(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 122 945**

(21) Número de solicitud: 9800588

(51) Int. Cl.[6]: C21D 8/02
C21D 7/13
C21D 8/04
C21D 9/18

(12) ADICION A LA PATENTE DE INVENCION B1

(22) Fecha de presentación: **18.03.98**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.98**

Fecha de concesión: **08.06.99**

(45) Fecha de anuncio de la concesión: **16.09.99**

(45) Fecha de publicación del folleto de patente: **16.09.99**

(61) Número de solicitud de la patente principal: **9701203**

(73) Titular/es:
Universidad Complutense de Madrid
Rectorado
Avda. de Séneca, 2
28040 Madrid, ES

(72) Inventor/es: **Criado Portal, Antonio José y Martínez García, Juan Antonio**

(74) Agente: **No consta**

(54) Título: **Proceso para la forja de acero de muy alto contenido en carbono.**

(57) Resumen:
Proceso para la forja de acero de muy alto contenido en carbono.
La presente invención se refiere a un proceso para la forja de aceros en caliente de muy alto contenido en carbono, que oscilan entre el 1,4 y 2,1 % en masa de este elemento, para la fabricación de armas blancas. El proceso se realiza en cuatro etapas: 1) Forja en caliente y mecanizado de acabado. 2) Temple y mecanizado final. 3) Control de calidad, certificación y grabado de la marca. 4) Ataque químico y protección final.
La operación de forja se realiza a temperatura de 650°C a 850°C, completándose con el temple en agua salinizada con urea y cloruro sódico y potásico calentada a 35-40°C, en concentraciones medias semejantes a la orina humana. Estos procesos se pueden realizar parcial o totalmente en fragua tradicional. Un proceso de acabado y afilado en piedra de agua, anteriores al temple, y un afilado y pulido finales, después del temple, con el mismo procedimiento dan la forma final a las piezas forjadas. El aspecto final se obtiene mediante ataque ácido oxidante con Nital del 4-12 % en peso (solución alcohólica de ácido nítrico), o solución alcohólica acidificada con ácido clorhídrico o con ácido nítrico; o bien, con sulfato o cloruro férrico, pudiéndose o no proteger la hoja aplicándole diversas ceras o lacas.
La aplicación principal de este proceso es la fabricación de armas blancas para usos deportivos, decorativos, militares, de caza, de despiece, etc. o para herramientas de trabajo con filo cortante resistentes al desgaste y de gran tenacidad, como útiles de maquinaria, brocas, cualquier tipo de útiles de herramienta usada en talleres mecánicos, etc.

ES 2 122 945 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art° 37.3.8 LP.

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. C/Panamá, 1 – 28036 Madrid

DESCRIPCION

Proceso para la forja de acero de muy alto contenido en carbono.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un proceso para la forja de aceros en caliente, a temperaturas de 650 a 850°C, de aceros de muy alto contenido en carbono, que oscilan entre el 1,4 y 2,1 % en masa de este elemento, para la fabricación de armas blancas. La operación de forja, se puede ver completada por el temple en agua salinizada con urea y cloruro sódico y potásico calentada a 35-40°C, en concentraciones medias semejantes a la orina humana, después de haber calentado el acero en el intervalo de temperaturas de 750 a 850°C. Estos procesos se pueden realizar parcial o totalmente en fragua tradicional.

Un proceso de acabado y afilado en piedra de agua, anteriores al temple, y un afilado y pulido finales, después del temple, con el mismo procedimiento dan la forma final a las piezas forjadas.

El aspecto final se obtiene mediante ataque ácido oxidante con Nital del 4-12 % en peso (solución alcohólica de ácido nítrico), o solución alcohólica acidificada con ácido clorhídrico o con ácido nítrico; o bien, con sulfato o cloruro férrico.

El contenido objeto de esta patente se encuentra enclavado dentro del campo técnico de la metalurgia.

