



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 424**

51 Int. Cl.:
C23G 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02785414 .0**

96 Fecha de presentación : **28.11.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1472388**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2004**

54 Título: **Procedimiento para el decapado de acero inoxidable martensítico o ferrítico.**

30 Prioridad: **07.12.2001 DE 101 60 318**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.11.2011

73 Titular/es: **Henkel AG. & Co. KGaA.**
Henkelstrasse 67
40589 Düsseldorf, DE

72 Inventor/es: **Giordani, Paolo;**
Negri, Dario y
Rigamonti, Mauro

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 367 424 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

Procedimiento para el decapado de acero inoxidable martensítico o ferrítico

La invención se refiere a un procedimiento para decapar acero inoxidable martensítico o ferrítico (también llamado "acero inoxidable"), en especial en forma de alambre, tubos o varillas. En el lenguaje común se denominan aceros
 5 inoxidables aquellos, en los que en las condiciones ambientales normales, p.ej. la presencia de oxígeno del aire y la humedad y en soluciones acuosas se evita la formación de óxido. Los aceros de aleación más alta, llamados resis-
 tentes a la corrosión o resistentes a los ácidos, resisten condiciones de corrosión más agresivas, por ejemplo el
 contacto con los ácidos y con soluciones salinas. En resumen, estos aceros se denominan aceros inoxidables. En la
 10 Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, 4ª edición, tomo 22, pp. 106-112 y en la norma industrial alemana
 DIN 17440, de julio de 1985, se encontrará la enumeración de los aceros inoxidables más importantes para la indus-
 tria así como sus códigos de material, sus denominación y los componentes de la aleación así como sus propieda-
 des mecánicas y químicas. Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro, que contienen por lo menos un 10 % de
 cromo. El carácter resistente a la corrosión que tienen los aceros inoxidables se debe a la formación de óxido de
 cromo en la superficie del material.

15 Los aceros inoxidables pueden dividirse en estos grupos: aceros austeníticos, aceros ferríticos, aceros martensíti-
 cos, aceros templados por precipitación (por dispersión) y aceros compuestos (aceros dúplex). Estos grupos se
 diferencian por sus propiedades físicas y mecánicas y también por su resistencia a la corrosión, que se debe a los
 distintos componentes que forman la aleación.

20 Durante el recocido o el laminado en caliente, etc. del acero inoxidable se forma en su superficie una capa de casca-
 rilla, que quita a la superficie del acero el deseado aspecto metálico y brillante. Por lo tanto, después de este paso
 de producción, tiene que eliminarse esta capa superficial. Esto puede realizarse por el procedimiento de decapado
 de la invención. La capa superficial oxidada a eliminar se diferencia sustancialmente de la capa de óxido de los
 aceros de aleación baja o de los aceros al carbono. Aparte de los óxidos metálicos, la capa superficial contiene
 25 óxidos de los elementos que forman la aleación, por ejemplo de cromo, níquel, aluminio, titanio o niobio. Durante el
 calentamiento aumenta la concentración de óxido de cromo en la capa superficial, porque desde el punto de vista
 termodinámico el cromo es menos noble que el hierro. De este modo aumenta la concentración del cromo en detri-
 mento del hierro en la capa de óxido. Al contrario, esto conduce a que la capa de acero situada inmediatamente
 debajo de la capa de óxido tenga una concentración menor de cromo. Con un proceso de decapado realizado con
 30 soluciones decapantes ácidas apropiadas se disuelve con preferencia esta capa de menor concentración de cromo,
 situada debajo de la capa de óxido, de modo que la capa de óxido se desprende (se desconcha).

Después del decapado, la superficie queda químicamente activada, de modo que, en el aire, puede volver a recu-
 brirse de una capa superficial ópticamente inadecuada. Esto puede evitarse pasivando las superficies recién deca-
 padas durante o después del decapado. Esto puede realizarse con soluciones de tratamiento similares a las solucio-
 35 nes de decapado, pero para el pasivado se ajusta un potencial redox más elevado que para el proceso de decapa-
 do. Con el paso específico de pasivado se forma en la superficie metálica una capa de pasivado, que ópticamente
 no es visible. De este modo, la superficie del acero conserva su aspecto metálico y brillante. Que la solución de
 tratamiento tenga un efecto decapante o pasivante sobre el acero inoxidable dependerá principalmente del potencial
 redox ajustado. Las soluciones ácidas que tienen un pH inferior a 2,5 tienen un efecto decapante, si debido a la
 presencia de oxidante tienen un potencial redox con respecto a un electrodo de plata/cloruro de plata situado entre
 40 100 y 350 mV. Si se aumenta el potencial redox a valores superiores a 350 mV, entonces la solución de tratamiento
 tiene un efecto pasivante, por lo cual, en función del tipo de acero inoxidable, tendrán que ajustarse diversos valores
 mínimos para el potencial.

