



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 936**

51 Int. Cl.:
C22C 38/58 (2006.01)
C21D 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04450211 .0**
86 Fecha de presentación : **17.11.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1538232**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.06.2005**

54 Título: **Acero austenítico anticorrosivo.**

30 Prioridad: **03.12.2003 AT A 1938/2003**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2007

73 Titular/es: **Böhler Edelstahl GmbH**
Mariazellerstrasse 25
A-8605 Kapfenberg, AT
Schoeller-Bleckmann Oilfield Technology GmbH &
Co. KG.

72 Inventor/es: **Saller, Gabriele;**
Aigner, Herbert;
Bernauer, Josef y
Huber, Raimund

74 Agente: **Izquierdo Faces, José**

ES 2 280 936 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).

ES 2 280 936 T3

DESCRIPCIÓN

Acero austenítico anticorrosivo.

5 La invención se refiere a una aleación de acero austenítico, esencialmente exento, o libre de ferrita.

Además, la invención comprende el empleo de una aleación de acero austenítico, esencialmente libre de ferrita.

10 Por último, la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de componentes austeníticos, esencialmente exentos o libres de ferrita, en especial barras de sondeo o perforación, para la técnica de campos petrolíferos.

15 Al horadar sondeos, por ejemplo, en la técnica de campos petrolíferos, es necesario establecer lo más exactamente posible una trayectoria de la perforación. Esto se efectúa habitualmente mediante la determinación de la posición de la cabeza de sondeo con ayuda de sondas de campo magnético, en las cuales se utiliza el campo magnético de la tierra para la medición. Con este fin piezas de aparatos de sondeo, en especial barras de perforación o sondeo, se fabrican a base de aleaciones no magnéticas. A este respecto, hoy se exige, al menos, para las piezas de varillajes o ramales de sondeo, las cuales se hallan en la inmediata proximidad de sondas de campos magnéticos, una relativa permeabilidad μ_r magnética menor que 1.01.

20 Las aleaciones austeníticas pueden estar configuradas esencialmente sin ferrita, esto es, con una relativa permeabilidad magnética μ_r menor que 1.01. Así pues, las aleaciones austeníticas pueden satisfacer la exigencia precedente y, por consiguiente ser utilizadas fundamentalmente para componentes de barrenas.

25 Para ser idóneas para un empleo en la forma de componentes de barrenas de perforación, en especial para sondeos profundos, es, además, necesario que un material austenítico seleccionado alcance unos valores mínimos de las propiedades mecánicas, en especial del 0.2% límite de elasticidad convencional y de la resistencia a la tracción y que haga frente a las cargas dinámicamente cambiantes, que aparecen en el trabajo de perforación, por consiguiente, presenta adicionalmente una alta resistencia a los cambios permanentes. De lo contrario, por ejemplo, barras de sondeo a base de las correspondientes aleaciones no pueden resistir o sólo para un corto tiempo de empleo los altos esfuerzos de tracción y compresión que aparecen en el uso, así como sollicitaciones de torsión; la consecuencia es un no deseado rápido o prematuro fallo de los materiales.

35 Los materiales austeníticos para componentes de varillajes o ramales de perforación se alean, por lo general, altamente con nitrógeno a fin de conseguir altos valores del límite de estirado, alargamiento o fluencia y de la resistencia a la tracción de componentes como barras de sondeo. Sin embargo, una exigencia a tener en cuenta es una ausencia o carencia de poros del material empleado, la cual es influenciada mediante la composición de la aleación y el procedimiento de fabricación.

40 A este respecto, se presentan aleaciones favorables económicamente, las cuales en el caso de solidificación bajo presión atmosférica conducen a un semiproducto libre de poros.

45 En efecto, este tipo de aleaciones austeníticas, a causa del alto contenido de nitrógeno, en la práctica son más bien raras, y es generalmente necesaria una solidificación bajo elevada presión, a fin de lograr una ausencia o no presencia de poros. También pueden ser necesarias una fundición y una solidificación bajo presión de nitrógeno, a fin de conseguir o mantener suficiente nitrógeno en el material solidificado, si, en otro caso, se da una insuficiente solubilidad del nitrógeno.

50 Finalmente unas aleaciones austeníticas, que están previstas para un empleo como componentes de barrenas de perforación, tendrán que presentar una buena resistencia contra diferentes tipos de corrosión. En especial se desea una alta resistencia contra la corrosión por picadura y la corrosión por tensofisuración, sobre todo, en medios que contienen cloruros.

55 De conformidad con el estado de la técnica se conocen unas aleaciones austeníticas las cuales cumplen algunas de estas exigencias, a saber, considerable ausencia de ferrita, buenas propiedades mecánicas, carencia de poros y alta resistencia a la corrosión, respectivamente.

60 La DE 39 40 438 C1 da a conocer unos objetos a base de un material austenítico, deformado en caliente y en frío y a continuación depositado a temperaturas de más de 300°C, con (en tanto por ciento en peso) máx. 0.12% carbono, de 0.20% hasta 1.00% silicio, de 17.5% hasta 20.0% cromo, máximo 5% molibdeno, máximo 3.0% níquel, 0.8% hasta 1.2% nitrógeno, realmente estos objetos presentan, como se observa en la DE 196 07 828 A1 por algunos mismos inventores, moderadas resistencias a los cambios permanentes de a lo sumo, 375 MPa, las cuales desciendan aún claramente en ambiente abrasivo, por ejemplo, en solución salina.

