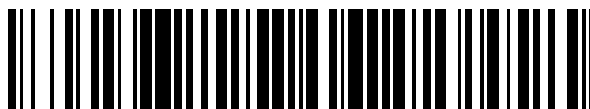


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 465**

51 Int. Cl.:

C23C 22/78

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2006 PCT/FR2006/000466**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2018 WO06097593**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2006 E 06726006 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 1861521**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de una pieza de acero revestido que presenta una resistencia muy alta después de un tratamiento térmico**

30 Prioridad:

11.03.2005 FR 0502404

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

16.03.2020

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL (100.0%)
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**LAURENT, JEAN-PIERRE y
DEVROC, JACQUES**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 748 465 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 de fabricación de una pieza de acero revestido que presenta una resistencia muy alta después de un tratamiento térmico

5

[0001] La invención se refiere a la fabricación de piezas de acero revestido laminado en caliente o en frío, que presente una alta resistencia mecánica así como una buena resistencia a la corrosión.

[0002]

Para algunas aplicaciones, se trata de elaborar piezas de acero que combinan una resistencia mecánica elevada, una alta resistencia a los choques y un buen comportamiento a la corrosión. Este tipo de combinación es particularmente deseable en la industria automovilística en la que se busca una reducción significativa de los vehículos. Esto se puede obtener en concreto gracias al uso de aceros con características mecánicas muy altas: Las piezas anti-intrusión, estructurales o de seguridad para vehículos de motor (travesaños de parachoques, refuerzos de la puerta o montante B, brazo portarrueda) necesitan, por ejemplo, las cualidades mencionadas anteriormente.

15

[0003]

La patente FR 2807447 describe un procedimiento de fabricación en el que se suministra una chapa de acero de base con un pre-revestimiento metálico, poseyendo el acero una resistencia a la rotura del orden de 500 MPa, se realiza una operación de conformación en frío, por ejemplo, embutido o perfilado en frío, y a continuación se lleva a cabo un tratamiento térmico para su posterior temple en un utilaje de forma adaptada a la geometría de la pieza. Durante la fase de calentamiento de este tratamiento térmico, se forma un revestimiento intermetálico en la superficie de la pieza mediante la aleación del pre-revestimiento inicial y del acero de base. De esta forma, se obtiene, por ejemplo, piezas con una resistencia mecánica superior a 1500 MPa que ofrecen resistencia a la corrosión. Cada una de las patentes US 6 197 132 B1 o US 6 296 805 B1 describe un procedimiento de fabricación de una pieza de acero revestida que presente una resistencia muy alta resistencia después de un tratamiento térmico a partir de una

25

[0004]

La chapa de acero de base puede estar pre-revestida de aluminio o de una aleación de aluminio mediante un procedimiento por inmersión. Sin embargo, en algunos casos, puede haber limitaciones en la implementación de este procedimiento en ciertos casos: Durante las operaciones de conformado en frío de la pieza antes del tratamiento térmico, algunas zonas pueden ser sometidas a una deformación más severa, y posiblemente se puede asistir a un daño en la interfaz entre el sustrato y el pre-revestimiento, en forma de decohesión local. En este caso, el tratamiento térmico posterior puede provocar la formación de escarillas cerca de la capa interfacial de aleación. La presencia de esta escarilla es perjudicial para la realización de una aleación satisfactoria entre el acero de base y el pre-revestimiento aluminizado.

35

[0005]

Además, tras el conformado en frío de las piezas aluminizadas, se puede realizar un corte, un punzonado o un burilado para eliminar el exceso de material antes del posterior tratamiento térmico de aleación. La presencia del pre-revestimiento aluminizado por inmersión puede contribuir al desgaste del utilaje de corte.

