



388015

ACIC	623
CLASE	
SUBCLAS	D

PATENTE DE INVENCION

Ref: Use 1149.

# Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE MATERIAL FERROSO  
ESMALTABLE CONFORMABLE.

=====

*Solicitante*

ARMCO STEEL CORPORATION, entidad norteamericana,  
residente en 703 Curtis Street, Middletown, Ohio,  
EE.UU. de A.

=====

Esta invención se relaciona a un material es-  
malteable ferroso conformable y de bajo contenido en car-  
bono y a un método para su producción.

Los revestimientos de esmalte de porcelana se  
5. han empleado durante muchos años. Inicialmente se

**POOR  
QUALITY**

388015

- 2 -



crearon para su uso como decoración sobre varios metales básicos. Los revestimientos de esta naturaleza fueron modificados para su aplicación a metales de base ferrosa y proporcionaron protección contra el moho y la corrosión.

5. Con las ventajas de la protección y decoración, los materiales esmaltados con porcelana se emplearon en la fabricación de muchos e importantes utensilios domésticos, tales como cocinas, refrigeradores, lavadoras y secadoras.

10. En el pasado, la superficie de la pieza en blanco de acero ya formada se limpiaba minuciosamente de costra, óxido, grasa, etc., para prepararla para la ulterior aplicación de un revestimiento. Luego se aplicaba al artículo limpiado un revestimiento básico, concretamente un esmalte a base de cobalto, por inmersión o pulverización.
15. Después de su secado, se calentaba o cocía el artículo a una temperatura de unos 850°C durante varios minutos. Luego podían aplicarse otros revestimientos sobre el básico.

20. Sin embargo, la tendencia actual es la de emplear un solo revestimiento cubriente directamente sobre el metal básico. Esto requiere un grado de acero descarbonado o con un contenido en carbono estabilizado. En la formación de una parte de aparato, el estirado o conformación produce tensión en el acero. Durante la cocción del esmalte, puede producirse un desarrollo granular crítico
25. con una correspondiente pérdida de resistencia elástica y dureza. Como esta pérdida de resistencia permitirá una mayor flexión del acero después de haberse aplicado el esmalte de porcelana, el acero puede deformarse y el esmalte puede saltar durante el montaje, transporte o servicio.
- 30.



Los practicantes del arte anterior trataron de evitar estos problemas añadiendo una serie de costosos elementos estabilizadores, tales como vanadio, columbio y titanio. Estas adiciones proporcionaban una mayor resistencia después de una tensión y cocción críticas, mediante formación de carburos y/o nitruros. Además de resolver el problema de la resistencia con la adición de costosos aditivos, tales procedimientos introducían otros problemas. Con el aumento de resistencia o solidez, se producía una simultánea pérdida de ductilidad o conformabilidad del material manipulado. Es decir, resultaba difícil usar tales materiales cuando se hallaban implicadas severas operaciones de estirado. Otra dificultad final propia de los aceros estabilizados mediante los elementos antes mencionados era la aparición de propiedades inconsistentes dentro de los lingotes fundidos. Así, esto daba lugar a falta de uniformidad en las propiedades de una bobina obtenida de un solo lingote.

La presente invención evita los problemas expuestos mediante la utilización de adiciones relativamente económicas, concretamente de aluminio y nitrógeno, para producir un lingote más uniforme, y mediante controles de tratamiento para producir un acero dotado de una conformabilidad considerablemente superior, al tiempo que posee una resistencia elástica mínima de  $110 \text{ MN/m}^2$  (meganewtones por metro cuadrado) por lo menos, después de una tensión de hasta el 20. % y de la cocción del esmalte.

En la práctica de esta invención, la fusión del material de acero que ha de tratarse para su esmaltado final con porcelana se realiza mediante los procesos ordina



rios para el acero reposado aluminico de bajo contenido en carbono. Las variaciones a la práctica ordinaria de fusión y al subsiguiente tratamiento constituyen la proporción y manera en que se introducen los aditivos aluminio y nitrógeno en el acero.