65 Otra aleación austenítica es conocida de la DE 196 07 828 A1 además ya mencionada. De conformidad con este escrito se proponen unos objetos para la industria offshore, los cuales constan de una aleación austenítica con (en tanto por ciento en peso) 0.1% carbono, de 8% a 15% manganeso, de 13% a 18% cromo, de 2,5% a 6% molibdeno, 0% hasta 5% níquel y 0.55% hasta 1,1% nitrógeno. Tales objetos tienen que presentar altos valores característicos mecánicos y una superior resistencia a los cambios permanentes como objetos según la DE 39 40 438 CI. Sin embargo,

ES 2 280 936 T3

es desventajosa una pequeña solubilidad del nitrógeno, atribuible a la composición de la aleación, por lo que se debe fundir bajo presión y dejar enfriar o solidificar o se han de aplicar unos procedimientos de fabricación pulvimetalúrgica todavía más costosos.

5 En la AT 407 882 E se describe una aleación austenítica, que al fundir bajo presión atmosférica conduce a objetos con baja permeabilidad magnética y buenas propiedades mecánicas. Una aleación de esta naturaleza presenta, en especial, un alto 0.2% límite elástico convencional, alta resistencia a la tracción y una alta resistencia a los cambios permanentes. Aleaciones a tenor de la AT 407 882 3 se conforman en caliente convenientemente y se someten a
10 temperaturas de 350°C hasta unos 600°C, a una segunda deformación. Las aleaciones se adecuan para una fabricación de barras de sondeo, que dentro del marco de un trabajo de perforación en la técnica de campos petrolíferos también tienen en cuenta las elevadas exigencias por lo que respecta a la posibilidad de carga estática y dinámica sobre largos tiempos de empleo, de manera satisfactoria.

Sin embargo, así se ha constatado, se puede producir fallo del material porque componentes de barrenas como
15 barras de perforación en el caso de un trabajo junto a altas sollicitaciones mecánicas también están sometidos a medios corrosivos a elevadas temperaturas. En lo sucesivo se puede producir corrosión por tensofisuración. Como las barras de perforación y otras piezas de equipos de sondeo también durante tiempos de parada pueden estar en contacto con medios o agentes corrosivos la corrosión por picadura igualmente puede contribuir decisivamente al fallo del material. En la práctica ambos tipos de corrosión ocasionan un acortamiento de la duración de empleo teórica máxima
20 o del tiempo de trabajo de barras de sondeo, como cabría esperar debido a las propiedades mecánicas o a los valores característicos.

De conformidad con el estado de la técnica expuesto se evidencia que en el caso de aleaciones austeníticas con alto contenido de nitrógeno, las cuales son fundibles bajo presión atmosférica en lingotes, al menos en gran parte,
25 exentos de poros, no se cumplen satisfactoriamente las exigencias por lo que respecta a buenas propiedades mecánicas y al mismo tiempo alta resistencia contra corrosión en el caso de carga de tracción y presión, como tampoco contra corrosión por picadura.

Aquí se reanuda la invención y se plantea como misión o tarea indicar una aleación de acero austenítico, la cual
30 es fundible a presión atmosférica y transformable en un semiproducto o producto semiacabado exento de poros y que con unas buenas propiedades mecánicas, en especial con alto 0.2% límite elástico convencional, alta resistencia a la tracción y alta resistencia a los cambios permanentes, presenta simultáneamente una alta resistencia tanto contra la corrosión por tensofisuración como también contra la corrosión por picadura.

35 Otro objetivo de la invención es indicar aplicaciones para una aleación austenítica esencialmente sin ferrita.

El problema planteado lo resuelve una aleación de acero según la reivindicación 1. Configuraciones ulteriores ventajosas de una aleación de acero según la invención son objeto de las reivindicaciones 2 a 21.

40 Las ventajas logradas con la invención se han de ver especialmente en el hecho de que se prepara una aleación de acero austenítica, esencialmente sin ferrita, que presenta buenas propiedades mecánicas, en especial altos valores del 0.2% límite elástico convencional y de la resistencia a la tracción y que, al mismo tiempo, presenta una alta resistencia contra la corrosión por tensofisuración y también contra la corrosión por picadura.

45 Debido a una composición de la aleación armonizada sinérgicamente se da una alta solubilidad del nitrógeno. Así pues, se puede fabricar de manera ventajosa un lingote, al menos en gran parte exento de poros, a base de una aleación según la invención al fundir y solidificar bajo presión atmosférica.

Después de una deformación en caliente de una pieza fundida en una o varias etapas, un subsiguiente recocción
50 opcional de la solución del producto semiacabado y otra deformación a continuación a una temperatura por debajo de la temperatura de recristalización, con preferencia por debajo de 600°C, especialmente dentro de la gama de 300°C hasta 550°C, aparece un material compuesto según la invención, esencialmente libre de precipitaciones que contienen nitrógeno y/o carburos. Esto ocasiona una alta resistencia a los cambios permanentes del mismo, porque la totalidad del nitrógeno se presenta en solución y, por ejemplo, se reducen fuertemente los carburos, que actúan como micro
55 entalladuras. Por consiguiente, un objeto a base de la aleación según la invención presenta a temperatura ambiente una resistencia a los cambios permanentes de más de 400 MPa con 10^7 cambio de carga.