[0006]

Por otra parte, el pre-revestimiento de las chapas aluminizadas por inmersión puede presentar una variación de espesor con respecto al espesor nominal. El calentamiento durante el tratamiento térmico de aleación se realiza con relativa rapidez, normalmente en pocos minutos. En caso de sobreespesor excesivo, se asiste a una aleación incompleta del revestimiento. Dado que la temperatura de fusión de los pre-revestimientos convencionales es de 660 °C para el aluminio o de 580 °C para una aleación de aluminio al 10 % de silicio, puede producirse una fusión prematura en el lado más grueso del revestimiento antes de alcanzar la temperatura de austenitización de la pieza. Puesto que los tratamientos térmicos se realizan generalmente en hornos en los que las piezas se mueven sobre rodillos, la superficie de estos últimos está contaminada por una capa resultante de la fusión parcial del pre-revestimiento, lo que dificulta el buen funcionamiento de los hornos. Además, una aleación incompleta del pre-revestimiento es perjudicial en las operaciones de cataforesis posteriores.

50

[0007]

La presente invención tiene como objetivo resolver los problemas mencionados anteriormente. En particular, su objetivo es, en particular, poner a disposición un procedimiento de fabricación de piezas de acero laminadas en caliente o en frío pre-revestidas con aluminio o aleación de aluminio, que permita una deformación significativa previo al frío antes de un tratamiento de aleación sin riesgo de consecuencias posteriores en el tratamiento de aleación. Su objetivo es reducir el desgaste del utilaje durante el mecanizado mecánico antes del tratamiento térmico de aleación. También tiene como objetivo obtener, tras el tratamiento térmico, una aleación completa del pre-revestimiento de aluminio o aleación de aluminio.

55

[0008]

Para este fin, la invención tiene por objeto un procedimiento de fabricación de una pieza con características mecánicas muy altas a partir de una banda de acero, laminada en caliente o en frío, que incluye las siguientes etapas sucesivas:

60

- se lleva a cabo un pre-revestimiento de la banda con aluminio o con una aleación de aluminio. Este pre-revestimiento puede realizarse en una o varias etapas según los modos que se indican a continuación, solos o en combinación:

65

- pre-revestimiento mediante una o varias etapas de electrodeposición de aluminio o de aleación de aluminio;
 - pre-revestimiento mediante una o varias etapas de deposición química en fase de vapor de aluminio o aleación de aluminio;
 - pre-revestimiento mediante una o varias etapas de deposición física en fase de vapor de aluminio o aleación de aluminio;
 - pre-revestimiento mediante una o varias etapas de colaminado entre la banda de acero y un fleje de aluminio o aleación de aluminio;
 - gracias a la implementación de estos procedimientos de pre-revestimiento, la interfaz entre la banda de acero y el pre-revestimiento no incluye una fase intermetálica;
- 10 - la banda revestida se deforma en frío;
- se elimina opcionalmente los excedentes de chapa para la geometría final de dicha pieza;
- la pieza se calienta, por ejemplo en un horno, para producir un compuesto intermetálico en la superficie de la pieza, a partir de la interfaz de acero-revestimiento y la austenitización del acero. Durante la fase de calentamiento de este
- 15 tratamiento térmico, se forma, un revestimiento intermetálico en la superficie de la pieza mediante la aleación de la capa de pre-revestimiento inicial y el acero de base, aleación que se lleva a cabo en todo el espesor de la capa de revestimiento.
- Después del calentamiento, la pieza se transfiere a un utillaje. El tiempo de transferencia entre la fase de calentamiento y el contacto con el utillaje es lo suficientemente corto como para que no se produzca una
- 20 transformación de la austenita durante este tiempo. La geometría y el diseño del utillaje se adaptan a la pieza a tratar y a la severidad del temple. En particular, estas herramientas pueden ser enfriadas, en particular por circulación de fluido para aumentar la productividad de las operaciones y/o aumentar la severidad del temple. Una fuerza de apriete puede asegurar un contacto íntimo entre las piezas y el utillaje, permitiendo un enfriamiento por conducción eficiente y una deformación mínima. La pieza se enfría dentro del utillaje con una velocidad tal que la estructura de acero
- 25 después del enfriamiento es martensítica, bainítica o martensito-bainítica.

[0009] Según el procedimiento de la reivindicación 1, la tasa de deformación generalizada de la deformación en frío es superior a 20 % al menos en un punto de la pieza.

