

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA
56985/73

13-OCT-1976

CONCEDIDA

19 ES	21	NUMERO	432706	10	A1
22	FECHA DE PRESENTACION				

PATENTE DE INVENCION

8-12-73

Gran Bretaña.

30 PRIORIDADES (1) NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
------------------------------	----------	---------

47 FECHA DE PUBLICIDAD METODO DE TRATAMIENTO	48 CLASIFICACION INTERNACIONAL DE UN MATERIAL FERROSO C21D	49 PATENTE DE LA SUJETA DEPOSITARIA Y HORNO PARA SU REALIZACION*
---	--	--

54 TITULO DE LA INVENCION D. Thomas BELL.
--

61 SOLICITANTE (S) 1 Hatfield Road, Bootle 20 - MERSEYSIDE (Inglaterra).

DOMICILIO DEL SOLICITANTE El solicitante es nacionalidad britanica.
--

72 INVENTOR (ES)

73 TITULAR (ES) D. Francisco GARCIA CABRERIZO.

74 REPRESENTANTE

POOR
QUALITY

"MÉTODO DE TRATAMIENTO DE UN MATERIAL FERROSO Y HORNO PARA SU REALIZACIÓN".

Esta invención se refiere a perfeccionamientos en/o relativos a los métodos de tratamiento del metal, y en particular a la nitrocementación gaseosa de materiales ferrosos.

Es conocida la nitrocementación superficial del acero dulce en un horno a una temperatura comprendida entre 450 y 590 °C en el que se admite gas amoníaco e hidrocarburo u otro gas que contenga carbono. El amoníaco se disocia de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$2\text{NH}_3 \longrightarrow 3\text{H}_2 + 2\text{N}$$
 para proporcionar el nitrógeno naciente necesario para el proceso, y el hidrocarburo u otro gas que contenga carbono proporciona también el carbono necesario para el proceso. No obstante, a pesar del hecho de que se use el mismo horno, temperatura, proporción de entrada de amoníaco a hidrocarburo u otro gas que contenga carbono y tiempo de tratamiento para la nitrocementación de tandas sucesivas de artículos del mismo acero, los artículos de una tanda pueden presentar un grado diferente de nitrocementación que los artículos de otra tanda. Debido a esta disparidad en los resultados de la repetición de un procedimiento de nitrocementación aparentemente idéntico, ha existido resistencia para la adopción del método, particularmente para el tratamiento de números de artículos similares que han de pasar, cada uno, el mismo control de calidad.

Al considerar este problema, me di cuenta de que con el fin de permitir la obtención de una uniformidad de resultados era esencial mantener el porcentaje por volumen de amoníaco sin disociar, en la atmósfera de la cámara del horno, a un valor sustancialmente constante para la duración del tratamiento

- to por los gases. Asegurando que el volumen de amoniaco sin -
disociar dentro del horno permanezca sustancialmente constan-
te, en mi opinion, se asegura la cantidad necesaria de amonia-
co realmente disponible para su disociación en hidrógeno y ni-
trógeno naciente en la superficie del artículo o artículos a
5. tratar con lo que se puede conseguir un resultado uniforme ca-
da vez que se repite el proceso de forma idéntica con artículos
del mismo material ferroso.
- Hasta la presente, se ha efectuado el control del -
10. amoniaco suministrando amoniaco al horno en una proporción fi-
ja predeterminada con respecto al hidrocarburo u otro gas que
contenga carbono, por ejemplo 50% de amoniaco y 50% de hidro-
carburo u otro gas que contenga carbono. Pero, me he dado cuen-
ta de que esto no garantiza el volumen real de amoniaco sin -
15. disociar como porcentaje del volumen total de gases de la at-
mósfera del horno. Ello es debido porque, primeramente, parte
del amoniaco se disocia térmicamente al descender por los con-
ductos calientes que conducen a través de la pared del horno
y cuando el mismo se pone en contacto con la cara interior ca-
20. liente de la pared del horno. Los átomos resultantes de nitró-
geno naciente lejos de los artículos a tratar se combinan rá-
pidamente para formar nitrógeno molecular que no es adecuado
para la nitrocementación. Igualmente, el grado de disociación
puede variar de este modo cada vez que se realiza el método.
25. En segundo lugar, dado que la alimentación de amoniaco en por-
centaje fijo no tiene en cuenta la carga del horno, es decir
el peso total y el área superficial de los artículos ferrosos
a tratar, existe tendencia a que se produzca una escasez de -
amoniaco sin disociar en la atmósfera del horno cuando el mis-
30. mo está muy cargado. En consecuencia, se reduce considerable-

mente la probabilidad de que este amoníaco sin disociar se di
socie en la superficie de los artículos para proporcionar la
cantidad necesaria de nitrógeno naciente en la misma con vis-
tas a alcanzar el grado deseado de nitrocementación.