Por otra parte, una exención de precipitaciones, que contienen nitrógeno y/o carburos causa generalmente una alta resistencia a la corrosión del acero, porque, sobre todo, cromo y molibdeno no están ligados como carburos o
60 nitruros y, por consiguiente, en relación a la resistencia a la corrosión despliegan en toda la superficie su acción de pasividad. Así piezas a base de aleaciones de acero según la invención, con unas propiedades mecánicas mejores, pueden presentar resistencias entra la corrosión por tensofisuración y corrosión por picadura, que sobrepasan las Cr-Ni-Mo-austenitas, de alta aleación.

65 A continuación se describen mas detalladamente las acciones de los respectivos elementos individualmente y en la cooperación con los demás componentes de la aleación.

ES 2 280 936 T3

Carbono (C) puede estar presente en una aleación de acero según la invención en unos contenidos de hasta 0.35% en peso. El carbono es un formador de austenita y repercute favorablemente en relación a altos valores mecánicos característicos.

5 Con miras a una evitación de precipitaciones de carburos, en especial en el caso de dimensiones más grandes, se prefiere regular el contenido de carbono a 0.01% en peso hasta 0.06% en peso.

10 Silicio (Si) está previsto en unos contenidos de hasta 0.75% en peso y sirve, sobre todo para una desoxidación del acero. Contenidos más altos que 0.75% en peso se muestran como desventajosos en atención a una formación de fases ínter metálicas. Además, el silicio es un formador de ferrita y también, por eso, un contenido de silicio debería limitarse a máximo 0.75% en peso. Es favorable y, por consiguiente, preferido prever el silicio en unos contenidos de 0.15% en peso hasta 0.30% en peso, porque dentro de este campo o ámbito de contenidos se da una acción suficientemente desoxidante con una pequeña aportación de silicio para la formación de ferrita.

15 Manganeso (Mn) está previsto en unos contenidos de mas de 19.0 = en peso hasta 30.0% en peso. Este elemento contribuye esencialmente a una alta solubilidad del nitrógeno. Por esta razón, también son susceptibles de fabricación materiales exentos de poros a base de una aleación de acero según la invención también con solidificación bajo presión atmosférica. Por lo que respecta a una solubilidad del nitrógeno de una aleación en el estado de fundición así como durante y después de la solidificación se prefiere emplear manganeso en unos contenidos de más del 20% en peso. 20 Además, el manganeso estabiliza la textura austenítica especialmente en él caso de elevados grados de deformación contra la formación de martensita de transformación o conformado. Con respecto a urja preferida buena resistencia a la corrosión ha resultado un límite superior del contenido de manganeso con un 25.5% en peso.

25 El cromo (Cr) se evidencia dentro de unos contenidos del 17.0% en peso o más como necesario para una alta resistencia a la corrosión. Además, el cromo posibilita una aleación adicional che grandes cantidades de nitrógeno. Contenidos más altos que 24.0% en peso pueden repercutir desventajosamente en una permeabilidad magnética, porque el cromo figura entre los elementos estabilizadores de la ferrita. Son especialmente ventajosos los contenidos de cromo del 19.0% en peso hasta el 23.5% en peso, preferentemente del 20.0% hasta el 23.0%. Con estos contenidos muestra una consideración conjunta de la tendencia a la formación de precipitaciones, que contienen cromo, y 30 resistencia contra la corrosión por picadura y la corrosión por tensofisuración, un óptimo.

Molibdeno (Mo) es un elemento, que en una aleación de acero según la invención esencialmente contribuye a la resistencia a la corrosión en general y a la existencia a la corrosión por picadura eh especial, reforzándose la acción de molibdeno dentro de un campo o ámbito de contenidos de más del 1.90% en peso mediante una presencia de níquel, un campo óptimo y, por consiguiente, preferido del contenido de molibdeno con respecto a una resistencia a la corrosión queda establecido mediante un límite inferior del 2.05% en peso, un campo especialmente preferido mediante un límite inferior del 2.5% en peso. Como, por un lado, el molibdeno es un elemento caro y, por otro lado, con unos contenidos mayores aumenta la tendencia a la formación de fases ínter metálicas, un contenido de molibdeno queda limitado con un 5.5% en peso, dentro de unas variantes de la invención preferidas con un 5.0% en peso, en especial con un 4.5% en 40 peso.

Wolframio (W) puede estar presente en unas concentraciones de hasta un 2.0% en peso y contribuir al aumento de la resistencia o la corrosión. Si se requiere una aleación esencialmente exenta de precipitaciones, es conveniente mantener un contenido de wolframio entre un 0.05% en peso y un 0.2% en peso. A fin de pos-mantener precipitaciones ínter 45 metálicas o con contenido de nitrógeno y/o de carburos de wolframio o de wolframio y molibdeno, resulta favorable si un contenido sumatorio X (en % en peso) de estos elementos, calculado según $X = (\% \text{ de molibdeno}) + 0.5 * (\% \text{ de wolframio})$, es mayor que 2 y menor que 5.5.

50 El níquel (Ni) contribuye, como se ha descubierto, dentro de un campo de contenidos de más del 2.50% en peso hasta el 15.0% en peso y en interacción con los demás elementos de la aleación activa y positivamente a la resistencia a la corrosión.

