben equilibrar para cumplir el requisito: $40 \leq \%Ni + 100 * \%N \leq 45$.

10 Como se ha indicado anteriormente, el nitrógeno forma nitruro de carbonos que promueven la resistencia a la fluencia al aumentar la tensión de fluencia en la aleación. Sin embargo, la resistencia a la fluencia se ve afectada negativamente por cualquier fase frágil, tal como la fase sigma. La adición de níquel y nitrógeno suprime la formación de la fase sigma en el acero y aumenta de este modo el alargamiento a la rotura o la ductilidad de la aleación. Esto reducirá la concentración de esfuerzos y la posible iniciación y propagación de grietas. En consecuencia, esto conduce a un aumento de la resistencia a la fluencia.

Descripción de los dibujos

Figura 1: Una tabla sobre las composiciones de aleación.

15 Figura 2. Un diagrama que muestra los resultados de los ensayos de fluencia a 600 °C de las aleaciones de la invención y de aleaciones comparativas.

Figura 3: Un diagrama que muestra los resultados de los ensayos de fluencia a 650 °C de las aleaciones de la invención y de aleaciones comparativas.

Ejemplo

A continuación se describirá la aleación de la invención con referencia a un ejemplo concreto.

20 Se prepararon diez lotes de acero por métodos convencionales de fabricación de acero. La composición del correspondiente lote de acero se muestra en la Tabla 1. El proceso metalúrgico convencional según el cual se prepararon los lotes fue el siguiente:

25 Fusión por el método AOD - laminación en caliente – extrusión – conformación en frío (deformación en frío) - recocido en solución – enfriamiento en agua. El material en forma de barra hueca después de la extrusión en caliente a continuación se conforma en frío con una deformación en frío entre 40 al 80 %, seguido por un recocido en solución a una temperatura entre 1.050 a 1.180 °C dependiendo de la dimensión. La siguiente tabla muestra los detalles.

Aleación	Lote	Deformación en frío (%)	Recocido	Enfriamiento
1	763554	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
2	462269	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
3	477353	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
4	469837	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
5	471988	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
6	469718	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
7	477217	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
8	477203	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
9	460335	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua
10	463024	40 - 80	1.050 – 1.180 °C / 5 – 25 minutos	Enfriamiento en agua

30 Las aleaciones 1, 7 - 9 son muestras comparativas y contienen concentraciones relativamente bajas de nitrógeno. Las Aleaciones 2, 3 y 10 son muestras comparativas y contienen concentraciones comparativamente altas de nitrógeno. Las aleaciones 4 - 6 son muestras de la invención que cumplen con el requisito $40 \leq \%Ni + 100 * \%N \leq 50$. Las aleaciones 1 y 10 son bajas en contenido de silicio.

35 Se prepararon muestras de ensayo de cada lote de acero. Las muestras se sometieron a pruebas de fluencia con el fin de determinar sus propiedades de fluencia. Las pruebas de fluencia se llevaron a cabo a dos temperaturas diferentes: 600 °C y 650 °C, mediante la aplicación de una tensión constante sobre cada muestra y determinando el tiempo de rotura y el alargamiento a la rotura de cada muestra. El alargamiento a la rotura es el aumento de la longitud hasta la rotura expresada como porcentaje de la longitud nominal para cada muestra. La tensión aplicada es igual a la resistencia a la rotura por fluencia de la aleación. La resistencia a la rotura por fluencia se define como la tensión que, a una temperatura dada, hará que un material se rompa en un momento dado.

40 Los ensayos de fluencia se llevaron a cabo según los métodos de prueba convencionales y se usaron modelos matemáticos convencionales para extrapolar los resultados.

La Figura 2 muestra la resistencia a la fluencia a 600 °C para las aleaciones de la invención 4 - 6 en comparación con las resistencias a la fluencia de las aleaciones comparativas 1, 7 y 9. La Figura 3 muestra la resistencia a la fluencia a 650 °C para las aleaciones de la invención 4 - 6 en comparación con las aleaciones comparativas 1, 8, 9. De las Figuras 1 y 2 es evidente que las aleaciones de la invención, para una tensión de fluencia dada, muestran un mayor tiempo de rotura que el de las aleaciones comparativas.