5. Un objeto de la invención es proporcionar un método
de nitrocementación capaz de dar resultados que puedan repe-
tirse con precisión.

- De acuerdo con la invención, un método para tratar
el material ferroso consiste en calentar el material en la cá
mara de un horno que contiene una atmósfera consistente en am-
niaco que se disocia parcialmente dentro del horno y un gas -
endotérmico de cementación de potencial de carbono controlado,
comprobando la cantidad de amoníaco sin disociar en la cámara
son vistas a proporcionar medios para controlar el potencial
de nitruración de dicha atmósfera, siendo llevado a cabo el mé
todo a una temperatura comprendida entre 500 y 780°C durante
un período de tiempo suficiente para formar una capa superfi-
cial compacta, absorbente del aceite de una fase de epsilon
(ϵ) carbonitruro hexagonal compacto (llamada en lo que sigue
la capa compuesta) contaminada por el oxígeno.

20. A continuación se da una descripción más detallada
de la invención así como de las propiedades de los materiales
ferrosos tratados por el método de acuerdo con la invención,
haciendo referencia a los dibujos que se acompañan. En estos
25. dibujos:

Las figuras 1 y 2 son ejemplos de diagramas conoci-
dos de fase ternaria Fe - C - N que muestran, entre otros, los
límites de composición de la fase epsilon (ϵ) a una tempera-
tura de 565° y 700°C respectivamente;

30. La figura 3 es un gráfico que ilustra la variación

y el espesor de la capa compuesta con respecto al tiempo de tratamiento;

5. La figura 4 muestra una comparación de los resultados de ensayos de desgaste llevados a cabo con el acero EN32 sin tratar y con el mismo acero tratado por el método de acuerdo con la invención a diferentes temperaturas y enfriados de diferentes modos;

10. La figura 5 muestra gráficos que dan una comparación de los resultados de los ensayos de desgaste realizados con el acero EN32 sin tratar y con el mismo acero tratado por el método de acuerdo con la invención y enfriados de diferentes modos, y

La figura 6 ilustra esquemáticamente el control de un horno para llevar a cabo la invención.

15. La fase de epsilon carbonitruro hexagonal compacto, estabilizada, se halla dentro de los límites de la composición según se ha representado por los límites de la fase epsilon (ϵ) en las secciones isotérmicas del diagrama de fase ternaria Fe - C - N, en sí conocido, correspondientes a la temperatura del horno a la que se lleva a cabo el método. Un ejemplo de tal diagrama conocido ha sido mostrada en la figura 1 de los dibujos que se acompaña correspondientes a una temperatura de tratamiento de 565°C que es inferior a la temperatura eutectoide, es decir, por debajo de la aparición de la fase austenítica cúbica de caras centradas.

20.

25.

Otro ejemplo de tal diagrama conocido ha sido representado en la figura 2 de los dibujos que se acompaña correspondiente a una temperatura de tratamiento de 700°C que es superior a la temperatura eutectoide.

30. El método es aplicable especialmente a la nitroce-

mentación de las superficies de aceros no aleados y poco aleados al carbono, forjados y sinterizados, hierro sinterizado en estado homogéneo o cementado en caja o carbonitrurado y de --
5. hierro colado en estado homogéneo para mejorar las características de resistencia al desgaste y al rozamiento del material, y puede mejorar también el límite de fatiga así como sus características de anti-corrosión.

10. Cuando se lleva a cabo el tratamiento a temperaturas en las que el material ferroso que se halla debajo de la capa compuesta no se transforma en austenita se le llamara en lo que sigue nitrocementación ferrítica y cuando se realiza el tratamiento a temperaturas en las que no se forma austenita, incluso en parte, el tratamiento será llamado en lo que sigue nitrocementación austenítica.