55 En especial, y esto es de valorar, desde el punto de vista profesional, como totalmente sorprendente, se ha dado en presencia de más del 2.50% en peso de níquel una alta resistencia a la corrosión por tensofisuración. En contra a la opinión expuesta en los pertinentes libros de texto y científicos o técnicos de que al aumentar los contenidos de níquel disminuye dramáticamente la resistencia a la corrosión por tensofisuración de austenitas, que contienen cromo, en medios o agentes, que contienen cloruros, y con aproximadamente un 20% en peso admite un mínimo (véase, por ejemplo A.J. Sedriks, Corrosión of Stainless Steels, 2a edición, John Wiley & Sons Inc., 1996, página 276), en una aleación de acero según la invención se puede lograr, incluso con unos contenidos de níquel de más del 2.50% en peso 60 hasta el 15.0% en peso en medios que contienen cloruros, una alta resistencia a la corrosión por tensofisuración.

Todavía no aparece una asegurada explicación científica de este efecto. Se supone lo siguiente: para una formación de corrosión por tensofisuración transcristalina por medio de fenómenos de deslizamiento es necesario un sistema planar de transposición, que se favorece mediante una baja energía defectuosa apilable. En una aleación según la 65 invención el níquel aumenta la energía defectuosa apilable.

Esto conduce, en el caso de más del 2.50% en peso de níquel, a altas energías defectuosas apilables y a una aglomeración de transposición por lo que se reduce una propensión contra la corrosión por tensofisuración.

ES 2 280 936 T3

A este respecto, son especialmente preferidos unos contenidos de níquel de, al menos, un 2.65 = en peso, preferentemente, al menos, un 3.6% en peso, en especial de un 3.8% en peso hasta un 9.8% en peso de níquel.

5 El cobalto (Co) puede estar previsto en unos contenidos de hasta un 5.0% en peso para la sustitución de níquel. Sin embargo, se prefiere, ya a causa de los elevados costes de este elemento, mantener un contenido de cobalto inferior al 0.2% en peso.

10 Como queda expuesto más arriba, el níquel presta una alta contribución a la resistencia contra la corrosión y es un fuerte formador de austenita. En cambio, el molibdeno también presta ciertamente una contribución esencial a la resistencia contra la corrosión, pero es un formador de ferrita. Por consiguiente, resulta favorable si el contenido de níquel es igual o mayor que el contenido de molibdeno. A este respecto, es especialmente favorable si un contenido de níquel es de más de 1.3 veces, preferentemente de más de 1.5 veces, de un contenido de molibdeno.

15 Nitrógeno (N) es necesario en unos contenidos de, al menos, 0.35% en peso hasta 1.05% en peso, para asegurar una alta resistencia. Además, el nitrógeno contribuye a la resistencia a la corrosión y es un fuerte formador de austenita, por lo cual son favorables unos contenidos superiores al 0.40% en peso, en especial superiores al 0,60% en peso. Por otro lado, al crecer el contenido de nitrógeno sube la tendencia a una formación de precipitaciones, que contienen nitrógeno, por ejemplo Cr_2N . Por consiguiente, en el caso de variantes ventajosas de la invención, queda limitado un contenido de nitrógeno con un 0.95% en peso, preferentemente un 0.90% en peso.

20 Se ha evidenciado como ventajoso si la relación de las proporciones en peso de nitrógeno respecto al carbono es mayor que 15, porque en ese caso se excluye, al menos en gran parte, una formación de precipitaciones, que contienen carburos puros, las cuales afectan de manera sumamente desventajosa a una resistencia a la corrosión del material.

25 El boro (B) puede estar previsto en unos contenidos de hasta un 0,005% en peso y favorece especialmente en un campo de un 0.0005% en peso hasta un 0.004% en peso una deformabilidad en caliente del material compuesto según la invención.

30 El cobre (Cu) es tolerable en una aleación de acero según la invención en un contenido de menos del 0.5% en peso. En contenidos del 0.04% en peso hasta el 0.35% en peso el cobre se muestra como absolutamente ventajoso en el caso de fines de empleo especiales de barras de sondeo, por ejemplo, si éstas últimas en perforaciones entran en contacto con medios como sulfuros de hidrógeno, en especial H_2S . Contenidos más altos que 0.5% en peso fomentan una formación de precipitaciones y resultan desventajosos para la resistencia a la corrosión.

35 El aluminio (Al) contribuye junto al silicio a una desoxidación del acero, pero es un fuerte formador de nitruros, por lo que este elemento se restringe de conformidad con los pesos a menos del 0.05% en peso.

40 El azufre (S) se prevé en unos contenidos de hasta un 0.30% en peso. Contenidos mayores que el 0.1% en peso inciden muy favorablemente en una elaboración de una aleación de acero según la invención, porque se facilita un mecanizado con arranque de virutas. Sin embargo, si se aplica una atención a la más alta resistencia a la corrosión del material, queda limitado un contenido de azufre con un 0.015% en peso.

45 En una aleación de acero según la invención el contenido de fósforo (P) es menor o más bajo que un 0.035% en peso. Con preferencia, un contenido de fósforo queda limitado con máximo un 0.02% en peso.

50 Vanadio (V), niobio (Nb), titanio (Ti) actúan con afino del grano en el acero y, a este efecto, pueden estar presentes individualmente o en combinación discrecional, alcanzando una concentración sumatoria de los elementos existentes máximo un 0.85% en pesa. Con miras a una acción afinadora del grano y a una evitación de precipitaciones bastas de estos fuertes formadores de carburos, resulta ventajoso si una concentración sumatoria de los elementos existentes alcanza más de un 0.08% en peso y menos de un 0.45% en peso.