Los procedimientos de decapado de acero inoxidable son ya muy conocidos en la técnica. En los procedimientos
 más antiguos se empleaban baños de decapado de ácido nítrico. Estos suelen contener además ácido fluorhídrico,
 45 que facilita el proceso de decapado por su efecto complejante de los iones de hierro. Estos baños de decapado son
 eficaces desde el punto de vista económico y satisfactorios desde el punto de vista industrial, pero presentan gran-
 des inconvenientes ecológicos, porque emiten cantidades considerables de óxidos de nitrógeno y porque se vierten
 a las aguas residuales concentraciones elevadas de nitratos. Las campanas extractoras requeridas elevan los cos-
 tes del proceso y las cantidades de óxidos de nitrógeno que se emiten a la atmósfera tienen un potencial dañino
 50 considerable para el medio ambiente.

Por ello en la técnica se han realizado grandes esfuerzos para buscar procedimientos alternativos de decapado y de
 pasivado, sin tener que recurrir al ácido nítrico. Una posible alternativa para la acción oxidante del ácido nítrico son
 los iones de Fe (III). Su concentración puede mantenerse por ejemplo con peróxido de hidrógeno, que se añade a
 los baños de tratamiento de modo continuo o discontinuo. Estos baños de decapado y pasivado contienen de 15 a
 55 65 g/l de iones hierro trivalente. Durante el proceso de decapado se reducen los iones hierro trivalente a hierro
 divalente. Al mismo tiempo se desprenden de la superficie decapada más iones hierro divalente. Por lo tanto, duran-
 te el funcionamiento el baño de decapado va perdiendo su concentración de iones hierro trivalente, mientras aumen-

ta la concentración de iones hierro divalente. De este modo se desplaza el potencial redox de la solución de tratamiento, que acaba por perder su efecto decapante.

Con la adición continua o discontinua de agentes oxidantes, por ejemplo peróxido de hidrógeno u otros oxidantes del tipo perboratos, perácidos o incluso peróxidos orgánicos, se oxidan de nuevo los iones hierro divalente a hierro trivalente. De este modo se conserva el potencial redox requerido para la acción decapante y pasivante.

En el documento EP-B-505 606 se describe por ejemplo un procedimiento sin ácido nítrico para decapar y pasivar acero inoxidable, en el que se pone en contacto el material a tratar con un baño, que tiene una temperatura de 30 a 70°C y contiene por lo menos en el momento de iniciar el proceso de decapado por lo menos 150 g/l de ácido sulfúrico, por lo menos 15 g/l de iones Fe (III) y por lo menos 40 g/l de HF. Este baño contiene además hasta 1 g/l de aditivos, por ejemplo tensioactivos no iónicos e inhibidores de decapado. Al baño se le añaden de modo continuo o discontinuo las cantidades mencionadas de peróxido de hidrógeno, de tal manera que el potencial redox se mantenga dentro del intervalo deseado. También los demás componentes del baño se van dosificando de manera que su concentración se mantenga dentro del intervalo óptimo de trabajo. Con el burbujeo de aire se mantiene el baño de decapado en movimiento. El movimiento del baño de decapado es necesario para conseguir un resultado homogéneo en el decapado. Un procedimiento similar, que se diferencia del anterior fundamentalmente solo en el potencial redox ajustado, se ha descrito en el documento EP-A-582 121.

En el documento EP-0769575 se describe un procedimiento para decapar acero martensítico con una solución decapante que contiene H₂SO₄, Fe³⁺ y HF, dicha solución decapante tiene una temperatura comprendida entre 30 y 70°C. En el documento EP-1050605 se describe un procedimiento para decapar acero inoxidable con una solución decapante, cuya porción de HF libre se sitúa entre 5 y 40 g/l y la temperatura de la solución decapante se sitúa entre 20 y 70°C.