15. El método puede ser llevado a cabo en cualquier horno de caldeo por gas o eléctrico apropiado provisto de medios de control de la temperatura. El horno puede ser diseñado para tratar tandas separadas de artículos, por ejemplo puede ser un horno de temple herméticamente cerrado, o puede ser provisto de medios transportadores para conducir los artículos de --
20. manera continua a través de una zona de tratamiento calentada en un túnel provisto de cortinas de llama en sus extremos opuestos. El gas exotérmico y endotérmico son introducidos de manera continua o intermitente en el horno y evacuados del mismo, estando provisto el horno de un ventilador para mover --
25. los gases en el interior del horno. Los gases pueden ser introducidos a partir de fuentes apropiadas a través de conductos separados, siendo provistos medios de válvula con el fin de poder regular las alimentaciones de gases para el horno.
30. El gas endotérmico puede ser generado fuera del horno quemando

- gas natural u otro gas a base de hidrocarburos. Con el fin de obtener unos resultados reproducibles, se debe controlar y medir la cantidad de amoniaco sin disociar dentro de la cámara del horno o zona de tratamiento como porcentaje del volumen de gases existentes dentro del horno. Si se comprueba que el porcentaje de amoniaco se desvía de un valor deseado (que puede ser, si se desea, una gama de valores), se varía la alimentación de gas amoniaco y/o endotérmico para restablecer el porcentaje de amoniaco al valor deseado. Se puede llevar a cabo
5. la comprobación del porcentaje de amoniaco por cualquier medio apropiado, usando por ejemplo, una pipeta de disociación, cromatografía de gas, etc. No obstante, se prefiere comprobar de manera continua la cantidad de amoniaco sin disociar por una unidad de análisis de gas amoniaco de rayos infrarrojos que funciona de un modo similar a los medidores de dióxido de carbono de rayos infrarrojos en sí conocidos para el control del potencial de cementación de la atmósfera de gas durante la cementación.

El potencial de nitruración durante la nitrocementación es función del porcentaje de amoniaco sin disociar presente en la atmósfera del horno. Por consiguiente, manteniendo la cantidad sin disociar a un valor deseado sustancialmente constante, se mantiene también el valor numérico del potencial de nitruración prácticamente constante.

25. El espesor de la capa compuesta deseada que mejora las propiedades tribológicas debería ser superior a 5 micras y normalmente no precisa ser superior a 30 micras para los tratamientos de nitrocementación ferrítica. En la nitrocementación austenítica la capa compuesta tiene preferentemente un espesor del orden de 20-50 micras. Las propiedades tribológicas

mejoradas que se obtienen son dependientes de forma predominante de la capa compuesta epsilon y son esencialmente independientes de la cadencia de enfriamiento a partir de la temperatura de tratamiento.

5. Para la nitrocementación ferrítica llevada a cabo entre 500°C y justamente por debajo de la temperatura eutectoide del contenido de amoníaco sin disociar de los gases que forman la atmósfera del horno puede ser del orden del 10 al 50% pero es preferentemente del 20 al 35%. Para tratamientos de nitrocementación austenítica entre la temperatura eutectoide y 760°C el contenido de amoníaco puede ser del orden de 10 al 3%. En la nitrocementación austenítica la regla general es que cuanto más elevada sea la temperatura menor deberá ser el valor de porcentaje del amoníaco para producir la capa de epsilon. ---
15. (E) carbonitruro necesaria. A una temperatura de aproximadamente 725°C el nivel de amoníaco es preferentemente del 5% --- aproximadamente. El potencial de cementación de la atmósfera existente en el horno debería ser controlado para dar un nivel de dióxido de carbono de no más del 0,1%, independiente---
20. mente de la temperatura de tratamiento.

- La capa compuesta tiene un espesor que es, para un material y temperatura de tratamiento dados, dependiente --- principalmente del potencial de nitruración de la atmósfera y del tiempo de tratamiento. El tiempo de tratamiento puede ser
25. controlado de manera precisa por medios normales, y el método de nitrocementación de acuerdo con la invención proporciona un medio para controlar de forma precisa el espesor de la capa compuesta dentro de un margen de unas micras por control del potencial de nitruración de la atmósfera usando análisis de ---
30. gas por rayos infrarrojos del nivel de amoníaco existente en

el horno.

En una serie de experimentos de nitrocementación ferrítica, se ejecutó el tratamiento a 570°C en un horno de temple herméticamente cerrado con una atmósfera conteniendo 32% en volumen de amoníaco sin disociar y gas endotérmico que tenía un potencial de carbono equivalente a un nivel de dióxido de carbono en el horno del 0,09%, siendo mantenidos estos valores prácticamente constantes. Se usaron varios tiempos de tratamiento y se empleó una diversidad de condiciones de enfriamiento desde la temperatura de tratamiento.