Antecedentes

La invención se refiere a un proceso para la forja de aceros de Damasco, acero que atemorizó y fascinó a los europeos desde la Edad Media, manteniendo oculto su secreto hasta el mismo siglo XX. Su dureza, y el extremado poder cortante de su filo, los debía a su alto contenido en carbono y a los necesarios, a la vez que cuidadosos y rigurosos, tratamientos de forja en caliente y de temple. Las espadas fabricadas con este acero resultaron insuperables, ya que hasta el presente no se han podido diseñar materiales que puedan competir con ellas.

El descubrimiento del secreto del acero de Damasco ha supuesto un auténtico reto de siglos para los científicos europeos, que han especulado e investigado con verdadero ahínco para resolverlo. Sólo hasta la segunda mitad del siglo XIX, con la aparición de los procesos Bessemer y Siemens-Martín de afino del acero, no decayó este interés por un material que se consideró hasta entonces insuperable por sus características mecánicas y su espléndida belleza. Michael Faraday, célebre químico y físico inglés, en 1819, y Jean Robert Breant, inspector de la casa de la moneda de París, dos años después, propusieron que la notable resistencia, tenacidad y fuerza del acero de Damasco dependían de su alto contenido en carbono.

El proceso de fabricación objeto de la patente pretende cubrir el campo de los antiguos y legendarios aceros de Damasco. Se mata de fabricar la espada, siguiendo un proceso en el que mediante tratamientos termomecánicos se da forma -conformación- a la hoja, a la vez que se la confiere sus excelentes características mecánicas y hermoso aspecto externo. En esta etapa reside lo más crítico del secreto de este acero, es decir, la temperatura de forja en caliente. Esta debe ser suficiente para permitir el trabajo plástico de conformación, y no excesivamente alta para evitar la formación de fases cuya presencia sea perjudicial en las futuras propiedades mecánicas.

El trabajo del herrero resulta muy penoso, debiendo trabajar en unas condiciones especiales y un lugar oscuro para la mejor observación del color rojo del acero en caliente. Resulta imprescindible golpear y calentar en una secuencia rápida y continua, ésto es, realizar pocos golpes y volver a calentar enseguida, con el propósito de mantenerse siempre en el intervalo de temperatura adecuado. También es necesario realizar un cepillado constante de la superficie al rojo con el fin de eliminar la cascarilla que se forma y así poder observar el color claramente.

El tiempo y la cadencia de la forja se controlaban con bastante exactitud, recitando diversos cantos, en lugares del mundo islámico, o rezos de largas letanías. Esto era especialmente común en Andalucía; no hay cante más severo y rítmico que el cante flamenco del martinete procedente del trabajo de los herreros andaluces.

Conseguida la forma adecuada de la espada, en el intervalo de temperatura adecuado, se impone el tratamiento térmico final de temple para acercar las características mecánicas al objetivo trazado: gran resistencia y dureza. El enfriamiento desde una temperatura más o menos elevada puede suponer un mayor o menor endurecimiento del arma, llegando, incluso, ha hacerla frágil.

Hay que reconocer que en la operación de forja radica la clave de mejorar el trabajo de forja o arruinarlo definitivamente. Tanto es así, que en numerosos casos no se templaba; temiendo el riesgo, por desconocimiento o mal control, de fragilizar en exceso.

De todas formas, estos aceros, "bien templados" es como adquieren sus máximas propiedades; habiéndose logrado tenacidades y resistencias prácticamente inalcanzables hasta nuestros días.

Hoy día se sabe que las diferentes estructuras de enfriamiento rápido de un acero dependen de la temperatura desde la que se efectúe éste, y del tiempo en que se mantenga a las distintas temperaturas intermedias hasta llegar al enfriamiento total.

La severidad del temple viene también influida por la temperatura o las características del liquido templante. Esta severidad es crítica, ya que puede provocar, en algunos casos, la aparición de tensiones residuales intensas, que traerán como consecuencia mecánica negativa la formación de grietas y deformaciones. Las propiedades templantes de un liquido se derivan de las características físico-químicas y naturaleza de éste y de la temperatura.

