



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 343 460**

(51) Int. Cl.:
C21D 8/02 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **04425879 .6**
(96) Fecha de presentación : **24.11.2004**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1662012**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **31.05.2006**

(54) Título: **Fleje de acero microaleado laminado en caliente para la obtención de piezas acabadas mediante prensado en frío y cizallado.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.08.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.08.2010

(73) Titular/es: **Giovanni Arvedi**
Via Mercatello, 26
I-26100 Cremona, IT

(72) Inventor/es: **Arvedi, Giovanni**

(74) Agente: **Durán Moya, Carlos**

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

Fleje de acero microaleado laminado en caliente para la obtención de piezas acabadas mediante prensado en frío y cizallado.

La presente invención se refiere a un fleje de acero microaleado bajo en carbono que muestra unas características tales que puede sustituir, en la fabricación de piezas acabadas estampadas o cortadas, los flejes de acero laminado en frío utilizados hasta el presente para obtener estructuras de peso reducido y de buena resistencia mecánica.

A partir de los documentos JP 2003253381, WO 03/087414, US 6.488.790, US 6.264.760 B se conocen, por ejemplo, métodos para producir flejes microaleados laminados en caliente.

Dichos aceros microaleados HSLA "High Strength Low Alloys" ("de alta resistencia y baja aleación") deben su nombre al hecho de incluir una adición de pequeñas cantidades de niobio, vanadio, titanio y boro que apenas sobrepasan la cantidad total de 0,2%. Estos elementos, en vez de entrar como agentes aleantes en la retícula de cristales de hierro, llevan a cabo su acción al estar combinados en la matriz con carbono y nitrógeno, formando de este modo carburos dispersados finamente, nitruros y carbonitruros. Estos compuestos contribuyen a afinar el grano y producen el endurecimiento de la matriz con su precipitación en los granos ferríticos.

Es conocido asimismo que estos aceros son utilizados particularmente en aquellas aplicaciones en las que se requiere reducir el peso de una estructura a obtener, sin afectar negativamente a su resistencia mecánica. Su característica peculiar es la de mostrar un valor del límite elástico que se aproxima al de la resistencia a la tracción, con una relación entre los dos valores que es superior al 70%. En consecuencia, es posible obtener estos resultados mediante la reducción de la sección resistente a la tensión, mientras que, por el contrario, debido a la proximidad del límite elástico y de la resistencia a la tracción, el material está dotado de características de elasticidad elevadas al ser sometido a una fuerte recuperación elástica que hace que la pieza acabada adopte durante el prensado configuraciones no deseadas. Por consiguiente, su utilización está limitada a aquellos casos que no requieren tolerancias demasiado estrictas de las piezas acabadas.

El objetivo de la presente invención es el de dar a conocer un fleje de acero laminado en caliente, microaleado, bajo en carbono, con espesor $\geq 0,7$ mm que, en particular, después de la pasada de endurecimiento superficial en frío (skinpass) y del decapado, muestra substancialmente las mismas características metalúrgicas y geométricas, así como las relativas a la planitud y a la capacidad de deformación de un fleje laminado en frío para la producción de piezas acabadas estampadas o cizalladas, de tal forma que puede ser utilizado como un sustituto válido de dicho fleje.

El fleje según la presente invención está preferentemente, aunque no exclusivamente, fabricado en plantas de línea continua del tipo de llantones delgados, tales como la dada a conocer, por ejemplo, en el documento WO 2004/026497 en favor del presente solicitante, la cual está representada de forma esquemática en la figura 1 y se caracteriza, tal como se expone en la reivindicación 1, por una finura de grano mejor que el grado 10 de la norma ASTM E 112, en un porcentaje $>90\%$ de la totalidad de la estructura, con una relación entre el límite elástico y la resistencia a la rotura $\geq 70\%$.