5.

La composición del material de acero producido de acuerdo con la práctica más adelante descrita, será la siguiente, en la que todos los porcentajes son en peso:

10.	<u>Composición química</u>	<u>En general</u>	<u>Preferida</u>
	Carbono	.008 % máx.	.003 % máx.
	Manganeso	.10 % mín.	.10 % mín.
	Fósforo	.020 % máx.	.020 % máx.
	Azufre	.025 % máx.	.025 % máx.
15.	Silicio	.025 % máx.	.015 % máx.
	Cobre	.10 % máx.	.02 % máx.
	Aluminio	.02-.15%	.04-.06 %
	Nitrógeno	.006 % mín.	.012 % mín.
	Hierro	Resto	Resto

20.

De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento para la producción de material esmaltador ferroso conformable, de elevada resistencia elástica después de someterse a una tensión de hasta el 20 % y tras la cocción del esmalte, cuyo procedimiento incluye las

25.

operaciones de fundir una aleación ferrosa dotada de un contenido en carbono inicial del 0,03 al 0,10 % en peso aproximadamente, por lo menos un 0,10 % en peso de manganeso y el resto esencialmente hierro con impurezas residuales, reducir en caliente dicha aleación a un calibre

30.

intermedio, reducir en frío el material laminado en calien



- te a un calibre sustancialmente final y recocer dicho material finalmente reducido a una temperatura de 625 a 800°C aproximadamente, cuyo procedimiento se caracteriza por las operaciones de reducir el contenido en carbono a un máximo del 0,008 % en peso, añadir aluminio y nitrógeno a dicho acero en unas proporciones comprendidas entre el 0,02 y el 0,15 % aproximadamente y un mínimo del 0,006 % en peso respectivamente, y controlar la temperatura de enrollamiento después de la reducción en caliente a un máximo de 735°C aproximadamente.

- 5.
- 10.
- Aunque la composición química es crítica para conseguir los resultados deseados, particularmente con relación a la adición de aluminio y nitrógeno, existen procedimientos variantes para conseguir por lo menos la adición de nitrógeno en el acero. Por ejemplo, el nitrógeno puede añadirse como aditivo sólido en forma de manganeso nitrurado añadido horno, al crisol o al molde. Un segundo procedimiento de adición del nitrógeno se realiza por medio de una atmósfera que contenga nitrógeno seco durante el ciclo de recocción. Estos procedimientos variantes pueden mostrarse considerando en líneas generales un procedimiento típico, concretamente:

15.

20.

Adición de N sólido

1. Preparación de la carga de acero de bajo contenido en carbono.
2. Adición de perdigones de aluminio y de nitrógeno como aleación nitrurada al crisol
3. Vaciado en moldes para lingotes

Adición de N<sub>2</sub> gaseoso

1. Preparación de la carga de acero de bajo contenido en carbono.
2. Adición de perdigones de aluminio al crisol.
3. Vaciado en moldes para lingotes.

388015



- 6 -

Adición de N sólido

4. Reducción en caliente a un calibre intermedio; temperatura de enrollamiento de 650°C aproximadamente.
5. Eliminación de costra.
6. Reducción en fría a un calibre sustancialmente final, 35-85 %; y
7. Descarburación, usando un recocido convencional de bobina abierta, 625-800°C.

Adición de N<sub>2</sub> gaseoso

4. Reducción en caliente a un calibre intermedio; temperatura de enrollamiento, 650°C aproximadamente.
5. Eliminación de costra.
6. Reducción en frío a un calibre sustancialmente final, 35-85 %; y
7. Recocción convencional de bobina abierta, 625-800°C, en atmósfera de nitrógeno.
  - a. una porción del ciclo, de un punto de rocío de -18°C ó menos, a nitrurar, y
  - b. otra porción del ciclo, de un punto de rocío de +15°C ó superior, a descarburar.