Los herreros antiguos y medievales sabían de la existencia de toda esta serie de variables gracias a la intuición y experiencia en su trabajo. Habían comprobado que el agua tibia -30 a 40°C- era menos endurecedora para el acero al rojo y, también, que había que realizar enfriamientos escalonados hasta la temperatura de temple, para que al sumergir la espada no quedaran tensiones fragilizantes en la hoja acerada. Así, después de la forja cuidadosa a la temperatura adecuada en

el menor tiempo posible, se calentaba la espada hasta acercarse al rojo cereza; enfriando después, muy rápidamente, hasta que desapareciera el color púrpura real.

Este acero, con ser mecánicamente inmejorable, posee el atractivo de su bellísimo aspecto a base de unas dibujos en forma de aguas muy visibles con aspecto como de "barba china". Estas aguas caracterizan las superficies pulidas de estas espadas y servían de contraste y control de calidad de la época. No era fácil hacer que aparecieran estas bellas aguas, característica exclusiva de estos aceros, de una manera nítida, y es bastante normal encontrar espadas excelentemente fabricadas con el acero de Damasco que no las presentan. La forja cuidadosa de las estructuras del acero es la que trae como consecuencia la formación de bandas.

El pulido final de la espada, y el ataque químico diferencial, resaltan la estructura estriada dando una imagen bellísima y muy característica. Generalmente, se utilizaba un ataque ácido junto con alguna substancia oxidante. El libro Kitab Sirr al-Assar o Libro de los Secretos del alquimista árabe del siglo X, Abu Bakr Muhammad ibn Zakariya al-Razi (860-923), llamado Razés en Occidente, contiene varias recetas de las "aguas ardientes" utilizadas para el ataque o disolución de los metales. La combinación de ácidos como el vinagre, la leche agria y el jugo de limón, junto con vitriolos, sales de amoníaco, etc., producían unas combinaciones químicas eficaces para conseguir el ataque del acero de Damasco.

La invención objeto de esta patente se refiere a un proceso de forja de aceros de Damasco totalmente artesanal. Existen referencias de trabajos anteriores, debidas a Wadsworth, Serby y Oyama, en los cuales se trabaja de forma industrial con aceros de alto contenido en carbono y aleados con diversos elementos químicos. En este caso no se puede hablar de "Genuino Acero de Damasco".

El nuevo proceso proporciona un gran número de ventajas, entre ellas la no utilización de aleantes ni de utillaje de trabajo excesivamente costoso. Como principal objetivo se puede considerar la recuperación y puesta a punto de los métodos artesanales de fabricación.

Explicación de la invención

La presente invención se refiere a un proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono. Es una tecnología diseñada para fabricar, por forja y temple artesanales, armas blancas con aceros de muy alto contenido en carbono que oscila entre el 1,4 y 2,1 % en masa de este elemento.

El proceso consiste en la forja en caliente a temperaturas de 650 a 850°C.

El proceso, objeto de la invención, contempla cuatro etapas:

1.- Forja en caliente y mecanizado de acabado

2.- Temple y mecanizado final

3.- Control de calidad, certificación y acabado con el grabado de la marca

4.- Ataque químico y protección final

Una etapa previa consiste en la obtención del acero base.

Se trata de obtener un acero cuyo contenido en carbono oscila entre el 1,4 y 2,1 % en masa, presentando en niveles bajos las impurezas típicas de los aceros al carbono, como el silicio, manganeso, azufre y fósforo y otros elementos de traza.

En todos los casos el acero se calienta a 1100-1300°C durante 2 a 16 horas y finalmente se enfría lentamente en horno de fosa, o en horno de calentamiento a una velocidad de 10°C/hora. En esta temperatura debe permanecer 30 minutos y después se enfría de nuevo lentamente en el horno. Todos estos procesos se realizan en atmósfera inerte de Argón o en crisol de alumina refractaria sellado, conteniendo una mezcla de grafito (60-70 %) y carbonato de bario (30-40 %). Finalmente se lamina o forja para obtener piezas adecuadas de tamaño, a temperaturas comprendidas entre los 650 y los 850°C.