- 30 **[0010]** La invención también tiene por objeto el uso de una pieza con características mecánicas muy altas a partir de una banda de acero, fabricada según uno de los modos anteriores, para la fabricación de piezas estructurales o de seguridad para vehículos de motor terrestres.

- [0011]** En el curso de la descripción ofrecida a continuación aparecerán otras características y ventajas de la invención, ofrecidas a modo de ejemplo.

La figura 1 presenta un ejemplo de una interfaz de acero-aleación y aluminio depositada por inmersión antes de la deformación en frío.

La figura 2 presenta la evolución de esta interfaz tras la deformación generalizada en frío superior a 20 %.

- 40 La figura 3 presenta un ejemplo de una interfaz de acero-aleación y aluminio depositada por inmersión, sin deformación en frío, después del tratamiento de aleación.

La figura 4 ilustra la capa superficial después de la deformación en frío superior a 20 %, seguido de un tratamiento de aleación.

- 45 **[0012]** La evolución de la interfaz de acero-revestimiento se examinó durante un procedimiento de fabricación convencional: para ello, se consideraron las piezas de acero con un espesor de 1,2 o 2 mm, con la siguiente composición ponderal:

Carbono: 0,15 a 0,25 %

- 50 Manganeso: 0,8 a 1,5 %

Silicio: 0,1 a 0,35 %

Cromo: 0,01 a 0,2 %.

Titanio < 0,1 %

Fósforo < 0,05 %

- 55 Azufre < 0,03 %

B: 0,0005 % a 0,01 %,

[0013] Éstos fueron pre-revestidos gracias a un procedimiento por inmersión convencional en un baño a base de aluminio que incluye:

- 60

Silicio: 9-10 %

Hierro: 2 a 3,5 %

Siendo el resto constituido por aluminio e impurezas inevitables.

- 65 **[0014]** Se sabe que el contacto de un acero en un baño de aluminio puro a más de 660 °C conduce a una

formación muy rápida de una gruesa capa de aleación intermetálica, incluyendo, en concreto FeAl₃-Fe₂Al₅. Como esta capa presenta una baja capacidad de deformación, la adición de un 10 % de silicio en el baño permite reducir el espesor de esta capa intermedia. La figura 1 indica que la capa intermetálica, con una dureza de 600 a 800 HV, tiene un espesor de unos 7 micrómetros, terminada por una capa metálica a base de aluminio de aproximadamente 15 micrómetros.

[0015] Las piezas pre-revestidas fueron sometidas a una deformación en frío sobre probetas tipo Nakazima, tensándolas en diferentes modos: tensión uniaxial, expansión equibiaxial. Mediante rejillas con motivos circulares previamente fotodepositados, se midieron las principales deformaciones ε_1 , ε_2 , es decir, las deformaciones en un marco de referencia principal, en varios puntos. Se deduce la deformación generalizada:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_1 \varepsilon_2 + \varepsilon_2^2)}$$

en relación con estos puntos diferentes.

[0016] Al mismo tiempo, se observó el comportamiento del pre-revestimiento en estas diferentes ubicaciones: Las observaciones revelan que, hasta una deformación generalizada del orden del 10 %, la capa intermedia se agrieta de forma fina y regular, sin que ello tenga ninguna consecuencia en la capa superior de aluminio metálico que la cubre. El posterior tratamiento térmico en un horno a 900 °C durante 5 o 7 minutos, seguido de un temple en un utilaje enfriado con agua, conduce a una aleación completa del revestimiento inicial y a la desaparición de esta red limitada de grietas (figura 3). Por encima del 20 % de la deformación generalizada, se asiste a una fragmentación de la capa intermetálica (figura 2), y en algunas áreas, a una degradación del revestimiento metálico a base de aluminio. El subsiguiente tratamiento térmico de aleación puede causar el crecimiento de una capa de cascarilla o descarbonización en la superficie del acero (figura 4), lo cual es perjudicial para la subsiguiente implementación de la pieza, por ejemplo, pintado.