En las Tablas 2 y 3 se muestran algunos otros resultados de las pruebas de fluencia

Aleación	Lote	Tiempo de rotura (horas)	Tensión (MPa)	Alargamiento a la rotura (%)
1	763554	32.621	150	55
2	462269	49.738	170	71
3	477353	50.986	170	72
4	469837	117.561	160	71
5	471988	67.644	160	79
6	469718	102.321	160	90
7	477217	104.958	150	38
8	477203	105.889	150	46
9	460335	85.940	140	63
10	463024	7.629	165	65

Tabla 2: Pruebas de fluencia a 600 °C

La Tabla 2 muestra el tiempo de rotura y la resistencia a la fluencia o tensión aplicada de cada aleación a 600 °C. La Tabla 2 muestra además el alargamiento a la rotura es decir, el aumento de la longitud hasta la rotura expresada como porcentaje de la longitud nominal para cada muestra.

A partir de los resultados de la prueba se puede concluir que las aleaciones de la invención 4 - 6 muestran el mayor tiempo de rotura cuando se toma en consideración la magnitud de la resistencia a la fluencia es decir, la tensión aplicada. La aleación 4 muestra un valor pico de 117.561 horas a una tensión aplicada de 160 MPa. Las aleaciones 4 - 6 muestran además un alargamiento a la rotura muy alto.

Los elevados resultados en el tiempo de rotura en las aleaciones de 4 - 6 se creen que dependen de un efecto sinérgico de la adición de nitrógeno y níquel. La adición de nitrógeno aumenta el tiempo de rotura debido al fortalecimiento de la solución intersticial y también debido al fortalecimiento de la precipitación por la formación de los nitruro de carbonos. Los pequeños y densos nitruro de carbonos que precipitan en el material bloquean eficazmente el movimiento de dislocación a través de los granos del material de la aleación, y por lo tanto aumentan la resistencia a la deformación. La adición de níquel, y también la de nitrógeno, suprime la formación de la fase intermetálica, tal como la fase sigma, que afecta negativamente a la ductilidad, y por lo tanto mejora la ductilidad del material. La ductilidad mejorada reduce la concentración de tensiones, la iniciación de grietas y la propagación de grietas. El efecto sinérgico de estas propiedades tiene como resultado una muy alta resistencia a la fluencia.

La alta ductilidad, que se expresa como el alargamiento a la rotura en las Tablas 2 y 3, es además ventajosa cuando el material se usa en calderas de vapor, ya que permite una alta expansión y contracción termoplástica del material durante el arranque y el apagado de la caldera. Por lo tanto, el material se puede someter a calentamientos y enfriamientos cíclicos sin agrietarse.

Las aleaciones comparativas 1 - 3, 9 y 10 tienen comparativamente un alto alargamiento a la rotura, véase por ejemplo las aleaciones comparativas 2 y 3 que exhiben un alargamiento a la rotura del 71 % y 72 %, respectivamente. Sin embargo, estas aleaciones exhiben un más corto tiempo de rotura que las aleaciones de la invención. Se cree que el más corto tiempo de rotura en las aleaciones 1 - 3, 9 y 10 se debe al hecho de que estas aleaciones contienen cantidades relativamente pequeñas de nitrógeno. El bajo contenido de nitrógeno tiene como resultado que precipitan menos nitruro de carbonos en estos materiales que en las aleaciones de la invención. Debido a que las aleaciones 1 - 3, 9 y 10 comprenden pocos nitruro de carbonos, las dislocaciones se pueden mover más fácilmente a través de estos materiales. Esto provoca a su vez una mayor velocidad de deformación en el material, es decir, el material se deforma más rápido.