1.- La primera fase consiste en la forja en caliente y mecanizado de acabado basto.

Se corta la pieza del tamaño adecuado y por laminación o forja en caliente se le da una forma aproximada al diseño final del arma blanca. La temperatura de trabajo debe situarse siempre en el intervalo de 650 a 850°C, dependiendo del contenido en carbono. El trabajo final de forja, que da la forma definitiva al diseño, se realiza en fragua artesanal empleando de forma alternativa y/o conjunta la forja manual o mecánica (martinete). También puede utilizarse una laminadora para llevar a cabo este proceso de forja, teniendo en cuenta que esta ultima forma de trabajo puede, del mismo modo, emplearse conjuntamente o como alternativa a la forja manual o mecánica.

El proceso de forja o laminado debe realizarse trabajando el metal en caliente en el intervalo del rojo cereza y el rojo sangre (650-850°C). El tiempo de trabajo debe ser rápido y por ningún motivo, y ningún instante, la pieza puede adquirir una temperatura por encima del intervalo antes referido. Obtenida la forja se enfría al aire. La operación se realiza parcial o totalmente en fragua tradicional.

A continuación se realiza la operación de mecanizado para conseguir el acabado basto de las superficies y el filo. La operación se debe realizar en piedra de agua. En los casos en que la hoja de acero presente caras planas de geometría sencilla se podrá realizar el rectificado y alisado en rectificadora comercial.

2.- La segunda fase consiste en un temple del acero y mecanizado de acabado final.

Forjada la hoja de acero se pasa a la operación de temple. En algunos casos y cuando el contenido en carbono está en el límite más alto, o próximo a él, la operación de temple no se efectúa por innecesaria y por precaución. Las características mecánicas son muy buenas y no necesitan de ninguna operación de temple. Para el caso de aceros con contenidos en carbono en el límite inferior, o próximos a él, se puede efectuar la operación de temple. En este caso, las características mecánicas resultantes son inmejorables. La operación, muy compleja y artesanal, se efectúa en las siguientes fases:

a.- Calentamiento homogéneo de la pieza a

temperaturas por encima de los 720°C y no superando nunca los 800°C.

b.- Enfriamiento al aire hasta el rojo púrpura e inmersión en agua salinizada con cloruro sádico (5-13 gr/l), cloruro potásico (4-7 gr/l) y urea (10-19 gr/l), a la temperatura entre 35 a 40°C, hasta que cesa el chisporroteo fuerte en el agua.

c.- Se extrae de la solución acuosa salinizada en el momento en que va a cesar ese chisporroteo fuerte y se sigue enfriando al aire hasta la aparición de manchas blancas; sumergiéndose, finalmente, en la solución salina hasta el enfriamiento total.

La segunda fase (denominada b) se hace sumergiendo la hoja de acero de perfil, en posición paralela a la superficie liquida, en la que se hará flotar un papel absorbente o paño basto impregnados en aceite de oliva, semillas vegetales o similar.

Templada la hoja de acero se terminan sus superficies y su filo en piedra agua; pasándose, finalmente, al desbaste con papel de esmeril hasta el grado 600-800 y pulido con alúmina de los tamaños de grano correspondientes a los tipos α y γ; llegándose al acabado final de la hoja de acero.

3.- La tercera fase consiste en realizar un control de calidad, certificación y grabado de la marca, con punzón o químicamente.

Acabada la hoja de acero se examina por microscopía óptica y se determinan sus características mecánicas de dureza superficial Shore y másicas Brinell, Vickers y Rockwell C. y módulo de elasticidad por ultrasonidos. Comprobado que los datos obtenidos se corresponden con el diseño inicial, se redacta su certificación y se graba la marca, con punzón o químicamente.

4.- La cuarta fase consiste en la realización de un ataque químico y protección final.