Los objetivos, ventajas y características del fleje de acero microaleado según la presente invención aparecerán más claramente a partir de la descripción siguiente haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 muestra de forma esquemática la colada de un llantón delgado y una planta de laminación en línea, particularmente adecuada para la fabricación de flejes de acero microaleado según la invención;

la figura 2 muestra un diagrama de los gráficos, trazados mediante puntos, de la frecuencia con que la presencia de ciertas dimensiones del grano ferrítico es detectada estadísticamente en un cierto número de bobinas de fleje al principio, en el medio y al final, respectivamente, de cada bobina de fleje según la invención;

la figura 3 muestra un diagrama que representa la tendencia del límite de tensión de un acero según la invención con un límite elástico mínimo garantizado de 355 N/mm^2 .

Tal como se ha indicado anteriormente, el fleje de acero microaleado según la presente invención está preferentemente, aunque no exclusivamente, producido en plantas de fabricación de llantones delgados tales como la representada de forma esquemática en la figura 1, en donde se hace referencia en particular a la planta objeto de la publicación internacional WO 2004/026497. A continuación de la etapa de colada pueden observarse las siguientes etapas operativas: a) reducción del núcleo líquido; b) etapa de desbaste directamente a continuación de la colada continua; c) calentamiento en un horno de inducción; e) laminado de acabado; f) enfriamiento compacto controlado; g) bobinado en una devanadora. Dicha planta es capaz de mantener la temperatura del pre-fleje (d) por encima de los 900°C en las etapas previas a la laminación final. El laminado del pre-fleje por encima de 900°C permite mantener disuelta en el hierro y (fase austenítica) la mayor parte de los agentes de microaleación aprovechando completamente su función de limitación del crecimiento del grano austenítico e incrementando el endurecimiento por medio de la precipitación en fase ferrítica durante la etapa de enfriamiento después de la laminación final.

ES 2 343 460 T3

Debe tenerse en cuenta que habitualmente estos aspectos no son tenidos en cuenta en los procesos tradicionales en los que el llantón procedente de la colada continua es enfriado y a continuación es calentado para la laminación final. Por consiguiente, la acción de los agentes de microaleación resulta fuertemente reducida debido a que, durante el enfriamiento, éstos precipitan de forma gruesa y sin control, reduciendo de este modo el efecto deseado de una precipitación fina y difusa. Esta situación no puede ser restablecida incluso a través de un posterior calentamiento de los llantones, excepto si se alcanzan temperaturas de solubilización elevadas (más allá de los 1.200°C), lo cual sin embargo lleva a otras consecuencias negativas tales como el crecimiento del grano y la descarburación de la superficie del fleje con el consiguiente empeoramiento de sus cualidades. En consecuencia, la fabricación de HSLA, en especial en espesores <2 mm, con el sistema tradicional solamente puede ser utilizada mediante ciclos de procesamiento más complejos y engorrosos debido a que después de la laminación en caliente los flejes deben ser laminados en frío y tratados en una línea de recocido dotada de un enfriamiento controlado.

El fleje de acero microaleado según la presente invención muestra una relación entre límite elástico y resistencia a la tracción igual o superior al 70%, así como una buena capacidad de ser conformada y cortada en frío. Estas características se deben al estado microestructural favorable que hace que este producto sea capaz de permitir una alternativa válida a los flejes de acero microaleado laminados en frío de igual espesor, con la ventaja adicional de ser obtenidos con una menor adición de elementos de aleación y de microaleación tales como niobio, vanadio, titanio, manganeso y cromo, tal como se muestra en la Tabla 1.