Las aleaciones comparativas 7 y 8 exhiben bastante alta resistencia a la fluencia, expresada como un mayor tiempo de rotura a una tensión aplicada dada. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el mayor tiempo de rotura para estas aleaciones se determinó a una tensión más baja, es decir, a 150 MPa, que para las aleaciones de la invención que se evaluaron a una tensión de 160 MPa. Por lo tanto, el tiempo de rotura de las aleaciones comparativas 7 y 8 es menor que el tiempo de rotura de las aleaciones de la invención 4 y 6. El menor tiempo de rotura de las aleaciones 7 y 8 se cree que está causado por una fragilidad inducida por los precipitados de fase intermetálica. Como se muestra en la Tabla 2, las aleaciones 7 y 8 tienen un alargamiento a la rotura de simplemente 38 % y 46 %, respectivamente.

ES 2 543 046 T3

La Tabla 3 muestra el resultado de las pruebas de fluencia a algunas cargas aplicadas a una temperatura de 650 °C.

Aleación	Calor	Tiempo de rotura (horas)	Tensión (MPa)	Alargamiento de rotura (%)
1	763554	32621	95	45
4	469837	116.711	95	70
5	471988	106.165	95	52
6	469718	95.883	105	45
6	469718	188.609	95	31
8	477203	32.665	120	62
9	460335	44.168	105	50

Tabla 3: Pruebas de fluencia a 650 °C

5 La Tabla 3 muestra que las aleaciones de la invención 4 - 6 tienen mejores propiedades de fluencia expresadas como el tiempo de rotura, resistencia a la fluencia y alargamiento de rotura que las aleaciones comparativas. La ductilidad para todas las aleaciones, es decir, el alargamiento de rotura es inferior a 650 °C en comparación con la ductilidad a 600 °C. La reducción de la ductilidad está causada por el hecho de que se forman más precipitaciones a temperaturas más altas y por un más rápido crecimiento de grano a temperaturas más altas.

REIVINDICACIONES

1.- Una aleación austenítica que comprende (en % en peso):

C: 0,01 - 0,05

Si: 0,05 - 0,80

5 Mn: 1,5 - 2

Cr: 26 - 34,5

Ni: 30 - 35

Mo: 3 - 4

Cu: 0,5 - 1,5

10 N: 0,05 - 0,15

V: $\leq 0,15$

el resto Fe e impurezas inevitables, y en donde $40 \leq \%Ni + 100 * \%N \leq 50$.

2.- La aleación austenítica según la reivindicación 1, en donde

$40 \leq \%Ni + 100 * \%N \leq 45$.

15 3.- La aleación austenítica según cualquier reivindicación precedente, en donde

Si: 0,3 - 0,55

4.- La aleación austenítica según cualquier reivindicación precedente, en donde

C: 0,01 - 0,018

20 5.- Un componente para una planta de combustión, caracterizado porque dicho componente comprende una aleación austenítica según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4.

6.- Un componente para una planta de combustión según la reivindicación 5, en donde dicho componente es un sobrecalentador o un recalentador o un evaporador.

ALEACION	LOTE	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu	N	40≤%Ni+100%N≤50
1	763554	0,015	0,18	1,75	0,011	0,003	27,01	31,01	3,51	-	1	0,039	34,91
2	462269	0,014	0,4	1,64	0,021	0,001	26,67	30,48	3,31	0,075	0,95	0,06	36,48
3	477353	0,009	0,49	1,71	0,020	0,001	26,89	30,81	3,46	0,083	0,97	0,049	35,71
4	469837	0,014	0,44	1,73	0,018	0,0003	27,11	33,21	3,44	-	0,95	0,11	44,21
5	471988	0,014	0,52	1,71	0,020	<0,0005	27,25	33,36	3,42	0,088	0,96	0,093	42,66
6	469718	0,009	0,40	1,70	0,017	0,0006	27,29	33,45	3,43	-	0,98	0,096	43,05
7	477217	0,012	0,47	1,70	0,020	0,001	26,82	30,85	3,44	0,077	1	0,032	34,05
8	477203	0,010	0,38	1,78	0,021	0,001	26,85	30,98	3,47	0,14	1,06	0,037	34,68
9	460335	0,010	0,49	1,78	0,022	0,001	26,72	30,44	3,32	0,071	0,99	0,035	33,94
10	463024	0,013	0,08	1,72	0,015	0,003	26,88	30,87	3,52	-	1	0,047	35,57