Considerando la invención más detalladamente, existen varios procedimientos variantes en virtud de los cuales puede modificarse la composición química del acero, cuando se acoplan a controles de tratamiento, para

5. conseguir los resultados deseados de esta invención. La variación de composición química a la que se ha hecho referencia, es la reducción en el nivel carbónico de la masa fundida inicial y el incremento en el nivel normal de aluminio y nitrógeno.
10. Antes de considerar las variaciones detalladamente, puede ser conveniente revisar las operaciones secuenciales de esta invención. Un procedimiento típico incluye: la fusión del acero en un horno convencional a una composición química predeterminada, el vaciado en moldes para lingotes o la fundición continua y eventual reducción
- 15.



en caliente a un calibre intermedio, desoxidación para eliminar costra superficial, reducción en frío a un calibre sustancialmente final, recocido en bobina abierta con descarbonación, laminación para temple, tensado crítico mediante operación de formación, y revestimiento de esmalte y cocción.

5.

Como se indica anteriormente, el estirado o formación produce una tensión sobre el acero tratado. Durante la cocción del esmalte, puede producirse un desarrollo granular crítico, con una correspondiente pérdida de resistencia elástica y dureza. Así, existen dos características importantes que ha de poseer el material de acero. Concretamente, ha de ser suficientemente dúctil para permitir que la pieza sea adecuadamente estirada, al tiempo que posee suficiente resistencia después del tensado crítico y de la cocción del esmalte para resistir impactos que pueden causar la flexión de la pieza formada. Esto representa por consiguiente el objeto de la invención, es decir, una buena formabilidad para el fabricante, junto con una elevada resistencia elástica y dureza después de la fabricación y de la cocción del esmalte.

10.

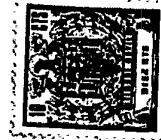
La presente invención realiza el citado objeto añadiendo aluminio y nitrógeno en proporciones controladas al acero. El aluminio se añade en forma de perdigonos al crisol y/o al molde de fundición, mientras el acero está esencialmente licuado. Este procedimiento asegura una distribución relativamente uniforme y una buena recuperación. Aunque esta invención considera un contenido aluminico del 0,02 al 0,15 % en peso aproximadamente, la proporción preferida es del 0,04 al 0,06 % en peso.

15.

20.

25.

30.



- Durante la investigación que condujo a este perfeccionamiento, se determinó que el nitrógeno podía añadirse de una o dos formas principales, es decir, como aditivo sólido al acero licuado o como aditivo gaseoso durante el ciclo de recocido. En el primer caso, se añade de un material que contenga nitrógeno, tal como manganeso nitrurado, al acero licuado contenido en el horno, crisol o molde. En el segundo procedimiento, el nitrógeno puede añadirse durante el ciclo de recocido, efectuando ésta en una atmósfera que contenga nitrógeno y cuyo punto de rocío sea de  $-18^{\circ}\text{C}$  ó inferior. En este último caso, la adición de nitrógeno puede efectuarse antes o después de la descarburación. En cualquier caso, mediante cualquiera de dichos procedimientos, es posible incorporar el deseado contenido mínimo en nitrógeno del 0,006 % en peso, o preferiblemente un mínimo del 0,012 % en peso.
- 5.
- 10.
- 15.

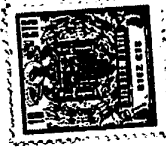
- Después de lo que antecede, se descubrió un tercer procedimiento de adición del nitrógeno al acero. En este caso, se inyecta nitrógeno en forma gaseosa al acero licuado. Por conveniencia, este procedimiento puede definirse como de "agitación gaseosa". Por ejemplo, puede insertarse una tobera en el acero licuado o un tapón poroso en el fondo del crisol que contiene a dicho acero, para inyectar a través del mismo nitrógeno gaseoso durante un tiempo predeterminado, para elevar el contenido en nitrógeno del acero al nivel deseado, anteriormente definido.
- 20.
- 25.