En una aleación de acero según la invención los elementos wolframio, molibdeno, manganeso, cromo, vanadio, niobio y titanio contribuyen positivamente a la solubilidad de nitrógeno.

55 Es especialmente importante si un producto semiacabado a base de una aleación según la invención se deforma en caliente a una temperatura de más de 750°C, opcionalmente se recuece en solución y se enfría, y a continuación se deforma a una temperatura por debajo de la temperatura de recristalización, preferentemente por debajo de 600°C, en especial dentro de la gama de temperaturas de 300°C hasta 500°C.

60 En este estado del material se presenta una estructura libre de precipitaciones que contienen nitrógeno, y/o carburos. Al aplicar las etapas de procedimiento mencionadas, se puede lograr una estructura homogénea, fina austenítica, sin martensita de transformación. Materiales así tratados presentan a temperatura ambiente una resistencia a la fatiga por fuerza alterna de más de 400 MPa con 10^7 cambios de carga.

65 Otro objetivo de la invención indicar aplicaciones para una aleación austenítica, esencialmente exenta de ferrita, se consiga mediante el empleo de una aleación de acero según la invención como material para componentes para la técnica de campos petrolíferos. En especial se demuestra como favorable si el componente es una pieza o parte de un varillaje o ramal de perforación.

ES 2 280 936 T3

El otro objetivo de la invención se obtiene también mediante el empleo de una aleación según la invención para elementos de construcción sometidos a tracción y a presión, los cuales entran en contacto con medios o agentes corrosivos, en especial un líquido corrosivo como agua salina.

5 Las ventajas de una aplicación o empleo según la invención se ha de ver especialmente en el hecho de que al emplear las aleaciones mencionadas se retarda el desgaste por corrosión química y los componentes o elementos de construcción presentan una elevada duración de empleo.

10 En el marco de una elaboración ulterior de material en forma de barra a base de una aleación según la invención en barras de sondeo mediante torneado y desbastado se ha evidenciado sorprendentemente que un desgaste de herramientas de torner o de desbastar se reduce considerablemente en comparación con material según el estado de la técnica.

15 En conformidad con este aspecto, representa un objetivo de la invención acomodado al procedimiento, indicar un método para la fabricación de componentes austeníticos, esencialmente exentos de ferrita para la técnica de campos petrolíferos, con el cual son fabricados económicamente en especial barras de sondeo de alta resistencia a la corrosión con un menor desgaste de las herramientas.

20 El objetivo de la invención según el procedimiento se logra mediante un método o procedimiento según la reivindicación 26.

25 Las ventajas conseguidas con un procedimiento de esta naturaleza se han de ver especialmente en el hecho de que componentes para la técnica de campos petrolíferos, que presentan una mejorada resistencia a la corrosión en el caso de unas propiedades mecánicas suficientes para fines de empleo, son susceptibles de fabricación con un desgaste del utillaje reducido en hasta un 12%. Además, se puede efectuar una homogeneización tanto antes de una primera etapa de deformación en caliente como también después de una primera etapa de deformación en caliente, sin embargo, antes de una segunda etapa de conformado en caliente.

30 Temperaturas más altas facilitan una deformación en la etapa de deformación después de un enfriamiento reforzado y, por consiguiente, resulta favorable si ésta se realiza a una temperatura del semiproducto superior a 350°C.

35 Si el elemento a fabricar es una barra de sondeo, convenientemente el producto semiacabado es una barra, la cual se deforma en una segunda etapa de deformación con un grado de deformación del 10% hasta el 20%. Estos grados de deformación producen una suficiente resistencia para fines de empleo y permiten un mecanizado de torneado o desbarbado con un desgaste de la herramienta reducido.

Con respecto a una calidad de componentes fabricados, se ha demostrado como favorable si un lingote se fabrica por medio del procedimiento de refundición eléctrica bajo escoria.

40 Se posibilita una fabricación rápida y económica de componentes si el mecanizado con arranque de virutas comprende un torneado y/o un rebarbado.

A continuación se explica la invención aun más detalladamente por medio de unos ejemplos.

45 Se fabricaron lingotes mediante fundición bajo presión atmosférica, cuyas composiciones químicas corresponden a las aleaciones 1 a 5 así como 7 en la tabla 1. Se refundió y se nitruró una pieza fundida a base de la aleación 6 en la tabla 1 bajo atmósfera de nitrógeno a 16 bar de presión. A continuación los lingotes exentos de poros se homogeneizaron a 1200°C y se deformaron en caliente a 910°C con un grado de deformación del 75% {grado de deformación = ((sección transversal de partida - sección transversal final) / sección transversal de partida)* 100}. Después siguió un tratamiento de recocido en solución entre 1000°C y 1100°C. A continuación se enfriaron con agua los lingotes transformados en producto semiacabado hasta alcanzar la temperatura ambiente y, por último, a una temperatura de 380°C hasta 420°C se sometieron a una segunda etapa de deformación, alcanzando un grado de deformación del 13% hasta el 17%. Se examinaron los objetos así producidos o se elaboraron ulteriormente para transformarlos en barras de perforación.

55 Las aleaciones A, B, C, D y E, cuyas composiciones se pueden ver igualmente en la tabla 1, representan productos disponibles en el mercado. Objetos a base de estas aleaciones también se examinaron o se mecanizaron para fines de comparación.