[0017] Por lo tanto, la implementación de un procedimiento de deformación en frío con una deformación severa puede plantear dificultades a partir de un pre-revestimiento convencional a base de aluminio. En el contexto de la invención, se demostró que este problema se resolvía cuando la interfaz entre el acero y el aluminio no incluía una fase intermetálica. En efecto, dada la ductilidad intrínseca del aluminio o de la aleación de aluminio, ligada a su estructura cúbica y con cara centrada, una deformación en frío significativa de un acero pre-revestido no conduce a ninguna degradación de la interfaz o del pre-revestimiento, de modo que el tratamiento posterior de aleación se lleva a cabo en condiciones óptimas.

[0018] El pre-revestimiento de aluminio o de aleación de aluminio se realiza por electrodeposición, deposición física o química en fase de vapor, o por colaminado entre una banda de acero y un fleje de aluminio o aleación de aluminio. A través de estas diferentes etapas, se produce una pieza sin capa intermetálica entre el acero de base y el pre-revestimiento antes del tratamiento de aleación. El procedimiento según la invención puede ser implementado aplicando una misma etapa de pre-revestimiento en una sola vez, o aplicándolo varias veces. Del mismo modo, el procedimiento puede ser implementado según la invención combinando sucesivamente diferentes etapas de pre-revestimiento para explotar las ventajas intrínsecas de los diferentes procedimientos y de las diferentes características de las deposiciones.

[0019] La aplicación del procedimiento según la invención facilita la implementación en el caso de un corte, un punzonado o un burilado de piezas después de la operación de conformado en frío. De hecho, un mecanizado intermedio puede ser útil para reducir el volumen de metal a calentar en el tratamiento de aleación. Según la invención, este mecanizado intermedio es facilitado por la ausencia de la capa intermetálica dura (600 a 800 HV) encontrada en el procedimiento convencional. De esta manera, se reduce el desgaste de las herramientas de corte.

[0020] Además, las etapas del pre-revestimiento según la invención están asociadas con deposiciones de una regularidad de espesor alta: por ejemplo, las condiciones del pre-revestimiento en la fase de vapor pueden ser asociadas con una deposición de espesor comprendido entre 15 y 20 micrómetros con una variación de espesor de orden micrométrico.

[0021] Según los procedimientos de aluminización por inmersión, la variación en el espesor del pre-revestimiento medida en una sección micrográfica puede ser del orden de ± 10 micrómetros para un espesor promedio de 25 micrómetros. Con el fin de maximizar la productividad, se desea que el calentamiento durante el tratamiento térmico de aleación se lleve a cabo lo más rápido posible. La observación de la presencia de un sobreespesor puede conllevar a alargar la fase de calentamiento, de modo que la aleación sea completa. Para un tratamiento térmico dado, la falta de conocimiento de un sobreespesor excesivo puede resultar en una aleación incompleta, traduciéndose en una fusión parcial del pre-revestimiento.

[0022] La etapa de pre-revestimiento según la invención conduce a una baja variabilidad en el espesor, lo que disminuye el riesgo de fusión y aumenta la estabilidad del funcionamiento de los hornos.

[0023] Además, después de la austenitización, el tratamiento de temple por enfriamiento en un utillaje confiere una estructura martensítica o bainítica o martensito-bainítica al acero. Según la composición del acero, en particular de su contenido de carbono, así como de manganeso, cromo y boro, la resistencia máxima obtenida en las piezas según la invención, varía de 1200 a 1700 MPa. Según la invención, desde que el corte se lleva a cabo más claramente debido a la ausencia de una capa intermetálica, el efecto de entalladura en el borde de corte es menor después de un tratamiento de temple, puesto que se sabe que las estructuras total o parcialmente martensíticas son por naturaleza más sensibles a los efectos de concentraciones de tensión locales.