- Otra variación final en la composición química, que forma parte de esta invención, es la reducción del contenido carbónico a menos del 0,008 % en peso y prefe-
- 30.



5. ríblemente menos del 0,003 % en peso, para eliminar la ebullición del carbono y una superficie vellosa cuando se esmalta con una sola capa. Otro beneficio derivado del hecho de que el material de acero no presente ningún alargamiento del punto elástico, se obtiene cuando el contenido carbónico es inferior al 0,001 % en peso aproximadamente, y el nitrógeno está en su totalidad sustancialmente combinado con aluminio metálico para formar nitruro aluminico. Así, el material de acero no contendrá ningún átomo intersticial sin combinar, o bien relativamente pocos. Este material exhibiría unas características de ausencia de envejecimiento y de líneas de tensión para artículos en los que el aspecto es un factor importante. Asimismo, el material no presentaría el problema de roturas de bobinas ni la necesidad de laminado para temple al objeto de eliminar un alargamiento del punto elástico. Por ejemplo, una carga de material tratada de acuerdo con la presente invención y dotada de una composición química final del 0,0009 % de carbono, 0,012% de nitrógeno y 0,052 % de aluminio metálico, no mostró ningún alargamiento del punto elástico en su condición totalmente blanda.
- 10.
- 15.
- 20.

25. El método preferido para conseguir tal resultado consiste en efectuar el ciclo de recocido en una atmósfera húmeda o descarburante cuyo punto de rocío sea por lo menos de +15°C. Sin embargo, se ha determinado que el ciclo de descarburación puede eliminarse incluyendo un tratamiento de desgasificación del acero licuado para disminuir el contenido carbónico. Pero en cualquier caso,
30. el carbono es reducido desde un 0,10 % en peso nominal



hasta los niveles anteriormente señalados.

- Los ciclos típicos de tratamiento anteriormente esbozados, en su relación con las operaciones secuenciales de reducción en caliente, eliminación de costra, reducción en frío y recocido, son convencionales y por consiguiente no constituyen aquí ninguna limitación. Sin embargo, hay un control sobre este procedimiento que ha dado por resultado propiedades considerablemente acentuadas. Se hará referencia a la temperatura de bobinado que sigue a la reducción en caliente. El tratamiento del material de esta invención se modifica por consiguiente en la medida en que la temperatura de bobinado se mantiene por debajo de unos 735°C. Manteniendo la temperatura de bobinado por debajo de esta temperatura, se determinó que al esmaltar material producido a partir de material de esta invención, la resistencia elástica se mantenía a un nivel superior a 110 MN/m<sup>2</sup> después del tensado crítico y cocción del esmalte.
- Aunque el aluminio y el nitrógeno representan los dos materiales principales añadidos al acero de esta invención, esto no debe interpretarse como indicativo de una ausencia de todo aspecto crítico en los restantes elementos del acero. Por ejemplo, se ha determinado que, cuando el contenido final en carbono excede del 0,008 % en peso, existe el peligro de un "moteado negro", defecto superficial producido por la ebullición del carbono dentro del acero. Por otra parte, si hay insuficiente manganeso en el acero, puede producirse el fenómeno conocido por "fragilidad en caliente". Aunque el fósforo y el azufre se encuentran generalmente presentes en muchos ace
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



ros en proporciones residuales, se ha observado que en el presente acero, si se hallan presentes proporciones excesivas, se produce una simultanea pérdida de ductilidad.

