

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 277**

51 Int. Cl.:

C22C 38/60 (2006.01)

C22C 38/00 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2013 PCT/RU2013/000105**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2014 WO14025287**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2013 E 13827542 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 2789710**

54 Título: **Acero de decoletaje que contiene bismuto**

30 Prioridad:

06.08.2012 RU 2012133578

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

28.04.2020

73 Titular/es:

**AO OMTNINSKY METALLURGICHESKY ZAVOD
(100.0%)**

Kokovikhina St. 2, Kirov region

Omutninsk 612740, RU

72 Inventor/es:

VOLOSKOV, ALEXANDER DMITRIYEVICH

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 757 277 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

Acero de decoletaje que contiene bismuto

La invención se refiere a un acero de decoletaje altamente mecanizable con carbono, silicio, manganeso, azufre, fósforo, aluminio y hierro.

- 5 La invención es empleable en la industria siderúrgica y precisamente en la producción de acero de decoletaje altamente mecanizable para la producción de componentes en construcción de automóviles.

La patente RU 2437739 C1 da a conocer un procedimiento para la producción de aceros obtenidos por colada continua con alto contenido en azufre, con la siguiente composición química, según proporciones másicas:

Carbono	- max. 0,16;
Silicio	- max. 0,35;
Manganeso	- 1,0 - 1,50;
Azufre	- 0,08 - 0,35;
Fósforo	- 0,06 - 0,15;
Aluminio	- max. 0,03;
Bismuto	- 0,06 - 0,12;
Hierro e impurezas	resto

Entre las deficiencias de este acero se encuentran:

- 10 - ningún control / seguimiento de la eficacia de oxígeno antes de la fundición de acero (con el fin de control de proceso y generación de inclusiones no metálicas con una forma predeterminada, así como composición);
- ninguna regulación de la proporción longitud-grosor de las partículas en la capa superficial y en el punto medio de la sección transversal;
- insuficiente capacidad de corte/capacidad de mecanizado mecánica,
- 15 - precio elevado de aceros aleados con bismuto.

En el documento 1449932 A1 se propone un acero de decoletaje altamente mecanizable pobre en carbono con la siguiente composición (según proporciones másicas):

Carbono	- 0,02 - 0,15;
Manganeso	- 0,05 - 1,8;
Azufre	- 0,20 - 0,49;
Oxígeno	- 0,01 - 0,03;
Cromo	- 0,3 - 2,3
Hierro e impurezas inevitables	resto; el valor Cr/S se sitúa en el intervalo de 2 a 6.

- 20 La elevada capacidad de corte/capacidad de mecanizado de acero de decoletaje se obtiene mediante la proporción Cr-Mn-S. En este acero, el cromo no es una impureza inevitable (una inclusión imprescindible), mediante cuya introducción se obtiene una forma globular de sulfuros. Especialmente se controla/sigue el valor límite mínimo para la proporción de cromo de 0,3 %, ya que en la reducción del contenido en cromo se puede obtener difícilmente "un efecto suficiente de inhibición de la dilatación (extensión) de sulfuros. Ya que en el acero se mantiene sulfuro extendido; no se puede obtener un efecto insuficiente de capacidad de corte de acero mejorada". La proporción de manganeso como elemento que forma sulfuro se predetermina en el intervalo de 0,05 a 1,8 %, pero es preferente el intervalo de 0,22 a

0,60 %, ya que el manganeso genera sulfuros extendidos. En un ejemplo del estado de la técnica se presenta ciertamente bismuto, pero en combinación con plomo.

5 La diferencia de este acero respecto al correspondiente a nuestra solución consiste en que se obtiene alta capacidad de corte (capacidad de mecanizado) con cromo y no con bismuto. En el estado de la técnica se controla la proporción Cr-S, no Mn-S. De este documento no se pudo extraer una composición concidente completamente con nuestra solución.

El documento JP 2000 336454 A describe el prototipo de la invención, que da a conocer acero de decoletaje que contiene bismuto. Éste presenta una plasticidad a alta temperatura perfecta y la siguiente composición:

Carbono	- 0,05 - 0,15;
Manganeso	- 0,5 - 2,0;
Azufre	-0,15 - 0,4;
Fósforo	- 0,01 - 0,1;
Oxígeno	- 0,003 - 0,02;
Bismuto	- 0,03 - 0,30;
Silicio	- max. 0,01;
Aluminio	- max. 0,00009;
Hierro y sulfuro de manganeso	- impurezas inevitables

10 El acero contiene bismuto para la distribución en los límites de sulfuros de manganeso y en estado libre. En este documento, el problema del aumento de plasticidad de acero de decoletaje que contiene bismuto se soluciona laminándose el acero reivindicado en estado caliente, excluyéndose la formación de fracturas. El azufre se enlaza parcialmente para dar sulfuros de manganeso ventajosos, separados, en parte para dar sulfuros de hierro, que conducen a la formación de fracturas (efectos de rotura al rojo en acero) en el laminado en caliente. La solución tiene por objetivo utilizar el efecto de titanio, boro y nitrógeno sobre la plasticidad de acero en estado caliente.