Los procedimientos de decapado mencionados previamente trabajan de forma técnicamente satisfactoria y tienen la ventaja ecológica de que no emiten óxidos de nitrógeno a la atmósfera. Se han optimizado sobre todo para el decapado de aceros inoxidables austeníticos, que suman entre el 65 y el 85 % del mercado de los aceros inoxidables. Pero, para los objetos de acero inoxidable martensítico o ferrítico, en especial en forma de alambre, tubos o varillas, estas soluciones de decapado han resultado ser demasiado agresivas. Atacan en exceso la aleación de base de estos tipos de acero, de modo que se corre el riesgo de un decapado excesivo. El proceso de decapado continúa en profundidad en las zonas ya decapadas y destruye la superficie. Después del decapado excesivo se forman más iones hierro divalente de los necesarios, que tienen que oxidarse de nuevo a la valencia tres para conservar el potencial redox. Esto aumenta el consumo de oxidantes y encarece el proceso de decapado. Aparte de ello aumento la cantidad de las sales de hierro que tendrán que depositarse (tratarse) como residuos. Existe, pues, demanda de un proceso de decapado menos agresivo, con que puedan decaparse de modo fiable objetos de acero inoxidable martensítico o ferrítico, de modo que puedan eliminarse de forma homogénea los depósitos de la superficie, pero sin que se produzca un decapado excesivo.

Este objetivo se consigue con un procedimiento para decapar de acero inoxidable martensítico o ferrítico, en el que se pone en contacto el acero inoxidable con una solución decapante que contiene iones Fe(III), ácido sulfúrico y HF, caracterizado porque la solución decapante tiene

una temperatura comprendida entre 15 y 29°C y contiene de 50 a 120 g/l de ácido sulfúrico libre, de 5 a 40 g/l de HF libre y de 5 a 40 g/l de iones Fe(III).

Las concentraciones de los distintos componentes de este baño decapante se sitúan en cada caso en un intervalo que de por sí ya es conocido por el estado de la técnica. Pero las concentraciones tienen que ajustarse entre sí de modo que no se produzca un decapado excesivo del sustrato martensítico o ferrítico. Un parámetro esencial para evitar este decapado excesivo es la temperatura, que según la invención se ajusta en el intervalo de 15 a 29°C. Se sitúa con preferencia 20 y 29°C y en especial entre 23 y 28,5°C. Si se supera la temperatura de 30°C, se corre el riesgo del decapado excesivo.

La duración del proceso de decapado dependerá de la temperatura elegida, de la concentración ajustada para el ácido libre y del tratamiento previo de los objetos antes de someterse al proceso de decapado propiamente dicho. La duración del decapado se sitúa en unos 5 minutos para el sustrato chorreado, entre 10 y 15 minutos para los sustratos tratados con una sal fundida y entre 10 y 25 minutos para los objetos tratados previamente con una solución muy alcalina de permanganato potásico. Para conseguir el pleno éxito en el decapado puede ser necesario repetir los pasos del tratamiento previo y del decapado. Los tiempos de decapado mencionados son válidos para los pasos individuales en cuestión.

En las concentraciones mencionadas previamente de ácido sulfúrico libre y de HF libre hay que tener en cuenta que en cada caso son concentraciones del ácido libre. No se incluyen los aniones del ácido, que están presentes en forma de sales. La concentración mínima de ácido fluorhídrico libre dependerá de la duración de decapado que se considere aceptable. La concentración de HF libre se sitúa con preferencia por lo menos en 10 g/l, para conseguir los tiempos de decapado mencionados previamente. La concentración máxima puede situarse en la práctica entre 25 y 30 g/l. Cuando se pretende conseguir tiempos de decapado muy cortos, entonces la concentración máxima puede ajustarse a 35 g/l. Cuando se alcanza el límite superior de 40 g/l de HF libre, el proceso de decapado todavía es gobernable. Si las concentraciones son superiores, entonces se corre el riesgo del decapado excesivo. La concentración mínima de ácido sulfúrico libre se sitúa con preferencia entre 55 y 60 g/l, el límite superior se sitúa entre 70 y 100 g/l. La solución decapante puede contener por ejemplo entre 55 y 75 g/l de ácido sulfúrico libre.