5. El silicio y el cobre son dos de los elementos cuyo contenido máximo deberá mantenerse preferiblemente por debajo de los niveles considerados. En el caso del silicio, se ha comprobado que proporciones superiores al 0,025 % en peso tenderán a dar un producto dotado de deficiente calidad superficial. Por otra parte, un contenido en cobre superior al 0,10 % en peso se ha comprobado que inhibe el nivel de desoxidación del acero.
10. Volviendo de nuevo a la consideración de los aditivos principales, el aluminio ha de hallarse presente en el acero en una proporción del 0,02 % en peso, por lo menos, a fin de asegurar un acero reposado. Por otra parte, si el aluminio es tal que exceda del límite máximo del 0,15 % en peso, se obtiene un producto de deficiente calidad superficial, que además presenta una condición causante de excesivas inclusiones. Se recordará que uno de los objetos de esta invención es la producción de un acero conformable, al tiempo que se mantiene un nivel deseable de resistencia elástica después del tensado crítico y la cocción. Es la interacción del nitrógeno con el aluminio en el acero lo que da resistencia al desarrollo granular crítico, que a su vez incrementa o mantiene el nivel de resistencia después de la formación y de la cocción del esmalte. Por consiguiente, el nitrógeno ha de hallarse presente en una proporción del 0,006% en peso, por lo menos.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



Ahora puede ser conveniente ilustrar los procedimientos anteriormente expuestos, mediante algunas versiones ejemplificativas. En los siguientes ejemplos se emplearon aceros cuya composición química se muestra en la Tabla I.

5.

T A B L A I

Composición química	<u>Acero "A"</u>		<u>Acero "B"</u>	
	<u>Crisol</u>	<u>Final</u>	<u>Crisol</u>	<u>Final</u>
Carbono	0,066	0,0018	0,032	0,0010
Manganeso	0,48	0,48	0,31	0,33
Fósforo	0,007	0,007	0,008	0,007
Azufre	0,021	0,021	0,011	0,014
Silicio	0,015	0,015	0,015	0,019
Cobre	0,046	0,046	0,03	0,03
Aluminio	0,046	0,055	0,04	0,049
Nitrógeno	0,014	0,014	0,0057	0,025
Hierro	Resto	Resto	Resto	Resto

Ejemplo I

- Una carga de hogar abierto, que presentaba el análisis de crisol del acero "A" y a la que se habían añadido 545 Kg de peróxido de aluminio y 2000 kg de nitruro de manganeso, se laminó en caliente desde el espesor de la plancha hasta 2,16 mm, con una temperatura de bobinado o enrollamiento de 590°C. La tira reducida en caliente se desoxidó y redujo en frío hasta un calibre sustancialmente final de 0,86 mm. Luego se recoció la tira en bobina abierta a 700°C, en una atmósfera de un 20 % de H<sub>2</sub> - 80 % de N<sub>2</sub> - punto de rocío de + 35°C, para reducir el carbono al 0,0018 % y finalmente se laminó para temple en
- 10.
- 15.



un 0,5 %, para dar un acero dotado de las siguientes propiedades mecánicas, en su embarque:

	Resistencia a la tracción	305 MN/m <sup>2</sup>
	Resistencia elástica	157 MN/m <sup>2</sup>
5.	Alargamiento	44 %
	Dureza	R <sub>B</sub> 49

Después de un tensado del 0 al 20 % y de un recocido simulado del esmalte a una temperatura de 790°C durante 5 minutos para controlar el desarrollo granular crítico, se observó la siguiente resistencia elástica mínima:

Resistencia elástica 153 MN/m<sup>2</sup> (mínimo)

#### Ejemplo II

Como variación al ejemplo I, una carga fundida continua desgasificada, que presentaba el análisis del acero "B" y a la que se añadió un total de 111 Kg de perdigón de aluminio en el crisol y el desgasificador, se laminó en caliente hasta 2,99 mm, con una temperatura de enrollamiento de 610°C. La tira reducida en caliente fue luego desoxidada y reducida en frío hasta un calibre sustancialmente final de 0,91 mm.