15 Esta solución técnica no propone tal proporción de componentes Mn-S en la composición de acero química, de modo que se excluiría la formación de sulfuros de hierro, así como la formación de fracturas en el laminado en caliente sin introducción de titanio, boro y nitrógeno. No existen informaciones sobre la acción de boro y titanio sobre las propiedades mecánicas de acero (límite de resistencia, índice de estiramiento, dureza). Este acero es criticado por los datos ausentes sobre la posible influencia de oxígeno en su modificación de proporciones sobre la geometría y la composición de inclusiones de sulfuro de manganeso con el fin de un torneado elevado de acero.

20 Por el estado de la técnica es conocido un acero de decoletaje que contiene plomo AS-14 con la siguiente composición química, según proporciones másicas:

Carbono	- 0,10 - 0,17;
Silicio	- max. 0,12;
Manganeso	-1,0 - 1,3;
Azufre	- 0,15 - 0,30;
Fósforo	- max. 0,1;
Plomo	- 0,15 - 0,30;

25 Este acero se aproxima en gran medida al acero según la invención en sus propiedades mecánicas, su composición y su fin de aplicación, y se considera prototipo.

5 Este acero tiene el defecto de que dominan inclusiones de capa delgada fuertemente deformadas. Estas ocasionan peores propiedades físicas y mecánicas, una peor capacidad de elaboración de los metales, e impiden un aumento de la capacidad de mecanizado. Otro inconveniente es la toxicidad de plomo, que pertenece a los elementos de la primera categoría de peligro. En la producción de plomos que contienen acero, en acerías se emplean instalaciones bastante complicadas para la succión de vapores de plomo liberados. El problema de la protección frente a compuestos de plomo tóxicos en trenes de laminación no es solucionable prácticamente.

Es tarea de la invención aumentar la capacidad de corte en la sección transversal total y el volumen del material laminado de acero de decoletaje, bajo mantenimiento de propiedades mecánicas, como las de aceros que contienen plomo, mejorar la situación medioambiental en la industria metalúrgica, y ampliar el rango de precios de aceros.

10 La tarea planteada se soluciona mediante las características de la reivindicación 1.

El acero de decoletaje que contiene bismuto según la invención presenta la siguiente composición másica:

Carbono	- max. 0,16;
Silicio	- max. 0,15;
Manganeso	- 1,2 - 1,68;
Azufre	- 0,2 - 0,4;
Fósforo	- 0,06 - 0,15;
Aluminio	- max. 0,01;
Bismuto	- 0,06 - 0,12;
Oxígeno total	- 0,003-0,015;
Hierro	resto

La caracterización de referencia de este acero según la invención es AM 14.

Se propone un acero económico con una aleación de bismuto económico con las siguientes proporciones másicas:

Carbono	- max. 0,16;
Silicio	- max. 0,15;
Manganeso	- 1,2 - 1,68;
Azufre	- 0,2 - 0,4;
Fósforo	- 0,06 - 0,15;
Aluminio	- max. 0,01;
Bismuto	- 0,03 - 0,05;
Oxígeno total	- 0,003-0,015;
Hierro e impurezas	resto

15

La caracterización de referencia de este acero según la invención es AM12.

La tarea técnica se soluciona efectuándose una aleación con azufre y bismuto y formándose inclusiones de sulfuro elipsoidales y circulares en el metal distribuidas uniformemente. El volumen de las inclusiones de sulfuro depende del