En el transcurso del proceso de decapado, la concentración de iones Fe (III) disminuye, porque estos iones se reducen por la reacción redox con el hierro elemental de la superficie del acero convirtiéndose en hierro divalente. La concentración de los iones Fe (III) se regula con preferencia de modo que la solución decapante en estado de funcionamiento contenga de 10 a 25 g/l de estos iones. Esto ocurre con preferencia mediante la oxidación de los iones Fe (II) formados en un grado conveniente a iones trivalentes. Según sea la proporción ponderal entre los iones de hierro divalentes y trivalentes dentro de la solución decapante, esta tendrá un potencial redox determinado. Por ello se puede controlar la solución decapante en todo el intervalo de potenciales redox medidos. Para el procedimiento de la invención, la solución decapante tiene en estado de funcionamiento con preferencia un potencial redox, medido a 25°C con un electrodo de platino referido a un electrodo de referencia de Ag/AgCl, situado entre 100 y 240 mV, en especial entre 150 y 235 mV. Con el consumo de los iones de hierro trivalente y la formación de iones de hierro divalente disminuye el potencial redox en el transcurso del proceso de decapado. Con la oxidación de los iones de hierro divalente a la valencia tres puede volver a elevarse dicho potencial. En el procedimiento de la invención se ajusta con preferencia el potencial redox de manera que se efectúen una o más de las acciones siguientes:

- a) adición de un reactivo a la solución decapante, que sea capaz de oxidar los iones de Fe (II) de la solución decapante a iones Fe (III), con preferencia el peróxido de hidrógeno o una sustancia que libere peróxido de hidrógeno,
- b) oxidación catalítica con un gas que contenga oxígeno, empleando un catalizador de oxidación homogéneo o heterogéneo,
- c) oxidación electroquímica.

Para la oxidación del hierro divalente y por tanto para la regulación del potencial redox es posible, pues, la oxidación directa con un oxidante fuerte, por ejemplo el peróxido de hidrógeno o con una sustancia que libere peróxido de hidrógeno. Estas sustancias son, por ejemplo, perácidos o peroxoácidos inorgánicos u orgánicos. Es idóneo, por ejemplo, el ácido peroxosulfúrico o peroxodisulfúrico. Son posibles también los ácidos halohídricos oxidantes, por ejemplo el ácido clorhídrico o el ácido perclorhídrico, pero por razones prácticas son menos preferidos.

Como alternativa, el hierro divalente puede oxidarse a la valencia tres por oxidación catalítica con un gas que contenga oxígeno, con preferencia con el aire, empleando un catalizador de oxidación homogéneo o heterogéneo. Como catalizador de oxidación homogéneo pueden utilizarse por ejemplo los iones descritos en la solicitud de patente alemana DE-A-197 55 350. Si se desea evitar la presencia de iones cobre en la solución decapante, entonces el hierro divalente puede oxidarse catalíticamente con oxígeno o con aire a la valencia tres en un reactor de lecho fijo externo. Este procedimiento ya se conoce por el documento EP-A-795 628. Finalmente, el hierro divalente puede oxidarse directa o indirectamente a la valencia tres por oxidación electroquímica. Este procedimiento se ha descrito por ejemplo en el documento WO 00/15880 y en la bibliografía técnica que allí se cita.

Se deriva de lo anterior que las concentraciones de iones Fe (II) en la solución decapante dependerá del estado de funcionamiento de dicha solución decapante. En una solución decapante recién preparada, esta concentración puede ser 0. Aumenta a medida que transcurre el proceso de decapado, dicho aumento puede regularse mediante la oxidación del Fe (II) a Fe (III). La concentración de Fe (II) puede aumentar hasta 70-80 g/l. En los ensayos prácticos con el procedimiento de decapado de la invención se han observado después de una semana de funcionamiento concentraciones de Fe (II) comprendidas entre 40 y 60 g/l. Si la concentración total de iones hierro divalentes y trivalentes supera un valor límite preestablecido, que puede situarse por ejemplo entre 90 y 110 g/l, entonces se recomienda verter una parte, por ejemplo 2/3 de la solución decapante y sustituirla por solución decapante nueva, que no contenga iones Fe (II). Para ello basta con añadir por dosificación solamente los ácidos, porque normalmente suelen quedar cantidades suficientes de Fe (III) en la solución. En caso necesario puede oxidarse también una parte de los iones Fe (II) restantes para convertirlos en Fe (III). De este modo se reduce de nuevo la concentración de iones Fe (II), por ejemplo hasta un valor situado en torno a 20 g/l.

En el procedimiento de la invención puede ser preferido que la solución decapante se mueva con respecto a la superficie del sustrato, con preferencia por recirculación, agitación o burbujeo de aire. Tal es el caso en especial cuando los objetos a decapar están empaquetados en forma de haces o enrollados en forma de rollos. El movimiento de la solución decapante facilita la penetración de la solución decapante en pasos angostos entre las superficies a decapar y conduce de este modo a un resultado homogéneo del decapado. Tal es el caso en especial cuando el

acero inoxidable martensítico o ferrítico está presente en forma de alambre, tubos o varillas. Para sustratos de este tipo es especialmente indicado el procedimiento de la invención.