60

65

ES 2 280 936 T3

TABLA 1

Composiciones químicas de aleaciones de comparación A hasta E y aleaciones según la invención 1 a 7 (Datos en % en peso)

5

10

15

20

25

Aleación	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Cu	Co	Ti	Al	Nb	B	Fe	N
A	0,03	0,5	19,8	<0,05	<0,015	13,5	0,5	1,1	0,1	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,30
B	0,05	0,3	19,9	<0,05	<0,015	18,2	0,3	1,0	0,1	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,60
C	0,04	0,2	23,6	<0,05	<0,015	21,4	0,3	1,6	0,1	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,87
D	0,01	0,3	2,7	<0,05	<0,015	27,3	3,2	29,4	0,1	0,1	0,6	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,29
E	0,01	<0,05	0,1	<0,005	<0,001	20,6	3,1	Resto	0,02	<0,05	1,8	<0,05	2,1	0,2	0,3	0,003	27,8	<0,01
1	0,04	0,2	19,8	<0,035	<0,015	18,8	1,94	3,9	0,07	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,62
2	0,04	0,2	21,4	<0,035	<0,015	18,5	2,13	5,8	0,10	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,60
3	0,04	0,2	23,3	<0,035	<0,015	20,7	2,03	4,5	0,05	0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,88
4	0,03	0,2	24,4	<0,035	<0,015	21,0	3,15	6,5	0,10	0,1	0,3	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,86
5	0,04	0,2	25,2	<0,035	<0,0020	20,9	4,11	9,3	0,03	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,005	Resto	0,78
6	0,15	0,5	19,3	<0,035	<0,015	18,2	2,05	2,7	0,01	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,01	0,1	<0,005	Resto	0,77

30

35

40

45

50

55

60

65

Las aleaciones consignadas en la tabla 1 se examinaron con respecto a la resistencia a la corrosión por picadura y corrosión por tensofisuración. La determinación de la resistencia a la corrosión por picadura se efectuó mediante la medición del potencial de corrosión por agujeros, frente a un electrodo de hidrogeno estándar según ASTM G 61. La corrosión por tensofisuración (SCC) se determinó mediante el establecimiento del valor de la tensión límite de SCC según ATSM G 36. El valor de la tensión límite de SCC figura para aquella tensión de prueba máxima aplicada exteriormente, la cual resiste una probeta más de 720 horas en una solución del 45% de MgCl₂, en ebullición a 155°C.

Ensayos en objetos a base de las aleaciones consignadas en la tabla 1 prueban o justifican, con unos altos valores característicos mecánicos, una sobresaliente resistencia a la corrosión de materiales según la invención. Sobre todo en la comparación con las austenitas De Cr-Mn conocidas del estado de la técnica (aleaciones A, B y C) se pone de manifiesto según la tabla 2 y la tabla 3 que aleaciones según la invención, con buenas propiedades mecánicas, son claramente más resistentes a la corrosión. Además se muestra una elevada resistencia de las aleaciones según la invención tanto contra la corrosión por picadura como también contra la corrosión por tensofisuración.

Un potencial de corrosión por agujeros E_{pit} o una tensión límite de SCC puede alcanzar incluso valores que corresponden a aquellos de aceros de Cr-Ni-Mo de alta aleación y aleaciones a base de níquel o básicas de níquel, dándose al mismo tiempo, como documentan las tablas 4 y 5, mejores propiedades de resistencia. En este caso resulta especialmente favorable con respecto a una tensión límite de SCC, si un contenido sumatorio o total de molibdeno y níquel alcanza un 4.7% en peso o más, en especial más de un 6% en peso.

(Tabla pasa a página siguiente)

ES 2 280 936 T3

TABLA 2

Potencial de corrosión por agujeros E_{pit} (referido a un electrodo de hidrógeno estándar respectivamente) de aleaciones de comparación A hasta E y aleaciones según la invención 1 a 7

Aleación	Valor PREN*	Potencial de corrosión por agujeros E_{pit}	
		Test A (25°C, 80000 ppm Cl ⁻)	Test B (60°C, agua de mar sintética)
A	20,0	< 0	< 0
B	28,8	164	< 0
C	36,3	527	49
D	42,5	ninguna picadura	1142
E	30,8	ninguna picadura	733
1	35,1	558	65
2	35,0	563	77
3	41,3	ninguna picadura	671
4	45,3	ninguna picadura	1091
5	46,9	ninguna picadura	1188
6	37,3	ninguna picadura	645

* PREN = pitting resistance equivalent number
 número equivalente de resistencia a la corrosión crateriforme
 (PREN = % en peso Cr + 3,3*% en peso Mo + 16*% en peso N)

TABLA 3

Corrosión por tensofisuración (SCC) - tensión límite en cloruro de magnesio (estado de las aleaciones recocido en solución y deformado en caliente)

Aleación	Contenido de Mo [% en peso]	Contenido de Ni [% en peso]	Σ (%Ni + %Mo) [% en peso]	Tensión límite SCC [MPa]
A	0,5	1,1	1,6	250
B	0,3	1,0	1,3	325
C	0,3	1,6	1,9	375
D	3,2	29,4	32,6	550
E	3,1	Resto	47,1	850
1	1,94	3,9	5,8	450
2	2,13	5,8	7,9	475
3	2,03	4,5	6,5	500
4	3,15	6,5	9,7	525
5	4,11	9,3	13,4	550
6	2,05	2,7	4,7	450