- 5 contenido en azufre. Su morfología depende del grado de oxidación de acero y de la proporción de oxígeno en el acero, así como de la velocidad de refrigeración durante la cristalización. Para aumentar la capacidad de mecanizado, en el mejor de los casos los sulfuros se redondean y se moldean casi en forma globular y escasamente. Éstos se producen en acero ligeramente calmado con un contenido en oxígeno total de 0,0030 - 0,0150 %. A tal efecto, la eficacia de oxígeno en el acero durante la transferencia a la fundición de acero se mantiene en 20 - 70 ppm. La presencia de sulfuros casi globulares, escasamente deformados, en el metal, coincide con el contenido de oxígeno activo y aluminio residual: cuanto más elevado es el contenido en oxígeno con proporción de aluminio residual más reducida, tanto más sulfuros globulares están presentes en el metal.
- 10 La proporción de aluminio máxima de 0,01 % está limitada por una reducción de la capacidad de corte de los componentes.
- El contenido en carbono como máximo de 0,16 % asegura que se alcancen los datos característicos mecánicos necesarios. Si el límite superior de la proporción de carbono se sobrepasa, la fluidez disminuye y la dureza aumenta. Por este motivo no es posible emplear el acero según prescripción.
- 15 Las proporciones de manganeso y azufre aseguran una proporción en el intervalo de 3,4 a 8,0. En esta proporción, los efectos de rotura al rojo en acero son menos probables. Un contenido en azufre de menos de 0,2 % conduce a la reducción del grado de capacidad de mecanizado aceptable.
- El límite inferior de la proporción de fósforo de 0,06 % asegura un aumento de la capacidad de mecanizado de acero. Si la concentración de fósforo sobrepasa 0,15 %, esto repercute negativamente sobre el poder de fluidez del metal.
- 20 La proporción de bismuto mínima de 0,03 % en el acero está ocasionada por que, en este caso, se alcanza la capacidad de mecanizado propia del acero que contiene plomo. Según la experiencia, la proporción de bismuto máxima de 0,12 % se selecciona para proporciones de fundición óptimas en una instalación de fundición continua y el cumplimiento de requisitos respecto a la concentración de bismuto máxima admisible (HZK) en el aire (según la experiencia, este valor de HZK se sitúa en 0,5 mg/m³).
- La invención se explica más detalladamente por medio de los dibujos adjuntos. Muestran:
- 25 La Fig. 1 una imagen de una microestructura de un acero de decoletaje modificado con un tamaño de grano de 8-9 en una de las fusiones con aumento de 100 veces, ascendiendo la longitud ajustada por medio de un bloque de medición a 400 µm,
- 30 La Fig. 2 una imagen de una microestructura con perlita granulada y veteada (dominando la perlita veteada en esta proporción) con un aumento de 500 veces, ascendiendo la longitud ajustada por medio de un bloque de medición a 90 µm,
- La Fig. 3 la distribución y la forma de inclusiones de sulfuro en acero de decoletaje modificado en una de las fusiones, reproduciéndose la capa superficial de una sección longitudinal con aumento de 100 veces,
- 35 La Fig. 4 la distribución y la forma de inclusiones de sulfuro en la capa superficial de una sección longitudinal del acero automático modificado con aumento de 500 veces,
- La Fig. 5 la distribución y la forma de inclusiones de sulfuro en la mitad de la sección longitudinal con aumento de 100 veces a partir de una muestra de acero de decoletaje modificado en una de las fusiones, y
- La Fig. 6 la distribución y la forma de inclusiones de sulfuro en la mitad de la sección longitudinal con aumento de 500 veces a partir de una muestra de acero de decoletaje modificado en una de las fusiones.
- 40 Los tipos de acero según la invención se producen en la planta metalúrgica de Omutninsk ZAO en una instalación de fusión de acero. El acero está desoxidado bajo empleo de aluminio en el trasiego de la instalación de fusión de acero a la caldera. Los componentes se alimentan a la zona de fondo de una caldera con una proporción óptima $[Mn]/[Si] \leq 3$ para una desoxidación. En el horno de transferencia se efectúa el tratamiento de metal incluyendo un insuflado de argón y un ajuste de escorias de cal-alúmina. Tras un espesamiento de las escorias con polvo de magnesita se introduce alambre en polvo con una carga de azufre elemental. A continuación se introduce con agitación un acero con una carga de bismuto (MnBi). La fundición se efectúa en la instalación de fundición continua según el procedimiento de "subsuelo". En este caso se produce el acero obtenido por fundición continua.
- 45 El cordón se lamina en el mecanismo de laminación en caliente según instrucciones técnicas de procedimiento y planes de laminado de planta metalúrgica de Omutninsk ZAO. Después se moldea el material de laminado bruto en una máquina de trefilado con una fuerza de 10 toneladas para dar el perfil acabado de acero pulimentado, y precisamente en círculos en el intervalo de 10 a 27 mm y en un hexágono en el intervalo de 14 a 27 mm.
- 50 Se produjeron fusiones de acero AM 12 y AM 14 con la composición según la invención. La composición química obtenida se puede extraer de la Tabla 1 en comparación con el prototipo.