Unos ensayos experimentales han mostrado que los flejes de la presente invención se caracterizan por una estructura de grano fino mejor que el grado 10 de la norma ASTM E 112, con un porcentaje superior al 90% en la totalidad de la estructura, tal como se desprende del gráfico de la figura 2 que muestra claramente que la mayor parte de los granos, principalmente en la zona inicial del fleje, tienen dimensiones correspondientes al grado 10 de la norma ASTM E 112 o inferiores al mismo (por lo tanto de una finura mayor). Estas características de finura de grano y de uniformidad hacen que este tipo de fleje laminado en caliente sea particularmente resistente a los ensayos de fatiga. Tal como puede verse en la figura 3, representando los ensayos experimentales llevados a cabo en flejes según la invención, la resistencia a la fatiga es mayor que la de los productos obtenidos con procesos convencionales, y comparable con la de flejes laminados en frío del mismo grado. Debe tenerse en cuenta que esto ocurre tanto en la gama de “resistencia a la fatiga”, concretamente para los valores límite de la carga, a los cuales se produce la rotura de la pieza al someterla a un cierto número N de ciclos inferior a 10^7 , y en la gama del “límite de fatiga”, concretamente la resistencia límite determinada mediante ensayos experimentales, bajo los cuales una pieza no se rompe incluso si es sometida a un cierto número de ciclos de tensión superior al número convencionalmente adoptado para el acero, es decir, $N = 10^7$. En particular, el límite de fatiga detectado para el acero S355MC a $N=10^7$ ciclos (correspondiente a 357 N/mm²) fue hallado mejor, con un margen del 5 al 10% en correspondencia con la probabilidad de no rotura del 50%. Además, la relación entre el límite de fatiga debido a la flexión simple (σ_{FP}) y el límite elástico $\sigma_{FP}/R_{p0.2}$ es próxima a 1 e igual a 0,96, siendo de este modo constantemente más elevada que la relativa al material laminado en caliente de referencia, comprendida entre 0,88 y 0,90, prácticamente correspondiente al valor de la misma relación, tal como el detectado en flejes laminados en frío del mismo grado.

La microestructura fina particular de estos flejes hace que sea adecuada para ser cortada al final y para la formación de orificios en el mismo mediante punzonado, así como para la formación en frío de formas complejas, en particular de pliegues a 180° con radios de curvatura iguales a su espesor en el caso de aceros de alta resistencia que tienen un límite elástico mínimo garantizado comprendido entre 275 y 700 N/mm². La conformación en frío de piezas que tienen una forma compleja resulta asimismo más fácil debido al perfil constante del fleje y a su paralelismo, con desviaciones menores de 0,05 mm.

(Tabla pasa a página siguiente)

ES 2 343 460 T3

Las diversas calidades de acero tienen un análisis químico comprendido dentro de los límites indicados en la Tabla 1 siguiente:

Elemento	Contenido (%)
C	0,04-0,08
Mn	0,15-2,0
Si	0,06-0,60
P	0,010 máx.
S	0,010 máx.
Cr	0,35 máx.
Ni	0,20 máx.
Mo	0,25 máx.
Cu	0,20 máx.
Nb	0,012-0,070
V	0,02-0,03
Ti	≤ 0,11
Al	0,025-0,050
N	0,0115 máx.

Tal como puede deducirse de la tabla anterior, la suma total de elementos de microaleación (V, Ti y Nb) no supera el 0,2%.

ES 2 343 460 T3

REIVINDICACIONES

1. Fleje de acero microaleado bajo en carbono, laminado en caliente, con un espesor $\geq 0,7$ mm y una microestructura de grano fino, cuyo pre-fleje antes del laminado de acabado es mantenido a una temperatura $\geq 900^{\circ}\text{C}$, con un límite elástico comprendido entre 275 y 700 N/mm², **caracterizado** por tener la composición química siguiente: C 0,04-0,08%, Mn 0,15-2,0%, Si 0,06-0,60%, P $\leq 0,010\%$, S $\leq 0,010\%$, Cr $\leq 0,35\%$, Ni $\leq 0,20\%$, Mo $\leq 0,25\%$, Cu $\leq 0,20\%$, Nb 0,012-0,070%, V 0,02-0,03%, Ti $\leq 0,011\%$, Al $\leq 0,025-0,050\%$, N $\leq 0,0115\%$, siendo el resto de Fe y de impurezas inevitables, teniendo, por lo menos, el 90% de sus granos una finura mejor que el grado 10 de la norma ASTM E 112, siendo la relación entre límite de fatiga y límite elástico $\sigma_{\text{FP}}/R_{p0,2} \geq 90\%$, siendo la relación entre límite elástico y resistencia a la tracción $\geq 70\%$.

2. Fleje de acero microaleado bajo en carbono, laminado en caliente, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las tolerancias de espesor son $\leq 0,05$ mm.

3. Fleje de acero, según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de no comprender adiciones de boro como elemento de microaleación.