5 Aparte de los componentes esenciales mencionados, la solución decapante puede contener otros auxiliares o aditivos. Por ejemplo es habitual, en el caso de oxidación con peróxido de hidrógeno, añadir este en forma de solución acuosa estabilizada. De este modo entre el estabilizador del H₂O₂ en el baño de decapado. Esto ya es conocido por el documento EP-A-582 121 citado, en el que como estabilizadores se mencionan la 8-hidroxiquinolina, el estanato sódico, el ácido fosfórico, el ácido salicílico, el ácido piridinacarboxílico y en especial la fenacetina. Un estabilizador de H₂O₂ especialmente preferido es una mezcla de ácido fosfórico y glicoléter, descrita por ejemplo en el documento WO 01/49899. Para lograr una superficie decapada especialmente homogénea es ventajoso que la solución decapante contenga sustancias tensioactivas, en especial de tipo no iónico. Son ejemplos de ello los etoxilatos de alcoholes grasos o los etoxilatos/proxilatos de alcoholes grasos. La longitud de la cadena de C de los alcoholes grasos se sitúa con preferencia entre 8 y 22, en especial entre 12 y 18.

15 El procedimiento de decapado de la invención constituye normalmente un paso parcial dentro de una serie de tratamientos de la superficie de los objetos mencionados. Esta serie de tratamientos abarca, antes del decapado, un tratamiento previo, que rompe los depósitos de tipo óxido, y después del paso del decapado un tratamiento posterior pasivante, para mantener las superficies de aspecto metálico brillante. La presente invención comprende, pues, también una serie de procesos para el tratamiento de la superficie del acero inoxidable martensítico o ferrítico, con preferencia de objetos en forma de alambre, tubos o varillas, para ello se somete el acero inoxidable por lo menos

20 a) a un tratamiento, que rompe los depósitos de óxido, con preferencia un tratamiento de chorreo con arena o con granalla, un tratamiento con sal fundida o un tratamiento con una solución acuosa de permanganato/hidróxido alcalino,
b) se decapa con arreglo al procedimiento descrito en una o varias de las reivindicaciones de 1 a 6,
c) se trata posteriormente con una solución pasivante.

25 En función del sustrato pueden preverse otros pasos de tratamiento, por ejemplo entre los pasos a) y b) un decapado previo con una solución que contenga uno o más ácidos (HCl, H₂SO₄, HF).

30 Para ello se prevén con preferencia pasos de enjuague y/o neutralización entre los distintos pasos de tratamiento, en cualquier caso se puede prescindir de ellos si inmediatamente antes se ha realizado un chorreado. En el estado de la técnica es habitual un tratamiento a), para romper los depósitos de óxido, antes del tratamiento de decapado. La solución mencionada de permanganato/hidróxido alcalino es con preferencia una solución que contiene del 5 al 20 % en peso de NaOH y del 5 al 20 % en peso permanganato potásico. Esta solución tiene con preferencia una temperatura comprendida entre 95 y 100°C. Si para el paso a) se emplean productos alcalinos, entonces antes del paso b) se preverá con preferencia una neutralización, por ejemplo por tratamiento del sustrato con ácido sulfúrico diluido. Esto puede ser conveniente también después de un chorreado.

35 La solución pasivante para el paso parcial c) ha de tener un potencial redox que (en las mismas condiciones de medición) se sitúe por debajo del potencial ajustado en el paso b), por ejemplo un potencial entre 600 y 800 mV. Para ello es apropiada por ejemplo una solución de ácido nítrico, pero por motivos ecológicos es menos preferida. Como alternativa puede utilizarse una solución pasivante que contenga ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno. En este caso, la solución pasivante contiene además con preferencia un estabilizador de H₂O₂, por ejemplo una mezcla de ácido fosfórico y glicoléter según WO 01/49899. En ambos casos, las soluciones pasivantes pueden contener pequeñas cantidades de HF, por ejemplo en torno a 5 g/l. En el paso del pasivado c) se pueden eliminar simultáneamente depósitos oscuros de la superficie del sustrato, que pueden formarse en el paso del decapado b).