ES 2 280 936 T3

TABLA 4

Propiedades mecánicas y granulometría de aleaciones de comparación A hasta E y aleaciones según la invención 1 a 7 en el estado recocido en solución

5

10

15

20

25

30

Aleación	Propiedades mecánicas				ASTM-Tamaño o del grano
	0,2%-Limite elástico convencional R _{p0,2} [MPa]	Resistencia a la tracción R _m [MPa]	Alargamiento de rotura A ₅ [%]	Trabajo de resiliencia A _v [J]	
A	405	725	55	305	3-6
B	515	845	52	350	
C	599	942	48	325	
D	445	790	63	390	
E	310	672	75	335	
1	507	843	50	289	4-5
2	497	829	50	293	
3	598	944	51	303	
4	571	928	53	301	
5	564	903	54	295	
6	582	930	52	355	

TABLA 5

Propiedades mecánicas de aleaciones de comparación A hasta E y aleaciones según la invención 1 a 7 en el estado recocido en solución y deformado en frío

35

40

45

50

55

60

65

Aleación	Propiedades mecánicas				Grado de deformación en frío [%]
	0,2%-Limite elástico convencional R _{p0,2} [MPa]	Resistencia a la tracción R _m [MPa]	Alargamiento de rotura A ₅ [%]	Trabajo de resiliencia A _v [J]	
A	825	915	30	225	10-30
B	1015	1120	25	190	
C	1120	1229	23	145	
D	982	1089	21	210	20-30
E	1015	1190	23	70	no determinado
1	1021	1128	24	195	13-17
2	996	1097	24	183	
3	1117	1230	22	147	
4	1103	1215	22	152	
5	1077	1192	23	156	
6	1112	1226	22	165	

Otros ensayos pusieron de manifiesto que objetos a base de aleaciones según la invención 1 a 7 muestran una permeabilidad magnética relativa de $\mu_r < 1.005$ y a temperatura ambiente unas resistencias a la fatiga por fuerza alterna de, al menos, 400 MPa con 10^7 cambio de carga.

ES 2 280 936 T3

En el caso de una mecanización con arranque de virutas de material en forma de barra a base de la aleación C así como material a base de las aleaciones 3 y 4 dentro del marco de una fabricación de barras de sondeo se pudieron utilizar placas de varios filos de corte al mecanizar las aleaciones 3 y 4 un 12% más tiempo que al mecanizar barras a base de la aleación C. Por consiguiente, se pueden producir con un menor desgaste del utillaje barras de perforación, que presentan altos valores característicos mecánicos y una mejorada resistencia a la corrosión.

Mediante la combinación de muy alta resistencia con buen tenacidad y muy buenas propiedades de corrosión una aleación según la invención se adecua óptimamente también como material para elementos de fijación o de unión, como tornillos, clavos, pernos o similares componentes, si éstos están sometidos a elevadas cargas mecánicas así como a condiciones ambientales agresivas.

Otro campo de aplicación, en el que las aleaciones según la invención encuentran empleo con ventaja, se sitúa en el ámbito de piezas sometidas al esfuerzo de corrosión y desgaste, como placas de rebotamiento o piezas, que están expuestas a altas velocidades de carga. En estos campos de aplicación componentes a base de aleaciones según la invención, merced a su combinación de propiedades, pueden lograr un mínimo desgaste del material y, con ello, una máxima durabilidad.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 280 936 T3

REIVINDICACIONES

1. Aleación de acero austenítica, esencialmente exenta de ferrita, que contiene (en % en peso)

- 5 hasta 0,15% de carbono
hasta 0.75% de silicio
10 más de 19.0% hasta 30.0% de manganeso
más de 17.0% hasta 24.0% de cromo
más de 1.90% hasta 5.5% de molibdeno
15 hasta 2.0% de wolframio
de 2.50% hasta 15.0% de níquel
20 hasta 5.0% de cobalto
de 0.60% hasta 1.05% de nitrógeno
hasta 0.005% de boro
25 hasta 0.30% de azufre menos de 0.5% de cobre
menos de 0.05% de aluminio
30 menos de 0.035% de fósforo,

así como opcionalmente uno o varios elementos seleccionados del grupo que consta de vanadio, niobio y titanio, alcanzando la concentración sumatoria de los elementos seleccionados máximo 0.85% en peso, resto hierro e impurezas condicionadas por la fabricación.

35 2. Aleación de acero según la reivindicación 1, que contiene (en % en peso), al menos, 2.65%, preferentemente, al menos, 3.6%, en especial 3.8% hasta 9.8% de níquel.

3. Aleación de acero según la reivindicación 1 ó 2, que contiene (en % en peso) menos de 0.2% de cobalto.

40 4. Aleación de acero según una de las reivindicaciones) 1 hasta 3, que contiene (en % en peso) de 2.05% hasta 5.0%, preferentemente de 2.5% hasta 4.5%, de molibdeno.

45 5. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 4, que contiene (en % en peso) más de 20.0% hasta 25.5% de manganeso.

6. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 5, que contiene (en % en peso) de 19.0% hasta 23.5%, preferentemente de 20.0% hasta 23.0% de cromo.

50 7. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 6, que contiene (en % en peso) de 0.15% hasta 0.30% de silicio.

8. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 al 7, que contiene (en % en peso) de 0.01% hasta 0.06% de carbono.