La capa compuesta compacta se formó sobre una muestra enfriada lentamente de acero EN32 después de un tratamiento de 3 horas así como sobre un hierro sinterizado templado en aceite, cuya capa compuesta se formó también sobre las superficies internas de los poros del hierro sinterizado. La capa compuesta compacta se formó también sobre acero EN 40 templado en aceite así como sobre hierro colado maleable después del tratamiento de nitrocementación ferrítico antes citado.

El espesor de la capa compuesta para un material dado es función del tiempo así como de la temperatura de tratamiento y al nivel de amoníaco existente en el horno y para un tiempo de tratamiento constante, de por ejemplo, 3 horas para el tratamiento de nitrocementación ferrítica a 570°C, el espesor de la capa compuesta resultante formada sobre un acero al carbono no aleado puede ser aumentado desde 10 micras a 30 micras aproximadamente controlando el nivel de amoníaco sin disociar existente en el horno al 15% aproximadamente para el espesor más pequeño y al 45% aproximadamente para el espesor de 30 micras aproximadamente. A un potencial de nitruración controlado del 32% de amoníaco sin disociar, se comprobó para

una temperatura de tratamiento de 570°C que el espesor de la capa compuesta en micras (μ) formado sobre acero EN32 aumento con el aumento del tiempo de tratamiento en horas (h) del modo mostrado en la figura 3.

5. Para los tratamientos de nitrocementación austenítica el tiempo necesario para producir el espesor deseado de la capa compuesta de epsilon carbonitruro no precisa exceder normalmente de las 2 horas pero podrían usarse tiempos más largos si se desea.

10. La capa compuesta tiene 40 micras de espesor sobre acero EN32 homogéneo después de una hora de tratamiento a 725°C en una atmósfera de horno conteniendo 5% de amoníaco seguido de un temple y revenido en aceite a 300°C durante 2 horas.

15. El micro-análisis con sonda electrónica de la capa compuesta formada por el tratamiento de nitrocementación ferrítica sobre acero EN32 dió contenidos individuales y combinados de carbono y nitrógeno, dentro de la gama especificada por el diagrama de fase ternaria apropiado para la fase epsilon a la temperatura de tratamiento de 570°C.

20. El análisis por fusión al vacío para el oxígeno reveló un contenido de oxígeno medio de la capa compuesta del 0,2% en peso, mientras que el análisis de difracción por rayos X de la capa compuesta mostró que la fase de epsilon carbonitruro era en efecto la fase predominante presente.

25. El análisis de difracción por rayos X de la capa compuesta formada por nitrocementación austenítica a 725°C demostró la presencia predominante de la fase de epsilon carbonitruro deseada.

30.

Resulta indeseables grandes proporciones de la fase Fe_4N así como de la fase de cementita Fe_3C y la orto-rómbica Fe_2N .

- Los ensayos de desgaste realizados sobre una máquina de ensayo de lubricante Falex con aceros EN32 y EN40 mostraron que los especímenes sin tratar no presentaban una resistencia al rozamiento importante incluso cuando fueron ensayados bajo condiciones lubricantes con aceite. Después del tratamiento de acuerdo con la invención no obstante, incluso cuando fueron ensayados en el estado seco, se observó una mejora considerable en la resistencia al rozamiento de todas las piezas ensayadas.

- Los especímenes ensayados en el estado en seco después de la nitrocementación generaron tanto calor que finalmente se volvieron candentes y fueron extrusionados bajo la carga aplicada.

- El ensayo realizado después del tratamiento, tanto en condiciones lubricantes con agua como con aceite, mostró una mejora considerable en su comportamiento de resistencia al desgaste pero invariablemente las condiciones de lubricación con aceite fueron mejores debido a la absorción de aceite de la capa compuesta.

- Las muestras enfriadas en la atmósfera fueron sólo ligeramente inferiores a las piezas de ensayo enfriadas con aceite y por consiguiente la resistencia al desgaste impartida por la capa compuesta es virtualmente independiente de la cadencia de enfriamiento para la temperatura de tratamiento.