Aunque el orden del tratamiento final puede invertirse como se indica anteriormente, en este ejemplo la tira reducida en frío recibió primero una recocción en bobina abierta a 790°C, en una atmósfera de un 20 % de H<sub>2</sub> - un 80 % de N<sub>2</sub> - punto de rocío de -73°C aproximadamente, y se impregnó durante unas 20 horas; se enfrió el horno a 700°C y se introdujo en él vapor de agua para elevar el punto de rocío a unos +35°C. Se impregnó el material durante 5 horas más para descarburarlo al nivel indicado.

# 388015



- 14 -

Se observaron las siguientes propiedades mecánicas antes y después del tensado hasta el 20 % y la cocción.

### PROPIEDADES MECANICAS

	<u>Después de la descarburación</u>	<u>Después del tensado y cocción</u>
Resistencia a la tracción	286 MN/m <sup>2</sup>	
Resistencia elástica	158 MN/m <sup>2</sup>	135 MN/m <sup>2</sup> (mínimo)
Alargamiento	47,5 %	
Dureza	R <sub>B</sub> 37	

5. Como medio de comparación de los aceros de esta invención con otros grados comerciales, se trataron análogamente al ejemplo I materiales de acero esmaltables, sin las adiciones aquí ilustradas y sin el control sobre la temperatura de bobinado, salvo en los casos indicados. La temperatura de bobinado varió entre 700 y 760 °C aproximadamente.

### ACEROS COMERCIALES

### PROPIEDADES MECANICAS TÍPICAS

	<u>En el embarque</u>	<u>Después del tensado y cocción</u>
"CQ" Resistencia a la tracción	296 MN/m <sup>2</sup>	
Resistencia elástica	193 MN/m <sup>2</sup>	83 MN/m <sup>2</sup> (mínimo)
Alargamiento	40 %	
Dureza	R <sub>B</sub> 40	
"DQ" Resistencia a la tracción	276 MN/m <sup>2</sup>	
Resistencia elástica	172 MN/m <sup>2</sup>	83 MN/m <sup>2</sup> (mínimo)
Alargamiento	45 %	
Dureza	R <sub>B</sub> 35	

ACEROS COMERCIALESPROPIEDADES MECANICAS TIPICAS

	<u>En el embarque</u>	<u>Después del tensado y cocción</u>
"ES" * Resistencia a la tracción	379 MN/m <sup>2</sup>	
Resistencia elástica	310 MN/m <sup>2</sup>	172 MN/m <sup>2</sup> (mínimo)
Alargamiento	30 %	
Dureza	R <sub>B</sub> 65	

\* Temperatura de bobinado = 635°C.

Cuando se comparan las anteriores propiedades típicas de aceros comercialmente conocidos con las propiedades típicas del acero de esta invención, concretamente:

	<u>EN EL EMBARQUE</u>	<u>DESPUES DEL TENSADO Y COCCION</u>
Resistencia a la tracción	290 MN/m <sup>2</sup>	
Resistencia elástica	172 MN/m <sup>2</sup>	158 MN/m <sup>2</sup> (mínimo)
Alargamiento	43 %	
Dureza	R <sub>B</sub> 43	

es evidente que este último acero posee todos los aspectos deseables de los primeros.

5.

10.

Se recordará que el tipo de material con que se relaciona esta invención se caracteriza por los cambios de propiedades mecánicas que se producen principalmente como resultado de los tratamientos térmicos finales. La última operación de calentamiento es la de cocción del esmalte y, aunque no se considera un tratamiento térmico, tiene el efecto de modificar las propiedades mecánicas, particularmente la resistencia elástica. Hasta ahora, es ta pérdida ascendía hasta al 57 % en el caso de los ace-

388015

- 16 -



- ros comerciales anteriormente mencionados. En el acero de esta invención, la disminución de resistencia fué considerablemente menor, concretamente el 8 % aproximadamente. Así, cabe esperar normalmente que esta pérdida de resistencia se mantenga por debajo del 25 % aproximadamente. Además, ello se consigue sin sacrificio de las propiedades de formación del acero, tal como se encuentra al ser embarcado. Esto es especialmente importante para el fabricante que ha de dar priméramente al acero la forma de seada antes del revestimiento y cocción del esmalte.
5. .
- 10.