Tabla 1: Composición química de las aleaciones

Figura 1

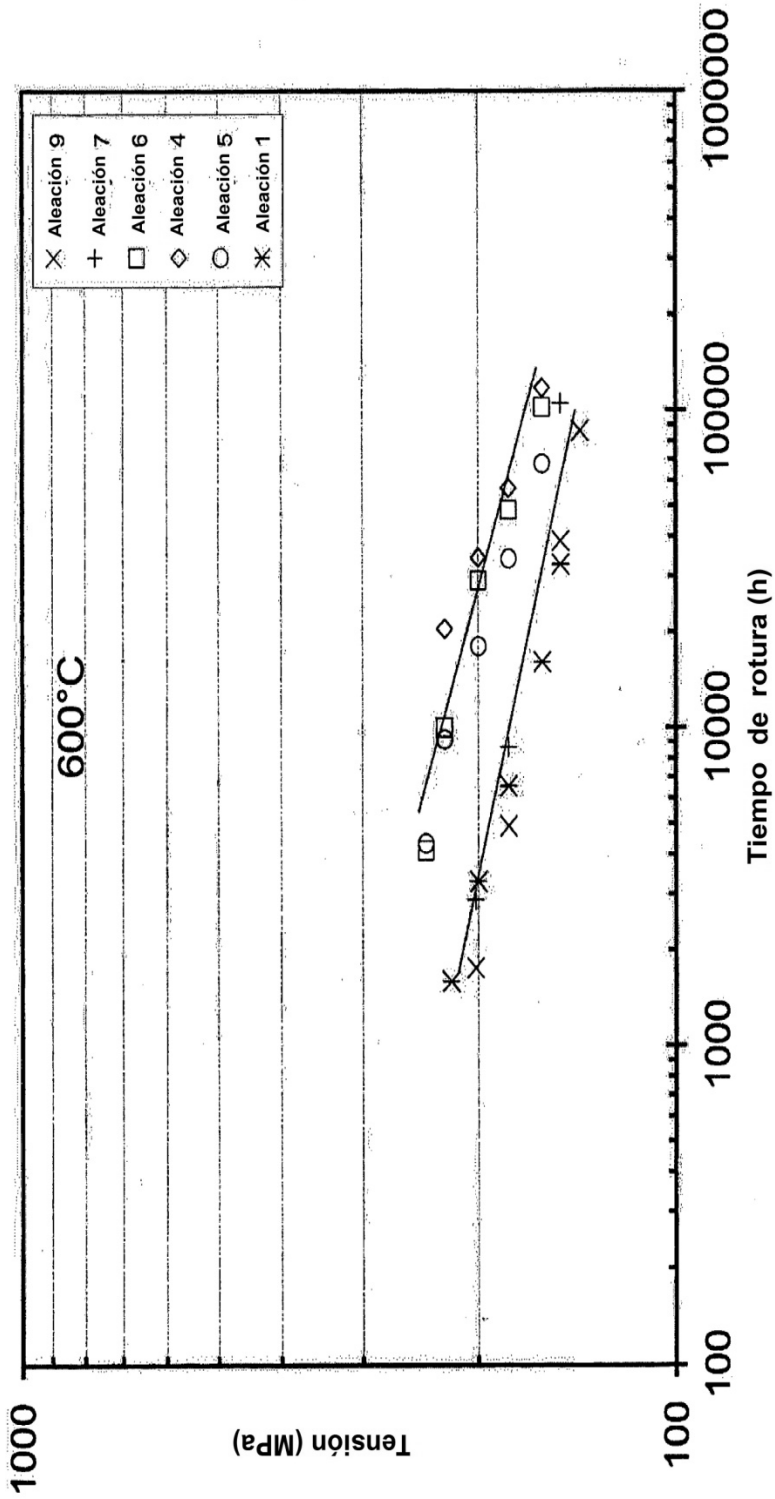