[0024] Así, la invención permite la fabricación de piezas con altas características revestidas, con formas más complejas, ya que la deformación en frío puede alcanzar tasas significativas. La invención está implementada en una manera particularmente ventajosa cuando la tasa de deformación generalizada en frío previo al tratamiento de aleación es superior al 20 %. Permite una reducción del desgaste del utillaje durante las operaciones intermedias de corte y conduce a una mayor eficiencia en el tratamiento final de aleación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una pieza con características mecánicas muy altas a partir de una banda de acero, laminada en caliente o en frío, que incluye las siguientes etapas sucesivas:

- 5 - se lleva a cabo un pre-revestimiento de dicha banda con aluminio o con una aleación de aluminio
- la banda revestida se deforma en frío
- se elimina opcionalmente los excedentes de chapa para la geometría final de dicha pieza
- dicha pieza se calienta para producir un compuesto intermetálico en la superficie de dicha pieza a partir de la interfaz
- 10 de acero-revestimiento y la austenitización del acero
- dicha pieza se transfiere a un utillaje
- dicha pieza se enfría dentro del utillaje con una velocidad tal que la estructura de acero después del enfriamiento es martensítica o bainítica o martensito-bainítica,
- **caracterizado porque** la interfaz entre dicha banda de acero y el pre-revestimiento antes de dicho calentamiento no
- 15 incluye una fase intermetálica y porque dicho pre-revestimiento se lleva a cabo mediante al menos una etapa de electrodeposición de aluminio o aleación de aluminio, mediante al menos una etapa de deposición química en fase de vapor de aluminio o aleación de aluminio, mediante al menos una etapa de deposición física en fase de vapor de aluminio o aleación de aluminio, mediante al menos una etapa de colaminado entre dicha banda de acero y un fleje de aluminio o aleación de aluminio, pudiendo dichas al menos una etapa de pre-revestimiento ser realizadas solas o
- 20 en combinación,
- y **porque** la que la tasa de deformación generalizada de dicha deformación en frío es superior al 20 % en al menos un punto de dicha pieza, siendo la tasa de deformación generalizada definida por

$$\bar{\varepsilon} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_1 \varepsilon_2 + \varepsilon_2^2)},$$

- 25 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$, siendo las principales deformaciones asociadas a dicha deformación en frío.

2. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1, en el que la pieza presenta una resistencia mecánica comprendida entre 1200 y 1700 MPa.

- 30 3. Uso de una pieza con características mecánicas muy altas a partir de una banda de acero, fabricada según la reivindicación 1 o 2, para la fabricación de piezas estructurales o de seguridad para vehículos de motor terrestres.