- N O T A -

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una Solicitud de Patente, presentada en Norteamérica, con fecha 6 de febrero de 1970, bajo el número 9422, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE MATERIAL FERROSO ESMALTABLE CONFORMABLE; caracterizándose por lo siguiente:
- 15.
- 20.
- 25.

- 1ª.- Procedimiento para la producción de material ferroso esmaltable conformable, dotado de elevada resistencia elástica después de tensarse a un 20 % y tras la cocción del esmalte, caracterizado porque comprende las operaciones de fundir una aleación ferrosa dotada de un
- 30.



- contenido carbónico inicial comprendido aproximadamente entre el 0,03 y el 0,10 % en peso, por lo menos un 0,10% en peso de manganeso, y el resto esencialmente hierro con impurezas residuales; la reducción en caliente de dicha aleación a un calibre intermedio; la reducción en frío del material laminado en caliente a un calibre sustancialmente final; y al recocido del citado material finalmente reducido, a una temperatura comprendida aproximadamente entre 625 y 800°C; reducir el contenido en carbono a un máximo del 0,008 % en peso, añadir aluminio y nitrógeno a dicho acero en proporciones comprendidas entre el 0,02 y el 0,15 % aproximadamente y un mínimo del 0,006 % en peso, respectivamente; y controlar la temperatura de bobinado después de la reducción en caliente, a un máximo de 735°C aproximadamente.
- 5.
- 10.
- 15.

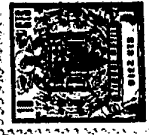
2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el carbono, aluminio y nitrógeno se hallan presentes en las siguientes proporciones: 0,003 % como máximo, del 0,04 al 0,06 %, y 0,012 % como mínimo respectivamente.

20.

3ª.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el carbono se mantiene en un máximo del 0,001 %.

- 4ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque por lo menos una parte de dicho recocido se efectúa en una atmósfera que contiene nitrógeno seco, cuyo punto de rocío es de -18°C ó inferior, y durante un tiempo suficiente para causar la absorción de nitrógeno hasta el contenido indicado.
- 25.

30. *2/1* 5ª.- Procedimiento según la reivindicación 4, ca-



racterizado porque otra parte de dicha recocición se efectúa en una atmósfera húmeda cuyo punto de rocío es por lo menos de  $+15^{\circ}\text{C}$ , y durante un tiempo suficiente para descaburar dicho material al contenido indicado.

5. 6<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el nitrógeno se añade como aleación nitrurada al acero fundido.

10. 7<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el nitrógeno se añade en forma gaseosa al acero fundido.

8<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho acero en condición fundida se desgasifica para reducir el contenido en carbono a un máximo del 0,008 %.

15. 9<sup>a</sup>.- Procedimiento según las reivindicaciones 4, 6, 7 ó 8, caracterizado porque el carbono se halla presente en una proporción del 0,003 % como máximo, el aluminio en un 0,04 a un 0,06 % y el nitrógeno en un 0,012 % como mínimo.

20. 10<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el carbono se mantiene en un máximo del 0,001 %.

25. 11<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la temperatura de bobinado es por lo menos de unos  $580^{\circ}\text{C}$ .

*Handwritten signature or mark.*

388015

- 19 -



12ª.- Procedimiento para la producción de material  
ferroso esmaltable conformable, tal y como queda sustan-  
ciálmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 19 hojas escritas a máqui-  
na por una sola cara.

5.

15 JUN. 1971

Madrid

ARMCO STEEL CORPORATION

A. GOMEZ ACOSO Y MODEY  
D. P. Firmado: F. Hernández Ruiz

*ref.*

POOR  
QUALITY