Una vez limpia la hoja de acero de cualquier suciedad, se ataca químicamente con Nital 4-12 % (Solución alcohólica de ácido nítrico concentrado) o con Tierra de Damasco (Solución acuosa o alcohólica de sulfato férrico o cloruro férrico acidificada con ácido clorhídrico concentrado o ácidos orgánicos como cítrico, acético o málico) en diferentes proporciones según el contenido en carbono del acero y el tratamiento térmico de enfriamiento después de la forja. Después de un lavado enérgico en agua se seca con un paño o con chorro de aire.

El resultado del ataque químico se adjuntará a la hoja de certificación.

Cuando la hoja de acero se ha secado, después de la operación de ataque químico, y con el objeto de proteger sus superficies de la corrosión, se pasa al lacado o encerado. El lacado se puede efectuar con resinas elásticas, transparentes y muy adherentes, del tipo de las nitrocelulósicas, poliuretanos, acrílicas, etc. El encerado se puede efectuar con cera microcristalina calentando previamente el acero a poco más de 100°C con soplador de aire caliente. Y también se puede encerar con cera de carnauba y similares en emulsiones acuosas.

Para usos no decorativos, se prescindirá de la etapa de protección, garantizándose en este caso la suficiente resistencia de la hoja a los agentes corrosivos ambientales.

El producto obtenido mediante este proceso de forja de aceros tiene un uso preferente en la fabricación de armas blancas (usos deportivos, decorativos, militares, de caza, de despiece, etc.) o herramientas de trabajo con filo cortante resistentes al desgaste y de gran tenacidad (útiles de maquinaria, cualquier tipo de útiles de herramienta usada en talleres mecánicos).

Modo de realización de la invención

Para facilitar una explicación más detallada y su comprensión, exponemos un modo de realización preferente de la invención.

La fabricación de un ejemplar de espada en acero de Damasco exige una secuencia cuidadosa de operaciones encadenadas que se describen a continuación.

1. *Fabricación del acero base.*

En horno de inducción y con crisol de alúmina se funde hierro ARMCO y grafito en la proporción de 1,75 % en masa de carbono. El metal fundido se cuela en un molde refractario o cerámico; obteniéndose, normalmente, un lingote de entre 12,5 y 16 Kg. de peso.

2. *Tratamiento térmico de homogeneización y crecimiento de grano austenítico en el acero obtenido.*

El lingote de acero se calienta entre 1100°C-1300°C en horno eléctrico y atmósfera inerte de Argón o en crisol de alumina refractaria sellado, conteniendo una mezcla de grafito (60-70 %) y carbonato de bario (30-40 %), entre 2 y 16 horas; dejándose enfriar lentamente hasta los 700°C a una velocidad de 10°C/hora. En esta temperatura debe permanecer 30 minutos y después se enfría de nuevo lentamente en el horno.

3. *Corte del lingote de acero.*

El lingote de acero se trocea con sierra mecánica en piezas que se ajusten en peso y volumen al modelo de espada seleccionado; tratando de cortar paralelepípedos que resulten adecuados para el trabajo de forja manual, mecánica (martinete) o en laminadora.

4. *Forja en caliente del acero.*

La pieza de acero seleccionada se calienta en el horno a 750°C y se forja mediante martilleado manual y/o de forma mecánica empleándose un martillo pilón o martinete. La forja mediante martilleado se combina con la laminación de la pieza de acero en pasadas con reducciones de 0,5 milímetros. Llegando al espesor adecuado a la hoja, se acaba la forja, de forma manual en la fragua a temperaturas comprendidas entre 650 y 850°C para darle la forma definitiva. Esta ultima etapa de fragua puede ser sustituida, en algunos modelos de acabados muy geométricos, por mecanizado en maquina herramienta.

5. *Rectificado y alisado de las superficies de la hoja de acero.*

En el caso de que el perfil de la hoja de acero no presente caras planas, la operación de rectificado y alisado de las superficies se lleva a cabo manualmente con piedra de agua. En los casos

en que la hoja presente caras planas de geometría sencilla se podrá realizar el rectificado y alisado en rectificadora comercial.