- 5 Las propiedades mecánicas y la estructura de los aceros AM 12 y AM 14 se valoraron en el laboratorio de ensayo para controles comparativos de la planta metalúrgica de Omutninsk ZAO. Las propiedades mecánicas se analizaron en una máquina de desgarro de la firma QUASAR 250. El ensayo de dureza Brinell se realizó en un durómetro tipo TSch-2M. Los resultados de ensayo mecánicos para el acero pulimentado conocido y reivindicado se pueden extraer de la Tabla 2. A partir de las fusiones de muestra se produjeron algunos lotes de perfiles en diferentes tamaños de construcción. La cierta dispersión de las propiedades de resistencia está condicionada por la tasa de reducción en el estiramiento de los perfiles de diferentes tamaños.
- 10 La microestructura de acero, la forma y la distribución de las inclusiones de azufre se investigaron en el microscopio NEOPHOT-21. La microestructura de acero es ferrítica-perlítica, con una perlita veteada predominante y con un tamaño de grano como máximo del N° 5. El tamaño de grano se valoró en la sección transversal del perfil de acero pulimentado con aumento de 100 veces según GOST 5639 (Fig. 1). La proporción de perlita granulada respecto a perlita veteada se valoró en sección transversal en aumento de 500 veces según GOST 8233 (Fig. 2). No se presentan diferencias en la microestructura de los tipos de acero según la invención AM 12 y AM 14.
- 15 La valoración de la forma de inclusiones no metálicas mostraba una presencia de sulfuros distribuidos uniformemente, aislados, poco deformados, redondeados (elipsoidales) en metal deformado mediante laminado y trefilado, así como acumulaciones deficientes de inclusiones de capa fina, que reducen las propiedades físico-mecánicas y técnicas de procedimiento del metal. La proporción de longitud de las partículas de sulfuro respecto a su grosor es 2 : 4 en la capa superficial (Fig. 3, 4) y 4 : 6 en el punto medio de la sección transversal (Fig. 5, 6).
- 20 La forma resultante de las inclusiones de azufre asegura una reducción de las interacciones de adhesión entre el material y la herramienta. Por consiguiente, se obtienen una rugosidad superficial y una tasa de desgaste de la herramienta de corte (la vida útil de la herramienta) como en aceros que contienen plomo.
- 25 Los ensayos a gran escala de capacidad de corte de productos de laminado a partir de acero de decoletaje según la invención se realizaron para verificar la resistencia de la herramienta de corte, la rugosidad superficial y el comportamiento de mecanización.
- 30 Por medio de pruebas de funcionamiento, algunas industrias (OAO fábrica de automóviles de Uljanowsk, OAO servicio Avtodetal, OOO Laguna, St. Petersburgo, ZAO fábrica de accesorios para muebles, etc) se informó de resultados positivos de la mecanización de acero AM 12. La resistencia de las herramientas de corte se aumentó en 15 - 20 %. La viruta se puede aglomerar fácilmente, y no se acumula en la zona de elaboración.
- 35 OOO Avtopartner, Dimitrovgrad, destaca una mejora de la calidad de superficie de las piezas de trabajo tratadas, que ha aumentado en 1 – 2 clases. Tras empleo de un lote de inspección, OOO PROSAM, Ryazan, ha informado sobre una exactitud estable de dimensiones de componente verificable con calidad superficial elevada, no presentando el metal escisiones en el laminado de rosca.
- La composición química según la invención, el procedimiento de desoxidación, el procedimiento de fusión, laminado y ajuste, posibilitan obtener productos de acero pulimentado a partir de dos tipos de acero con una capacidad de mecanizado elevada en la sección transversal total y el volumen del material de laminado frente a los aceros que contienen plomo AS 14, bajo mantenimiento de propiedades mecánicas como las del acero AS 14 del estado de la técnica, en diferentes rangos de precios, mejorándose la situación medioambiental en la industria metalúrgica.

Tabla 1

Nº	Acero	Composición química, %										
		C	Mn	Si	P	S	Bi	Al	O	Pb		
1	7780-1	0,11	1,45	0,060	0,072	0,247	0,040	-	0,0037			
2	4397-1	0,1	1,47	0,002	0,076	0,263	0,030	-	0,0035			
	AM12	≤0,16	1,2-1,68	≤0,15	0,06-0,15	0,2-0,4	0,03-0,05	≤0,01	0,003 - 0,015			
1	4690-1	0,1	1,5	0,03	0,078	0,260	0,06	-	0,0034			
	AM14	≤0,16	1,2-1,68	≤0,15	0,06-0,15	0,2-0,4	0,06-0,12	≤0,01	0,003-0,015			
	Estado de la técnica AS14	0,1-0,17	1,0-1,3	≤0,12	≤0,1	0,15-0,3	-	-			0,15-0,3	

Tabla 2

Nº	Acero	Propiedades mecánicas del acero pulimentado		
		Límite de resistencia mínimo G_B , MPa	Índice de estiramiento mínimo δ , %	Dureza HB, max.
1	7780-1	610-620	11	207
2	4397-1	634-639	10-11	197
	Acero propuesto AM 12	490	10	217
1	4690-1	515-519	12-13	187
	Acero propuesto AM 14	490	10	217
	Estado de la técnica AS14	490	10	207

Listado de fuentes:

Estado de la técnica:

[1.] GOST 1414-75, Gosstandard Russlands, M., 1992, páginas 4-5, 9

REIVINDICACIONES

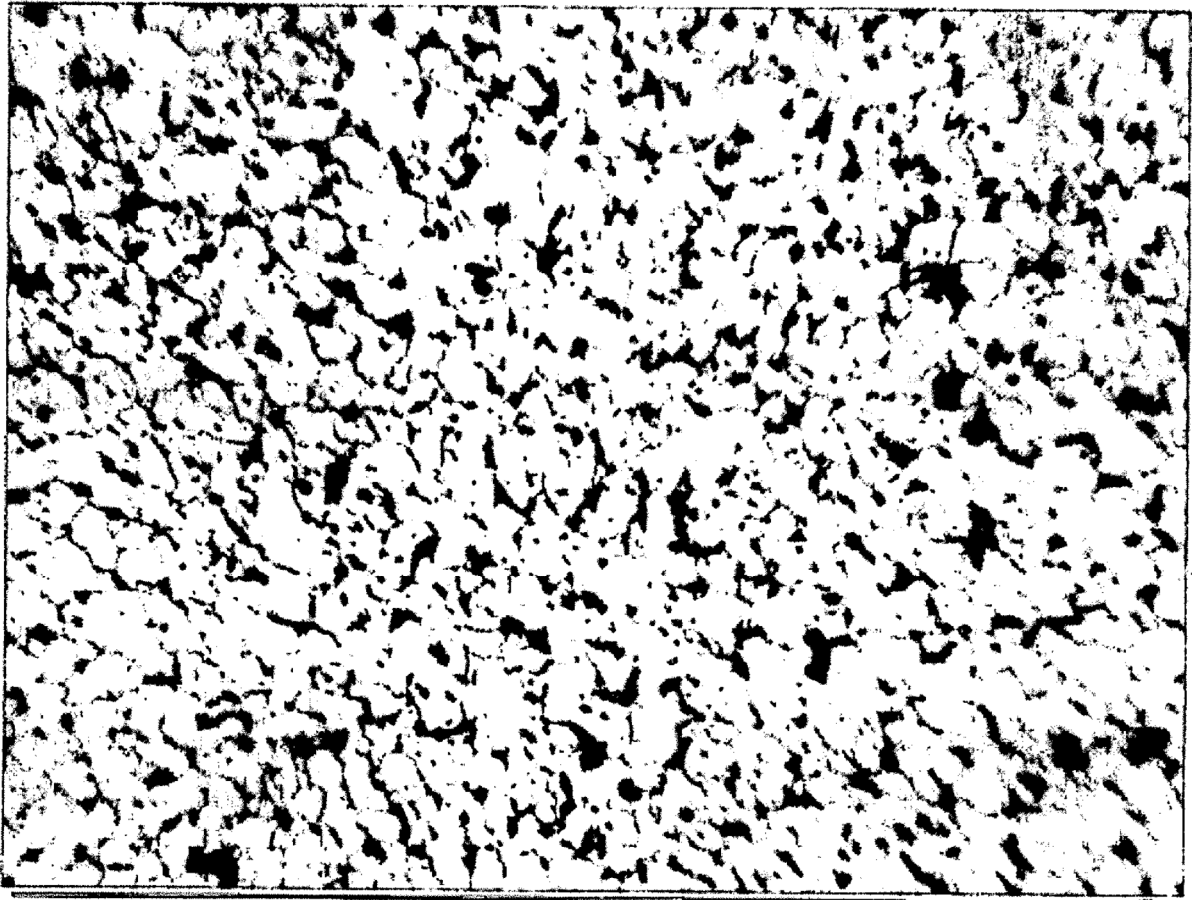
1. Acero de decoletaje altamente mecanizable con carbono, silicio, manganeso, azufre, fósforo, aluminio y hierro, caracterizado

5 por que presenta adicionalmente bismuto y una cantidad de oxígeno definido, ascendiendo la eficacia de oxígeno durante la transferencia de acero a la fundición de acero a 20 a 70 ppm,

por que las inclusiones de acero distribuidas uniformemente tienen una forma casi globular y están ligeramente deformadas, y

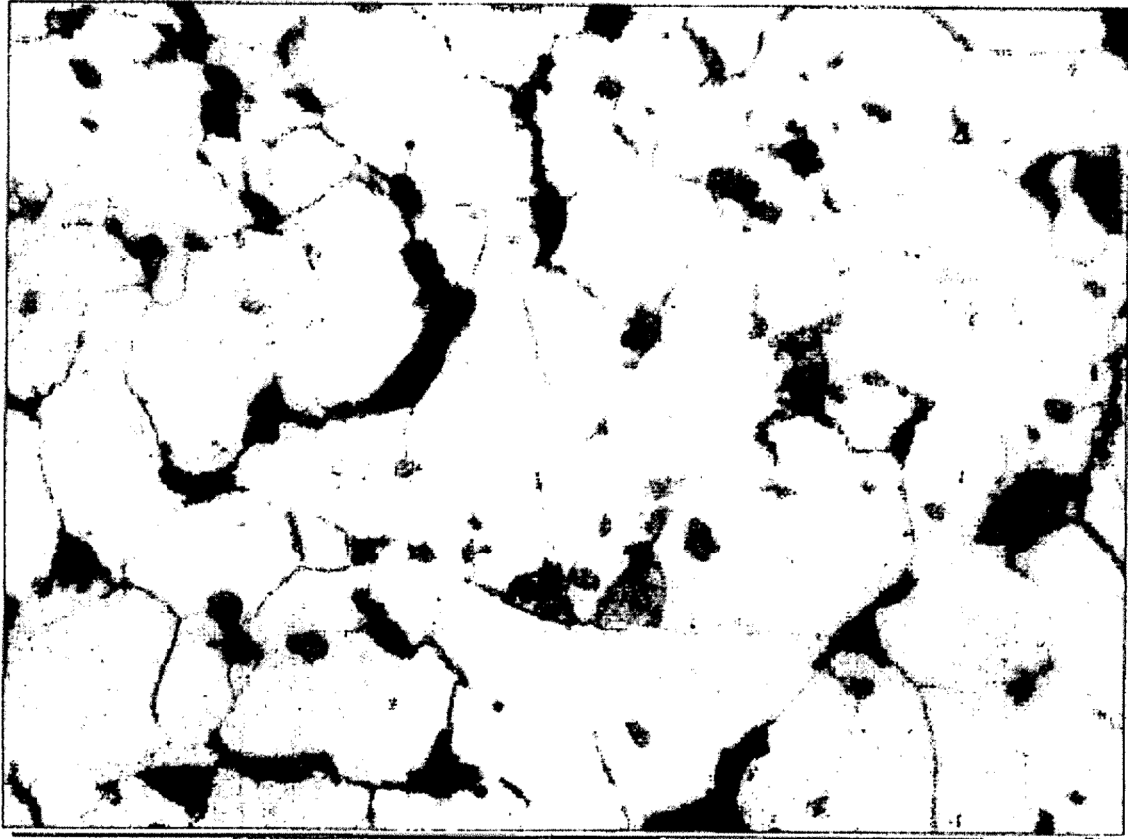
por que el acero de decoletaje presenta la siguiente proporción de componentes, según proporciones másicas:

Carbono	max. 0,16;
Silicio	max. 0,15;
Manganeso	1,2 - 1,68;
Azufre	0,2 - 0,4;
Fósforo	0,06-0,15;
Aluminio	max. 0,01;
Bismuto	0,03-0,05 o 0,06-0,12;
Oxígeno total	0,003-0,015;
Hierro e impurezas	resto



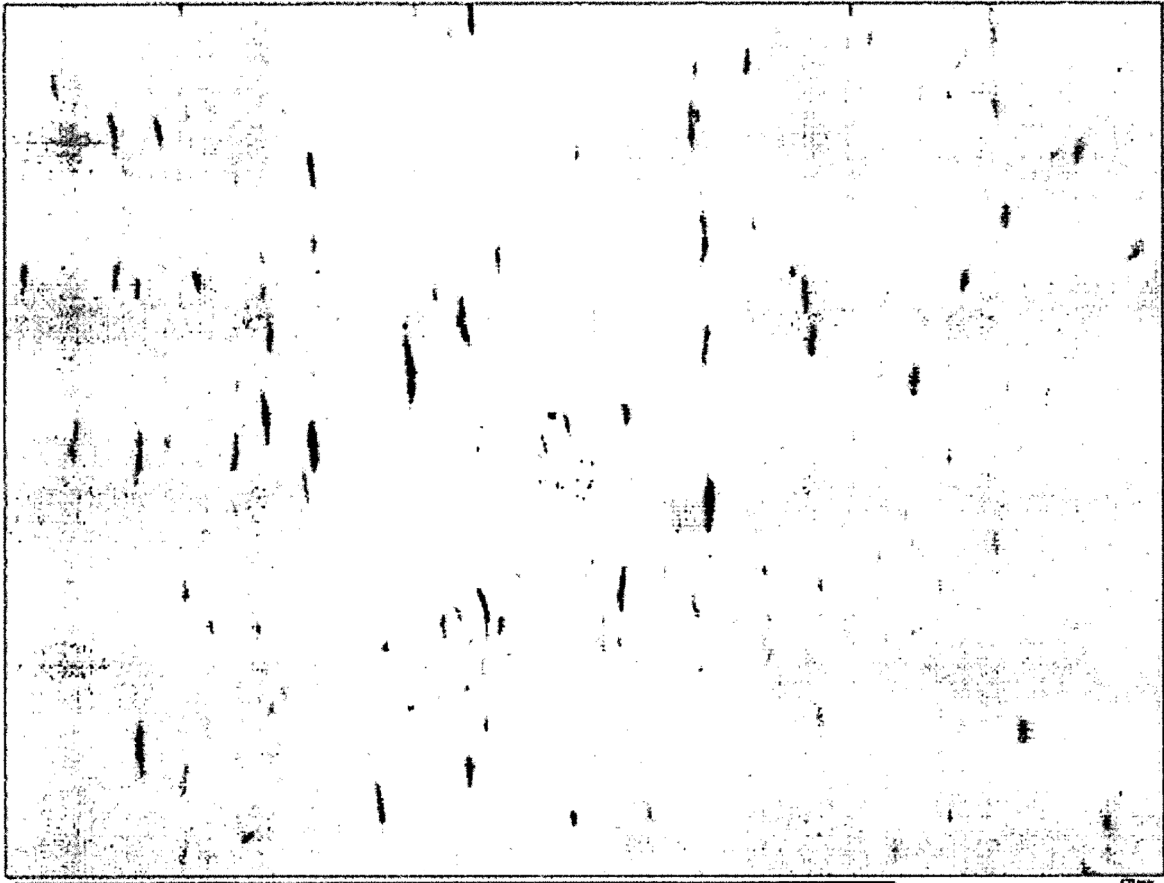
400 μm

Fig. 1



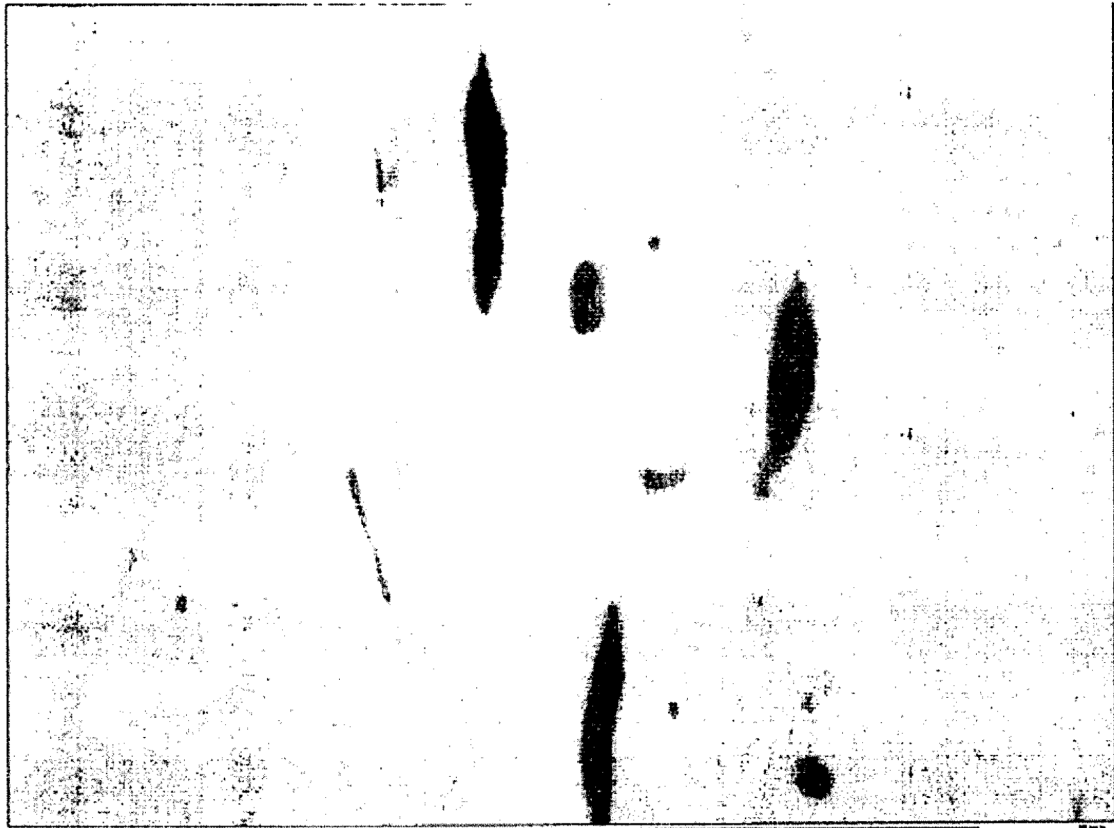
90 μ m