Figura 2

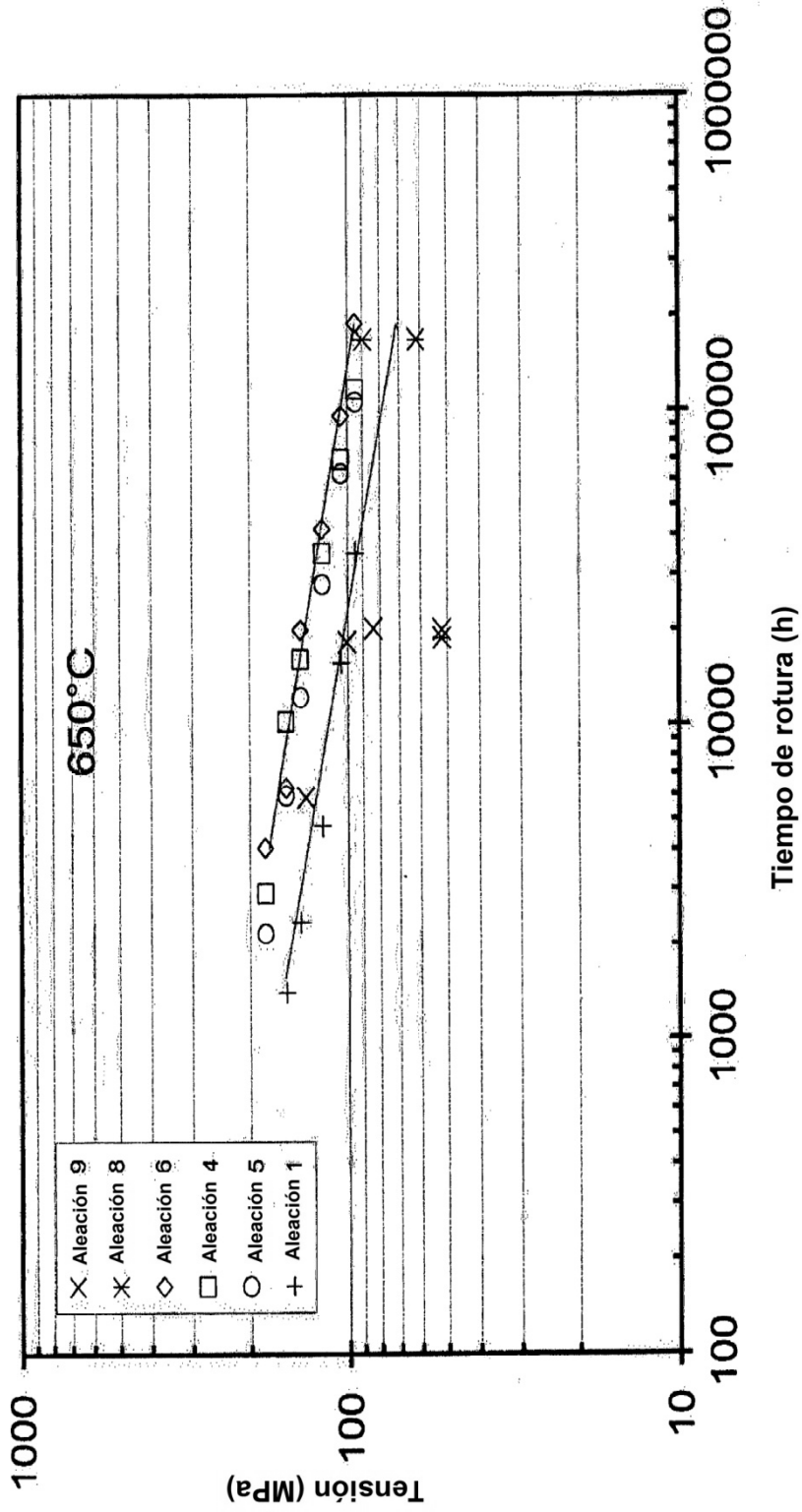


Figura 3