4. Fleje de acero, según la reivindicación 3, **caracterizado** porque la suma total de los elementos de microaleación, tales como V, Ti y Nb, no sobrepasa el 0,2%.

Fig.1

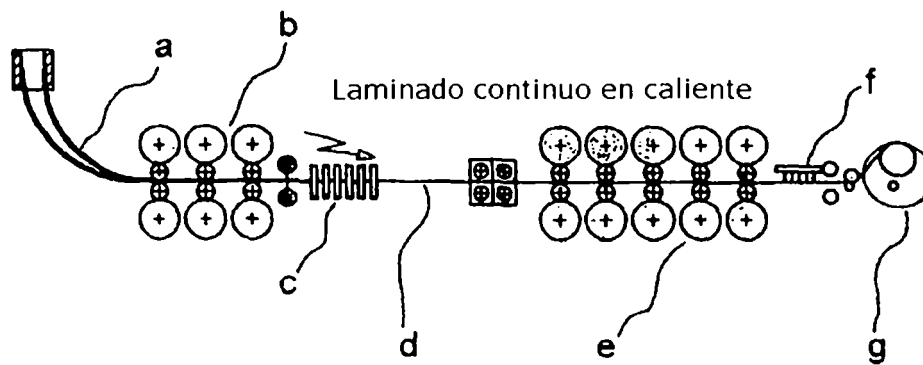


Fig.2

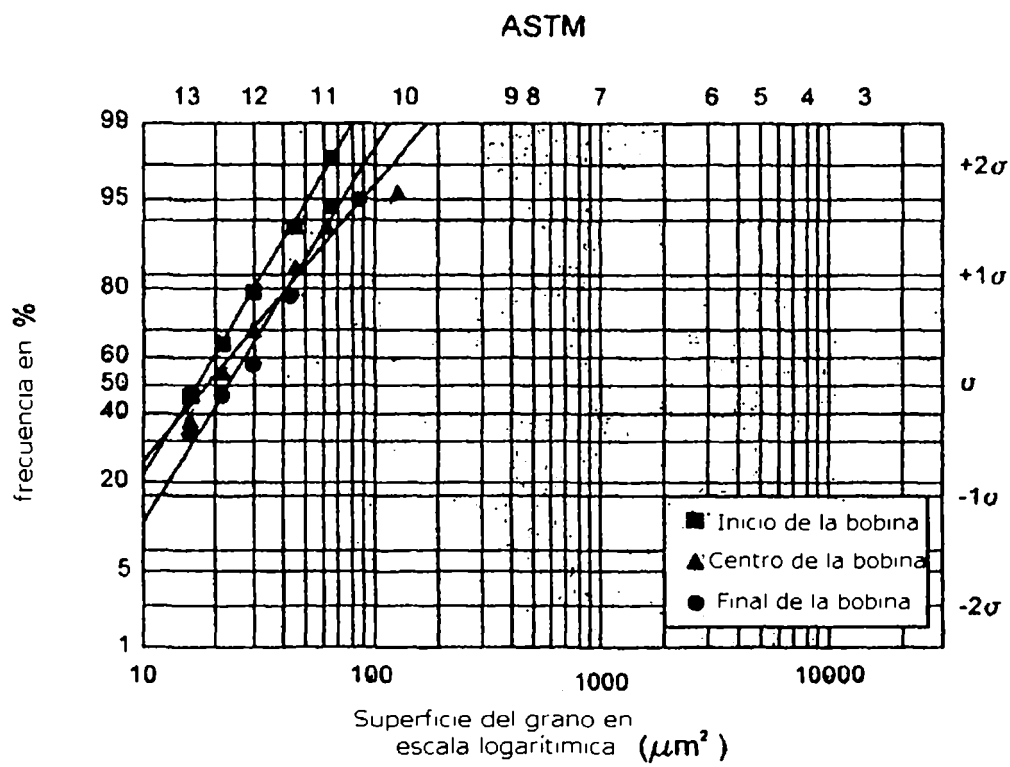


Fig.3

Acero S355MC, espesor 1,5 mm, tensión axial $R=0, K=1$, muestras longitudinales