Fig. 2



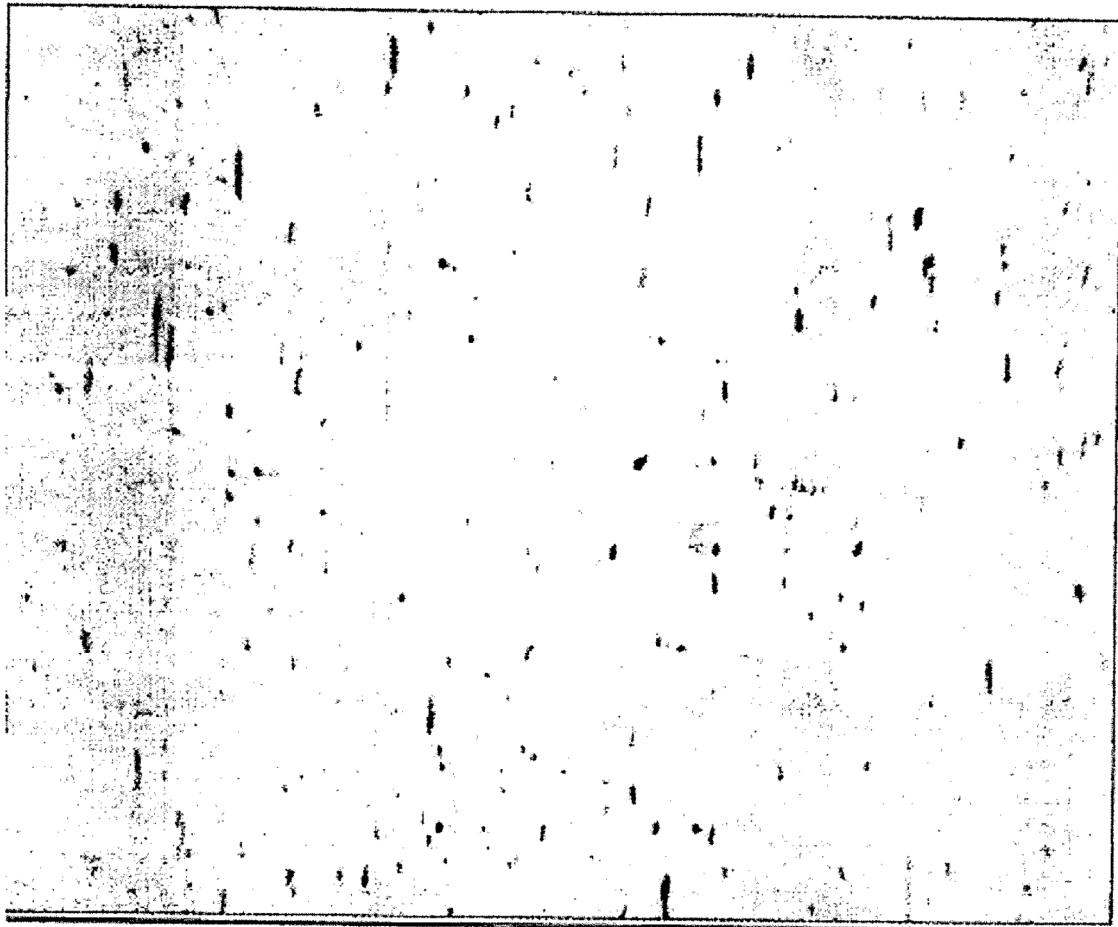
400 μm

Fig. 3



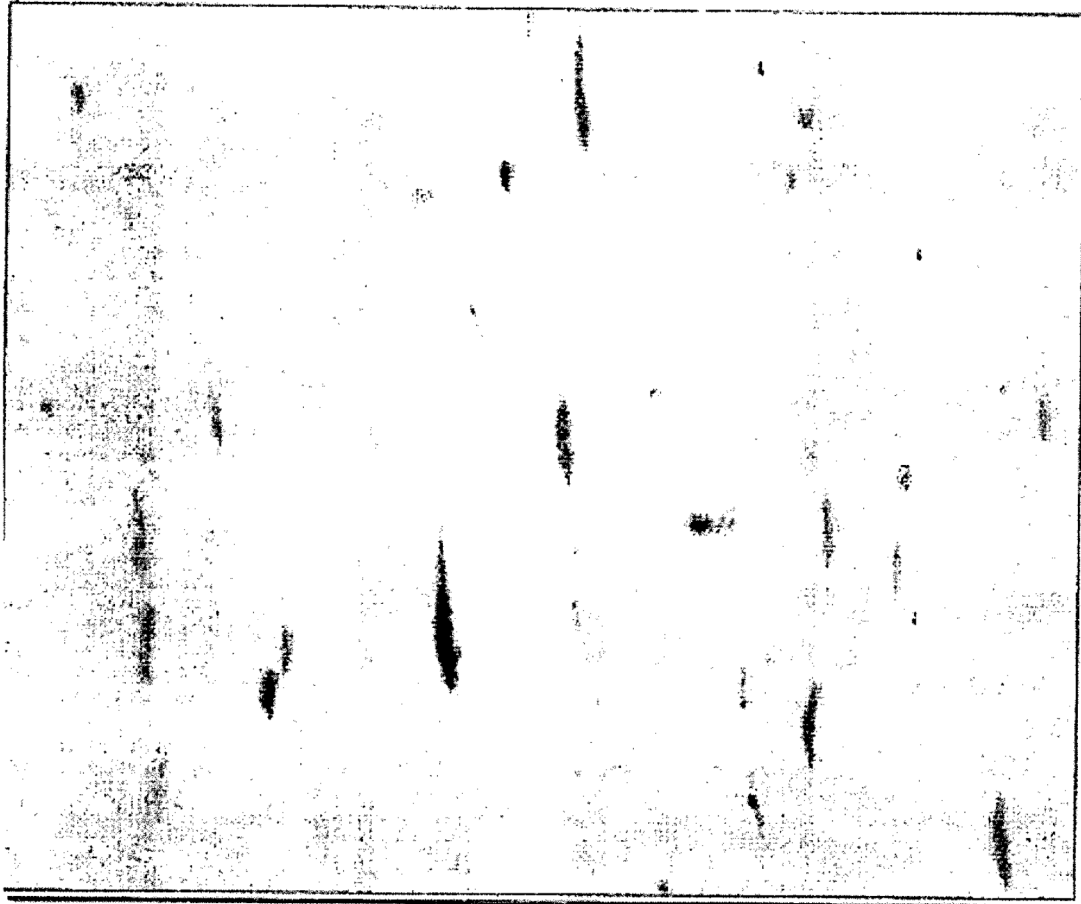
90 μ m

Fig. 4



400 μm

Fig. 5



90 μ m

Fig. 6