Puede ser ventajoso para obtener un resultado homogéneo de decapado la repetición una vez o varias veces de los pasos a) y b). Una serie de pasos del proceso según la invención podría ser por ejemplo la siguiente:

45 1. tratamiento previo con una solución acuosa, que contenga en cada caso un 10 % en peso de NaOH y de KMnO₄ y tenga una temperatura de 95°C, durante un período de tratamiento de 20 minutos;
2. enjuague con agua o con preferencia enjuague de neutralización con ácido sulfúrico diluido;
3. tratamiento decapante según esta invención con uno de los dos baños decapantes según la tabla siguiente, temperatura 28°C, 10 minutos;
50 4. enjuague con agua, con preferencia en forma de enjuague con pulverización de agua a alta presión;
5. nuevo tratamiento previo, como en el apartado 1;
6. enjuague con agua;
7. nuevo tratamiento decapante, como en el apartado 3;
8. enjuague con agua, como en el apartado 4;
9. tratamiento pasivante en ácido nítrico o en una solución de pasivado/abrillantado según WO 01/49899, que contiene ácido sulfúrico, H₂O₂ y una mezcla estabilizante de ácido fosfórico y glicoléter (p.ej. mono-n-butiléter del etilenglicol o del dietilenglicol);
55

10. enjuague con agua, con preferencia en forma de enjuague de pulverización;
 11. eventualmente un tratamiento de neutralización, por ejemplo con cal.

5 Como alternativa, los sustratos apropiados pueden en primer lugar chorrear en el paso parcial a); después se realiza el tratamiento de decapado en el paso parcial b) a 28°C durante un período de 5 a 20 minutos, con posterior enjuague con agua y un paso de pasivado c) del modo descrito en el anterior apartado 9.

En un ensayo realizado con éxito en la práctica se emplean 2 soluciones decapantes, que después de un período de funcionamiento de una semana presentan la composición que se recoge en la siguiente tabla. El potencial redox o la concentración de Fe (III) se ajusta con la adición de H₂O₂. Las concentraciones de ácido que se indican son de ácidos libres.

10 Tabla:

Soluciones decapantes de la invención (concentraciones indicadas en g/l)

	solución 1	solución 2
H ₂ SO ₄	60,7	68,5
HF	33,0	33,4
Fe ²⁺	55,0	44,4
Fe ³⁺	10,1	13,5
E, mV (Ag/AgCl/Pt; T = 25°C)	199	229
temperatura de decapado	28°C	28°C

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para decapar acero inoxidable martensítico o ferrítico, poniendo en contacto el acero inoxidable con una solución decapante que contiene iones Fe (III), ácido sulfúrico y HF, caracterizado porque la solución decapante tiene
- 5 una temperatura comprendida entre 15 y 29°C y contiene de 50 a 120 g/l de ácido sulfúrico libre, de 5 a 40 g/l de HF libre y de 5 a 40 g/l de iones Fe (III).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la solución decapante contiene de 55 a 75 g/l de ácido sulfúrico libre.
3. Procedimiento según una o ambas reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque la solución decapante en estado de funcionamiento contiene de 10 a 25 g/l de iones Fe (III).
- 15 4. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones de 1 a 3, caracterizado porque la solución decapante en estado de funcionamiento tiene un potencial redox, medido a 25°C con un electrodo de platino referido a un electrodo de referencia de Ag/AgCl, de 100 a 240 mV.
5. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones de 1 a 4, caracterizado porque el potencial redox se ajusta realizando una o varias de las acciones siguientes:
- 20 a) adición de un reactivo a la solución decapante, que sea capaz de oxidar los iones de Fe (II) de la solución decapante a iones Fe (III), con preferencia el peróxido de hidrógeno o una sustancia que libere peróxido de hidrógeno,
 b) oxidación catalítica con un gas que contenga oxígeno, empleando un catalizador de oxidación homogéneo o heterogéneo,
 c) oxidación electroquímica.
6. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones de 1 a 5, caracterizado porque se mueve la solución decapante, con preferencia por recirculación, agitación o burbujeo de aire.
- 25 7. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones de 1 a 6, caracterizado porque el acero inoxidable martensítico o ferrítico está presente en forma de alambre, tubos o varillas.
8. Serie de pasos de proceso de tratamiento superficial de un acero inoxidable martensítico o ferrítico, para ello se somete el acero inoxidable a
- 30 a) un tratamiento para romper los depósitos de óxido,
 b) se decapa con el procedimiento de una o varias de las reivindicaciones de 1 a 6,
 c) se trata posteriormente con una solución pasivante.
9. Serie de pasos de procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque se repiten los pasos a) y b) del proceso una o varias veces.