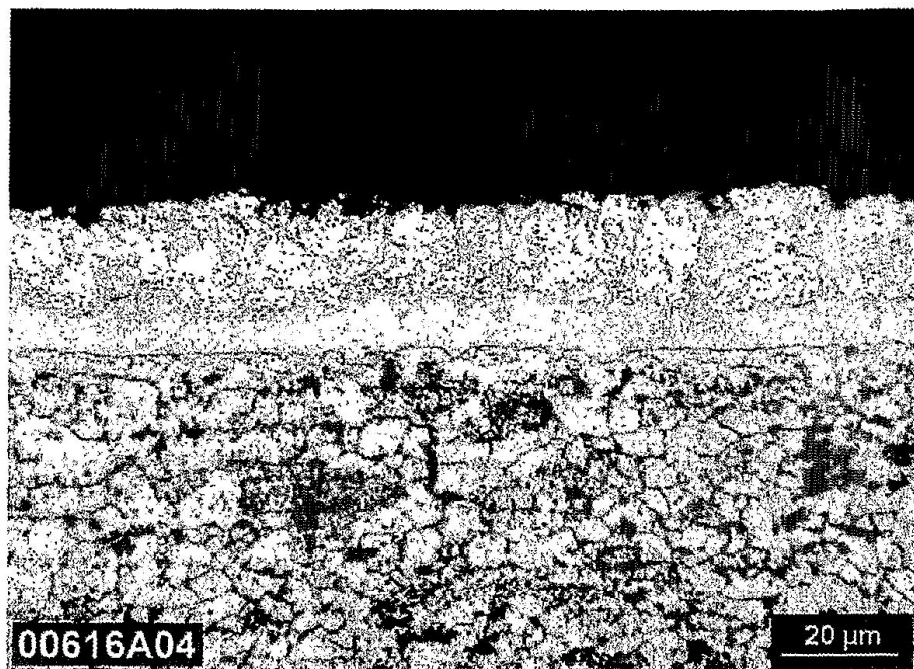


Figura 1

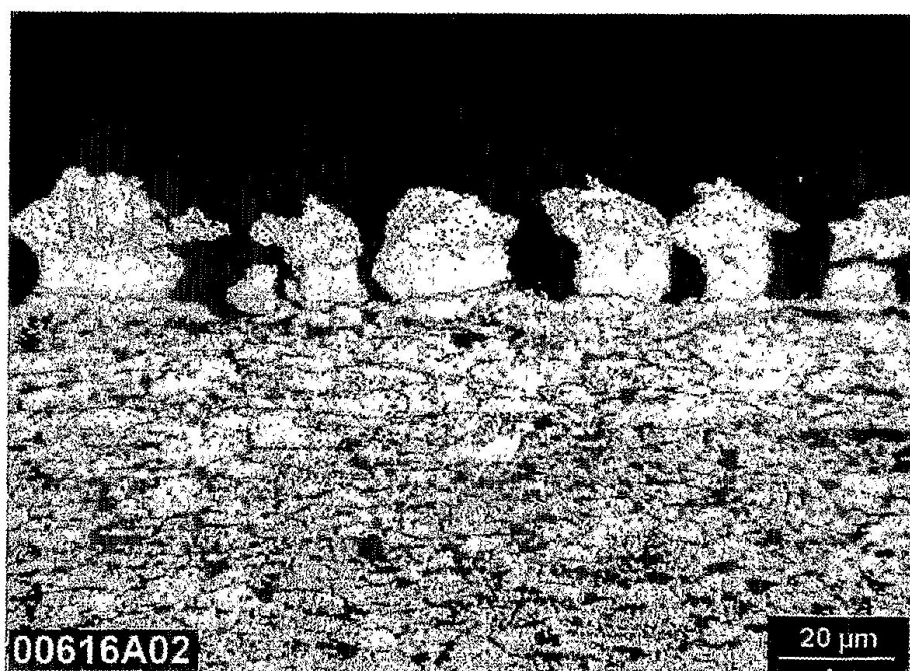


Figura 2



Figura 3

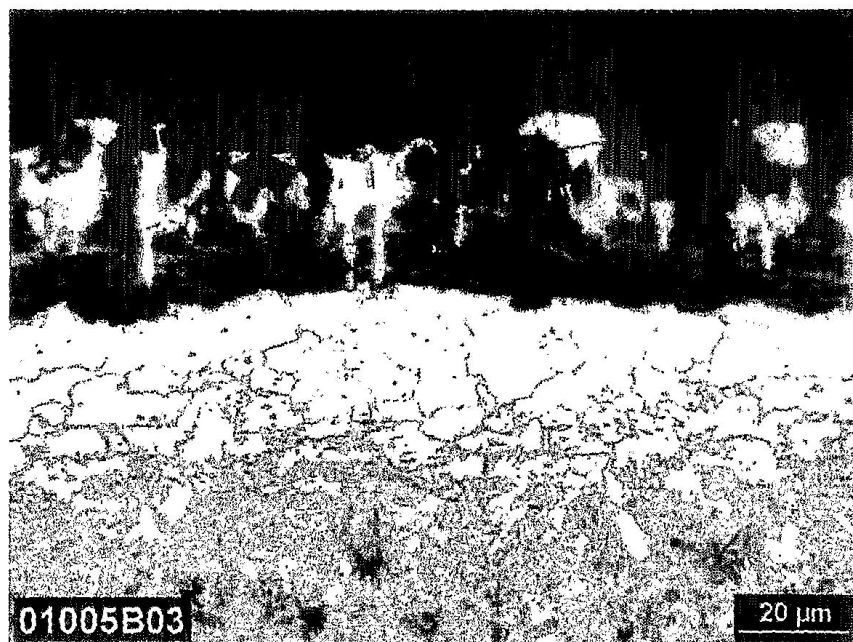


Figura 4