Las muestras de ensayo Falex, tanto después del tratamiento de nitrocementación austenítica como ferrítica, cumplieron satisfactoriamente la Norma de Aprobación de Procesos del Ministerio de Defensa Aeroespacial DTD 900/4497A que es usada para evaluar la resistencia al desgaste resultante de un proceso de tratamiento térmico de nitrocementación en baño de sal conocido bajo el nombre comercial de SUL-FINUZ. Para su aceptación bajo esta norma, se ensayó un juego de piezas de ensayo tratadas consistentes en clavijas de acero dulce y mordazas de EN8 tratado sobre una máquina Falex (Faville-Levally) standard, usando aceite SAE 30 como lubricante y no se observó señal alguna de desgaste o agarrotamiento cuando, partiendo de cero, se aumentó gradualmente la carga de la mordaza por el mecanismo de carga automático a 907 Kgr.

15. Los resultados de los ensayos de desgaste Falex ejecutados sobre acero EN32 después de varios tratamientos de nitrocementación de acuerdo con la invención están resumidos en la figura 4. En la figura 4 todas las muestras A a E son de acero E32. La muestra A no fue nitrocementada (sin tratar). Las muestras B, C y D fueron nitrocementadas de acuerdo con la invención a 570°C en una atmósfera de horno conteniendo 32% de amoníaco mantenida prácticamente constante y teniendo un potencial de cementación prácticamente constante de 0,09% de CO₂. El tiempo de tratamiento para las muestras B y C fue de tres horas y para la muestra D de ocho horas. La muestra E fue nitrocementada de acuerdo con la invención durante una hora a una temperatura de 725°C en una atmósfera de horno conteniendo aproximadamente 5% de amoníaco mantenida prácticamente constante y teniendo un potencial de cementación prácticamente constante de 0,17% de CO₂.

La muestra C fue enfriada al aire y las muestras B, D y E fueron enfriadas en aceite inmediatamente después del tratamiento. No apareció desgaste sobre la muestra B cuando fue lubricada con aceite, siendo el valor máximo para B en la figura 4 la carga máxima que podía ser indicada por la máquina.

- Los ensayos de desgaste fueron realizados sobre aceros EN32 y EN40 usando una máquina comprobadora de desgaste con cuatro bolas conocida en el campo tribológico después de la nitrocementación ferrítica de acuerdo con la invención a 570°C en una atmósfera conteniendo 32% de amoníaco para una gama de tiempos y condiciones de temple pusieron de manifiesto la resistencia mejorada al desgaste de las piezas tratadas. Los ensayos fueron realizados en el estado seco y los resultados, expresados por la pérdida de peso debida al desgaste en función del número de revoluciones de las piezas de ensayo con almohadilla de desgaste, aparecen como ejemplo en la figura 5 para el acero EN32. En la figura 5, no se trató la pieza de ensayo A, y las piezas de ensayo B, C y D fueron nitrocementadas y enfriadas de manera idéntica a las muestras B, C y D descritas con referencia a la figura 4. Por la figura 5 puede verse que la cadencia de desgaste del acero sin tratar era considerable y que las características de desgaste muy mejoradas como consecuencia del tratamiento eran esencialmente independientes del tiempo de tratamiento y la cadencia de enfriamiento a partir de la temperatura de tratamiento, dentro de las gamas estudiadas. Típicamente, las propiedades mejoradas eran tales que el acero EN32 sin tratar, cuando fue ensayado en el estado seco, mostró una pérdida de peso de $1,4 \times 10^{-2}$ gramos debido al desgaste, después de sólo 166 revoluciones de la máquina de ensayo con cuatro bolas modificada.

No obstante, muestras tratadas durante 3 horas para producir la capa compuesta deseada mostraron una pérdida de peso de aproximadamente 5×10^{-4} gramos solamente después de 5×10^4 revoluciones.

5. El método de nitrocementación austenítica de acuerdo con la invención, da como resultado la formación de austenita al menos en parte, debajo de la capa compuesta formada eventualmente, y procura un medio para conferir una elevada capacidad de carga a los componentes de acero tratados, además de la mejora de las propiedades de desgaste resultante de la capa compuesta. Si se desea esta elevada capacidad de carga, en tal caso el material seleccionado sería normalmente pero no exclusivamente en el estado cementado en caja o carbonitrurado antes de efectuar el tratamiento para producir la capa compuesta y debería ser enfriado a una cadencia suficientemente elevada para transformar la austenita subsuperficial, al menos en parte en martensita. El acero tratado debería ser templado entonces según sea necesario a una temperatura apropiada de hasta 300°C durante un período de tiempo suficiente para producir la dureza subsuperficial deseada o enfriado a una temperatura suficientemente baja para transformar la austenita conservada después de lo cual será templado el material.
- 10.
- 15.
- 20.