55 9. Aleación de acero según una. de las reivindicaciones 1 a 8, que contiene (en % en peso) hasta 0.95%, preferentemente hasta 0.90% de nitrógeno.

60 10. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 9, siendo la relación de las proporciones en peso de nitrógeno a carbono mayor que 15.

11. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 10, que contiene (en % en peso) de 0.04% hasta 0.35% de cobre.

65 12. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 31, que contiene (en % en peso) de 0.0005% a 0.004% de boro.

ES 2 280 936 T3

13. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 12 con la reserva de que en la inteligencia de que el contenido de níquel es igual o mayor que el contenido de molibdeno.

5 14. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 13, siendo el contenido de níquel de más de 1.3 veces, preferentemente de más de 1,5 veces, del contenido de molibdeno.

15. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 14, la cual contiene, al menos, dos elementos seleccionados del grupo integrado por

10 vanadio,

niobio,

titanio,

15 alcanzando la proporción en peso de estos elementos en total más de 0.08% en peso y menos de 0.45% en peso.

16. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 15, que contiene (en % en peso) máximo 0.015% de azufre.

20 17. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 16, que contiene (en % en peso) máximo 0.02% de fósforo.

25 18. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 17, que contiene molibdeno y wolframio, siendo el contenido sumatorio X (en % en peso) calculado según $X = (\% \text{ molibdeno} + 0.5 * (\% \text{ wolframio}))$ mayor que 2 y menor que 5.5.

30 19. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 18, con una resistencia a la fatiga por fuerza alterna, a temperatura ambiente, mayor que 400 MPa con 10^7 cambio de carga.

20. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 19, la cual se presenta esencialmente libre de precipitaciones, que contienen nitrógeno, y/o de carburos.

35 21. Aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 20, la cual se deforma en caliente a una temperatura de más de 750°C, a continuación opcionalmente se recuece en solución y seguidamente se deforma a una temperatura por debajo de la temperatura de recristalización, preferentemente por debajo de 600°C, en especial dentro de la gama de temperaturas de 300°C hasta 550°C.

40 22. Aleación según una de las reivindicaciones 1 a 21, la cual se presenta en forma de un componente para la técnica de los campos petrolíferos, especialmente en forma de una pieza o parte de varillaje o ramal de perforación.

23. Empleo de una aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 21 como material para componentes destinados a la técnica de campos petrolíferos.

45 24. Empleo de una aleación de acero según la reivindicación 23, siendo el componente una pieza o parte de varillaje o ramal de sondeo.

50 25. Empleo de una aleación de acero según una de las reivindicaciones 1 a 21 para elementos de construcción sometidos a esfuerzos de tracción y presión, los cuales entran en contacto con medios corrosivos, en especial un líquido corrosivo, como agua salina.

55 26. Procedimiento para la fabricación de componentes austeníticos, esencialmente exentos de ferrita, en especial barras de perforación, para la técnica de campos petrolíferos, produciéndose en primer lugar una pieza fundida, que contiene (en % en peso)

hasta 0.15% de carbono

hasta 0.75% de silicio

60 más de 19.0% hasta 30.0% de manganeso

más de 17.0% hasta 24.0% de cromo

más de 1.90% hasta 6.5% de molibdeno

65 hasta 2.0% de wolframio

de 2.50% hasta 15.0% de níquel

ES 2 280 936 T3

hasta 5.0% de cobalto

de 0.60% hasta 1.05% de nitrógeno

5 hasta 0.005% de boro

hasta 0.30% de azufre

10 menos de 0.5% de cobre

menos de 0,05% de aluminio

menos de 0.035% de fósforo,

15 así como opcionalmente uno o varios elementos seleccionados del grupo formado por vanadio, niobio y titanio, ascendiendo la concentración sumatoria o total de los el eventos seleccionados máximo 0.85% n peso,

resto hierro e impurezas condicionadas por la fabricación,

20 después de lo cual la pieza fundida a una temperatura, de más de 750°C se deforma en varias etapas parciales de deformación en caliente para convertirse en un producto semiacabado, efectuándose antes de la primera etapa parcial o entre las etapas parciales una homogeneización del semiproducto a una temperatura de más de 1150°C, después de lo cual después del ultimo paso parcial de la deformación en caliente y de un recocido en solución del producto semiacabado realizado seguidamente con carácter opcional, a una temperatura de más de 900°C, se somete a un enfriamiento intensificado y en un paso ulterior de deformación a una temperatura por debajo de la temperatura de recristalización, en especial por debajo de 600°C, se deforma, después de lo cual partiendo del semiproducto, se fabrica un componente mediante mecanizado con arranque de virutas.

27. Procedimiento según la reivindicación 26, efectuándose el paso o fase de deformación después de un enfriamiento intensivo a una temperatura del producto semiacabado superior a 350°C.

28. Procedimiento según la reivindicación 26 ó 27, siendo el producto semiacabado una barra y siendo deformada ésta, dentro del segundo paso de deformación, con un grado de deformación del 10% hasta el 20%.

29. Procedimiento según una de las reivindicaciones 26 a 28, siendo refundida la pieza fundida producida por medio de procedimiento de refundición eléctrica bajo escoria.

30. Procedimiento según una de las reivindicaciones 26 a 29, comprendiendo el mecanizado con arranque de virutas un torneado y/o un descortezado o desbarbado.

40

45

50

55

60

65