6. *Operación de temple de la hoja de acero.*

Una vez obtenido el perfil final, se lleva a cabo la operación de temple. Para ello se prepara un baño de temple de agua salinizada con cloruro sódico (5-13 gr/l), cloruro potásico (4-7 gr/l) y urea (10-19 gr/l).

Se calienta la hoja de acero en fragua hasta una temperatura, entre 720 y 800°C. Se enfría al aire hasta 650°C (rojo cereza) y se introduce la hoja, de perfil y en posición paralela a la superficie líquida, en el baño de temple sobre el que flota un papel de estraza, impregnado en aceite de oliva.

En el momento que cesa el fuerte chisporroteo de la hoja en el líquido, se procede a la extracción de la hoja, enfriándose al aire hasta la aparición de unas manchas blancas. Posteriormente se introduce la hoja de nuevo en la solución templante hasta el enfriamiento total.

7. *Operación de mecanizado o acabado final de la hoja de acero.*

Una vez templada la hoja de acero, se procede a la mecanización, afilado y pulido final, mediante piedra de agua, papel de esmeril y alúmina de los tamaños de grano correspondientes a los tipos α y γ. Este conjunto de operaciones da a la hoja de acero su forma final.

8. *Operación de marcado, control y certificación de calidad de la hoja de acero.*

En esta etapa se determinan las características mecánicas de la hoja mediante dureza superficial Shore y másica Rockwell, debiendo conseguirse unos valores entre 30 y 50 Rockwell C. Los valores del módulo de elasticidad deben adecuarse a los de diseños iniciales. Comprobado que los datos obtenidos se corresponden con el diseño inicial se redacta su certificación y se procede al grabado de la marca, con punzón o químicamente, y referencia de fabricación en la parte de la hoja que quedará oculta por la empuñadura.

9. *Operación de ataque químico y protección final de la hoja de acero.*

Terminada la hoja de acero, se ataca con Nital al 4 % (disolución de ácido nítrico concentrado en etanol), durante 4 o 5 minutos; pasándose a continuación a un lavado enérgico con agua y secado con paño de algodón o con chorro de aire. El examen de las marcas dejadas por el ataque en la hoja se observa mediante Microscopía óptica y los resultados se adjuntan al certificado de calidad. Para la mejor conservación de la hoja de acero se puede dar una capa de cera microcristalina o cera de carnauba. Para usos no decorativos, se prescindirá de la etapa de protección, garantizándose en este caso la suficiente resistencia de la hoja a los agentes corrosivos ambientales.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono **caracterizado** porque consiste en la obtención de aceros de muy alto contenido en carbono que oscila entre el 1,4 % y el 2,1 % en masa, mediante la realización del proceso en cuatro etapas, que son:

a. Forja en caliente y mecanizado de acabado

b. Temple y mecanizado final

c. Control de calidad, certificación y grabado de la marca

d. Ataque químico y protección final

2. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque la etapa de forja se realiza en caliente en el intervalo de temperaturas del rojo cereza al rojo sangre, o sea, entre 650 y 850°C. La operación se realiza parcial o totalmente en fragua artesanal empleando de forma alternativa y/o conjunta la forja manual o mecánica (martinete); igualmente se puede utilizar una laminadora empleada conjuntamente o como alternativa a la forja manual o mecánica, previo calentamiento en atmósfera inerte de Argón o en crisol de alumina refractaria sellado, conteniendo una mezcla de grafito (60-70 %) y carbonato de bario (30-40 %), entre 2 y 16 horas, a temperaturas de 1100-1300°C, dejando enfriar muy lentamente el lingote a velocidades de aproximadamente 10°C/hora hasta llegar a los 700°C debiendo permanecer 30 minutos a dicha temperatura y después enfriar de nuevo lentamente en el horno.

3. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por el mecanizado, rectificado y alisado de las superficies de la hoja de acero mediante piedra de agua, para conseguir un acabado basto de las superficies y el filo. En los casos en que la hoja presente caras planas de geometría sencilla se podrá realizar el rectificado y alisado en rectificadora comercial.

4. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la etapa de temple, no siempre necesaria dependiendo del contenido en carbono, se realiza: calentando hasta la temperatura de 720°C, enfriando al aire hasta el rojo púrpura y realizando la inmersión de la hoja de acero en una solución salina tibia, entre 35 y 40°C, con cloruro sódico (5-13 gr/l), cloruro potásico (4-7 gr/l) y urea (10-19 gr/l). Este temple se realiza sumergiendo la hoja de acero de perfil, en posición paralela a la superficie líquida, en la que se hará flotar un papel absorbente o paño basto impregnados en aceite de oliva, semillas vegetales o similar.

5. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la etapa de temple se culmina extrayendo la hoja de acero de la solución de temple al cesar el fuerte chisporroteo, dejándola enfriar al aire hasta la aparición de manchas blancas en la superficie, y sumergiéndola de nuevo hasta el enfriamiento total.

6. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la etapa de acabado final de las superficies y el afilado se realizan en piedra de agua, después del temple si lo hay, efectuándose un desbaste y pulido con papel esmeril de hasta un grado de 600 y alúmina de los tamaños de grano correspondientes a los tipos α y γ en suspensión acuosa.

7. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por la medida de la dureza de la hoja mediante dureza superficial Shore y másica Rockwell, debiendo conseguirse unos valores entre 30 y 50 Rockwell C.

8. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por la medida del módulo de elasticidad, que deberá ajustarse a los de diseños iniciales, según las propiedades mecánicas requeridas a la pieza fabricada.

9. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque una vez comprobado el cumplimiento de los parámetros de calidad se redacta una certificación y se procede al grabado de la marca, con punzón o químicamente, y referencia de fabricación en la parte de la hoja que quedará oculta por la empuñadura.

10. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la etapa que proporciona el aspecto final de la hoja de acero se consigue mediante la limpieza de la hoja y el posterior ataque químico a temperatura ambiente con Nital del 4 al 12 % en masa, o con Tierra de Damasco a base de sulfato férrico o cloruro férrico en solución acuosa o alcohólica acidificada con ácidos minerales como el nítrico y clorhídrico y/u orgánicos como el cítrico, el acético y el málico. La composición del reactivo de ataque químico puede variar en función del contenido en carbono del acero y el tratamiento térmico de enfriamiento después de la forja. Después de un lavado enérgico en agua se seca con un paño o con chorro de aire.

11. Proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por la protección contra la posible oxidación, efectuando un lacado con resinas elásticas, transparentes y muy adherentes, del tipo de las nitrocelulósicas, poliuretanos, acrílicas, etc., o bien un encerado con cera microcristalina, cera de carnauba, o similares, en emulsiones acuosas, calentando previamente el acero a poco más de 100°C con soplador de aire caliente. Para usos no decorativos, se prescindirá de la etapa de protección, garantizándose en este caso la suficiente resistencia de la hoja a los agentes corrosivos ambientales.

12. Acero obtenido mediante el proceso para la forja de aceros de muy alto contenido en carbono reivindicado, **caracterizado** para el uso principal en la fabricación de armas blancas (usos

deportivos, decorativos, militares, de caza, de despiece, etc.) o herramientas de trabajo con filo cortante resistentes al desgaste y de gran tenacidad (útiles de maquinaria, brocas, cualquier tipo de útiles de herramienta usada en talleres mecánicos).

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) ES 2 122 945

(21) N.° solicitud: 9800588

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **01.03.98**

(32) Fecha de prioridad: **03.06.97**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl.^{6}:** C21D 8/02, 7/13, 8/04, 9/18

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5185044 A (VERHOEVEN et al.) 09.02.1993, columna 6, líneas 21-50; reivindicación 13.	2,3,5
A	US 5185044 A (VERHOEVEN et al.) 09.02.1993, todo el documento.	1,4,7-12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

[×] para todas las reivindicaciones

[ ] para las reivindicaciones n°:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
08.10.98	J. García-Cernuda Gallardo	1/1