25. En un ejemplo, se dio un tratamiento de carbonitruración gaseosa convencional, preliminar, al acero dulce, a 900°C durante 2 horas seguido del temple en aceite. Los especímenes fueron tratados entonces a 725°C durante 1 hora en una atmósfera de gas endotérmico que tenía un potencial de cementación de 0,09% de CO₂ y 5% de amoníaco para producir la capa compuesta deseable.
- 30.

Al mismo tiempo, la superficie inferior se volvió parcialmente austenítica y después del temple y revenido a 300 °C durante 2 horas tenía una dureza máxima de 900 HV y una profundidad del cementado eficaz de 0,65 mm a 500 HV. La presencia de una zona subsuperficial cementada asegura buenas características de resistencia bajo condiciones de carga cíclicas y concede los beneficios tribológicos de la capa compuesta a experimentar bajo condiciones de carga elevada, por ejemplo - en los engranajes de transmisión de automóviles, rodillos de salida para maquinaria textil y brazos oscilantes de válvulas y árboles.

Alternativamente, se puede conseguir las altas características de carga ejecutando primeramente el tratamiento de cementación o carbonitruración en caja convencional en un horno apropiado que es seguido posteriormente por el tratamiento de nitrocementación austenítica de acuerdo con la invención para producir la capa compuesta deseable in situ, sin enfriamiento intermedio a temperatura ambiente. Ello comprende el descenso de la temperatura de tratamiento a menos de 780°C pero por encima de la temperatura a la que tendrá lugar la descomposición de la austenita subsuperficial, y alterando a su vez el potencial de carbono del gas endotérmico y el potencial de nitrógeno de la atmósfera del horno, para producir la capa compuesta de epsilon carbonitruro deseada. Ello va seguido posteriormente del revenido y, si es necesario, del temple.

En la figura 6 se ha representado un diagrama de conjunto esquemático de un horno de nitrocementación y el sistema de control. El horno ha sido representado en 20 y una unidad de control de la temperatura del horno en 22.

Una canalización de muestra 24 para extraer las muestras de la atmósfera gaseosa interior al horno conduce a un dispositivo analizador de amoniaco incluido en una unidad de control 26. El amoniaco es suministrado al horno a través de un tubo 28 provisto de una válvula de control 30. El gas endotérmico es suministrado a través de un tubo 32 que tiene una válvula de control 34. El horno puede estar preparado para el tratamiento de tandas de artículos en una cámara del horno de la que se excluye convenientemente el aire atmosférico por medios en sí conocidos durante el tratamiento, o bien puede estar previsto para tratar una corriente de artículos alimentados en continuo a través de una zona de tratamiento de la que puede ser excluido el aire por medios conocidos. Cuando el dispositivo de análisis indica que el amoniaco de los gases del horno se halla por encima o debajo de un valor de porcentaje deseado, la unidad de control actúa para iniciar automáticamente el funcionamiento de la válvula 30 y/o la válvula 34 con el fin de variar la alimentación de amoniaco y/o gas endotérmico para restablecer el porcentaje de amoniaco en los gases del horno al valor deseado.

Si se desea, el accionamiento de las válvulas puede ser efectuado manualmente por un operador en respuesta a los resultados del análisis dados por el dispositivo de análisis.

N O T A

25. La Patente de invención que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "METODO DE TRATAMIENTO DE UN MATERIAL FERROSO Y HORNO PARA SU REALIZACION", con Prioridad de la solicitud de Patente en Gran Bretaña nº 56985/73 de fecha 8 de diciembre de 30. 1973, según las características esenciales de las siguientes:

REIVINDICACIONES

- 1^a.- Método de tratamiento de un material ferroso y horno para su realización, cuyo método consiste en calentar - el material en una cámara de horno que contiene una atmósfera consistente en amoniaco que se disocia parcialmente dentro del
5. hornos y un gas endotérmico de cementación de potencial de carbono controlado, comprobando la cantidad de amoniaco sin disociar existente en la cámara con el fin de proporcionar medios para controlar el potencial de nitruración de dicha atmósfera, siendo llevado a cabo el método a una temperatura comprendida
10. entre 500 y 780°C durante un período de tiempo suficiente para formar una capa superficial compacta absorbente del aceite de una fase de epsilon (ϵ) carbonitruro hexagonal compacto, llamada la capa compuesta, contaminada por el oxígeno.
15. 2^a.- Método de tratamiento de un material ferroso, según la reivindicación 1^a, en el que cuando la cantidad de amoniaco sin disociar como porcentaje de los gases de la cámara del horno se desvía con respecto a un valor predeterminado, se suministra amoniaco y/o gas endotérmico en cantidad apropiada para restituir dicha cantidad de amoniaco sin disociar
20. a dicho valor.
- 3^a.- Método de tratamiento de un material ferroso, según la reivindicación 2^a, en el que la alimentación de amoniaco y/o gas endotérmico es regulada manualmente en respuesta a la cantidad de amoniaco sin disociar medida.
25. 4^a.- Método de tratamiento de un material ferroso, según la reivindicación 2^a, en el que la alimentación de amoniaco y/o gas endotérmico es regulada automáticamente en respuesta a la cantidad de amoniaco sin disociar medida.
30. 5^a.- Método de tratamiento de un material ferroso,

según una cualquiera de las reivindicaciones 2ª a 4ª, en el que la temperatura del horno se halla por debajo de la temperatura eutectoide y el método es llevado a cabo manteniendo la cantidad de amoníaco sin disociar a un valor del orden del 10 al 50% por volumen de los gases existentes en la cámara del horno.

5. 6ª.- Método de tratamiento de un material ferroso, según la reivindicación 5ª, en el que se lleva a cabo el método manteniendo la cantidad de amoníaco sin disociar a un valor del orden del 20 al 35% por volumen de los gases existentes en la cámara del horno.

15. 7ª.- Método de tratamiento de un material ferroso, según una cualquiera de las reivindicaciones 2ª a 4ª, en el que la temperatura del horno es superior a la temperatura eutectoide y el método es llevado a cabo manteniendo la cantidad de amoníaco sin disociar a un valor del orden del 3 a 10% en volumen de los gases existentes en la cámara del horno.

20. 8ª.- Método de tratamiento de un material ferroso, según la reivindicación 7ª, en el que se mantiene la cantidad de amoníaco sin disociar sustancialmente al 5% en volumen de los gases existentes en el horno.

25. 9ª.- Método de tratamiento de un material ferroso, según la reivindicación 1ª, en el que la temperatura es inferior a la temperatura eutectoide y el método es llevado a cabo manteniendo la cantidad de amoníaco sin disociar a un valor del 32% sustancialmente por volumen de los gases existentes en el horno.

30. 10ª.- Método de tratamiento de un material ferroso, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el potencial de carbono es función de la cantidad de

dioxido de carbono existente en el horno, y la cantidad de --
dioxido de carbono no rebasa el 0,1% en volumen de los gases
del horno.

5. 11a.- Método de tratamiento de un material ferroso,
según una cualquiera de las reivindicaciones 1a a 10a, en el
que se comprueba continuamente la cantidad de amoniaco sin di-
sociar existente en el horno.

10. 12a.- Método de tratamiento de un material ferroso,
según una cualquiera de las reivindicaciones 1a a 11a, en el
que se comprueba la cantidad de amoniaco sin disociar existen-
te en el horno por una técnica de análisis infrarrojo.

15. 13a.- Método de tratamiento de un material ferroso,
según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en
el que se selecciona el material ferroso a partir del grupo
consistente en aceros no aleados y poco aleados al carbono, -
forjados y sinterizados, hierro sinterizado, y hierro colado.

20. 14a.- Método de tratamiento de un material ferroso,
según la reivindicación 13a, en dependencia de la reivindica-
ción 7a o la reivindicación 8a, en el que el material ferroso
es acero previamente cementado o carbonitrurado.

25. 15a.- Método de tratamiento de un material ferroso,
según la reivindicación 1a, en el que se mantiene la tempera-
tura del horno sustancialmente constante, manteniendo prácti-
camente constante la cantidad de amoniaco sin disociar, y la
duración del tiempo de tratamiento es selectivamente variable
para variar selectivamente el espesor de la capa compuesta que
aumenta al aumentar la duración del tiempo de tratamiento.

30. 16a.- Método de tratamiento de un material ferroso,
según la reivindicación 1a, en el que se mantiene la tempera-
tura del horno prácticamente constante, la duración del tiempo

de tratamiento es prácticamente constante, y la cantidad de amoniaco sin disociar mantenida sustancialmente constante durante la duración del tratamiento, es selectivamente variable para variar el espesor de la capa compuesta que aumenta al --
5. aumentar la cantidad de amoniaco sin disociar.

17^a.- Horno para el método de las anteriores reivindicaciones, que comprende una cámara o zona de tratamiento ca lentable de la que puede excluirse el aire atmosférico durante la operación, medios en forma de conducto a través de los cu
10. les puede admitirse gas amoniaco y gas endotérmico en dicha cámara o zona de tratamiento, medios de válvula para regular la alimentación de los gases a través de dichos medios de -- conducto, y medios analizadores del gas previstos para compro bar la cantidad de amoniaco sin disociar existente en la cáma
15. ra o zona de tratamiento del horno.

18^a.- Horno según la reivindicación 17^a, provisto de medios de control sensibles al valor de la cantidad de amo niaco sin disociar medida por los medios de análisis, cuando se desvía esta cantidad a partir de un valor predeterminado,
20. para iniciar la variación en la alimentación del gas amoniaco y/o endotérmico por accionamiento de dichos medios de válvula para restituir la cantidad de amoniaco sin disociar en la cá- mara o zona de tratamiento al valor predeterminado como porcen taje de los gases de dicha cámara o zona de tratamiento cuando
25. se está utilizando el horno para llevar a cabo la nitrocementa ción gaseosa.

19^a.- Horno según las reivindicaciones 17^a ó 18^a, -- provisto de medios en forma de conducto adicionales que van -- de la cámara o zona de tratamiento para suministrar una mues-
30. tra de los gases del horno a los medios analizadores.

20*.- "METODO DE TRATAMIENTO DE UN MATERIAL FERROSO
Y HORNO PARA SU REALIZACION".

Según queda sustancialmente descrito en la presente
memoria que consta de veinte hojas, escritas a máquina por una
5. sola cara y acompañada de dibujos.

Madrid, 16 SET. 1976

D. Thomas BELL.

F.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
F.P.


Firmado: M. Dolores Jorquera

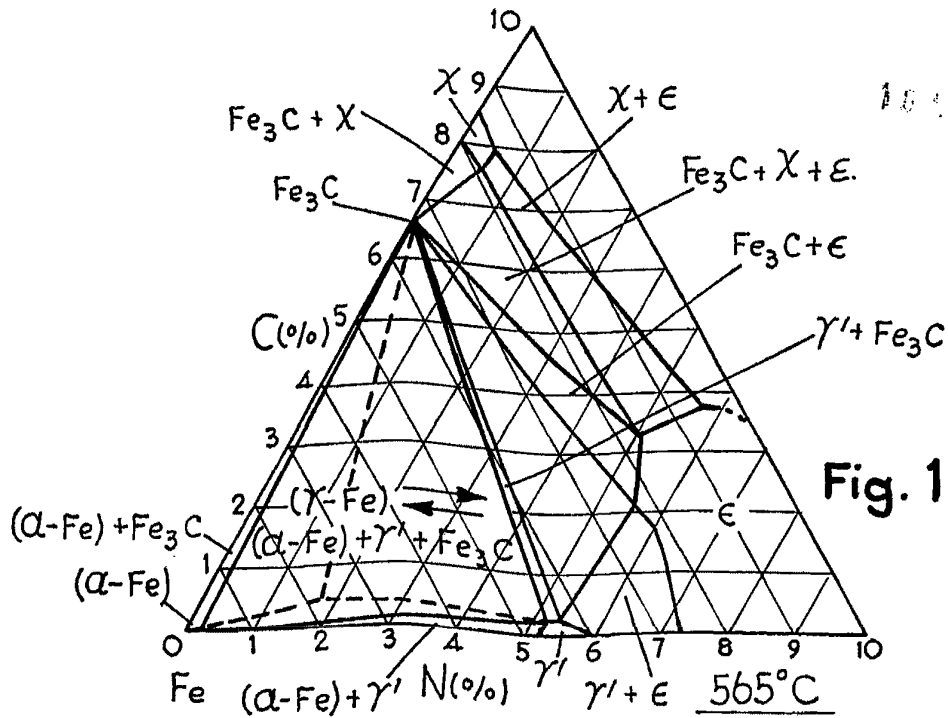


Fig. 1

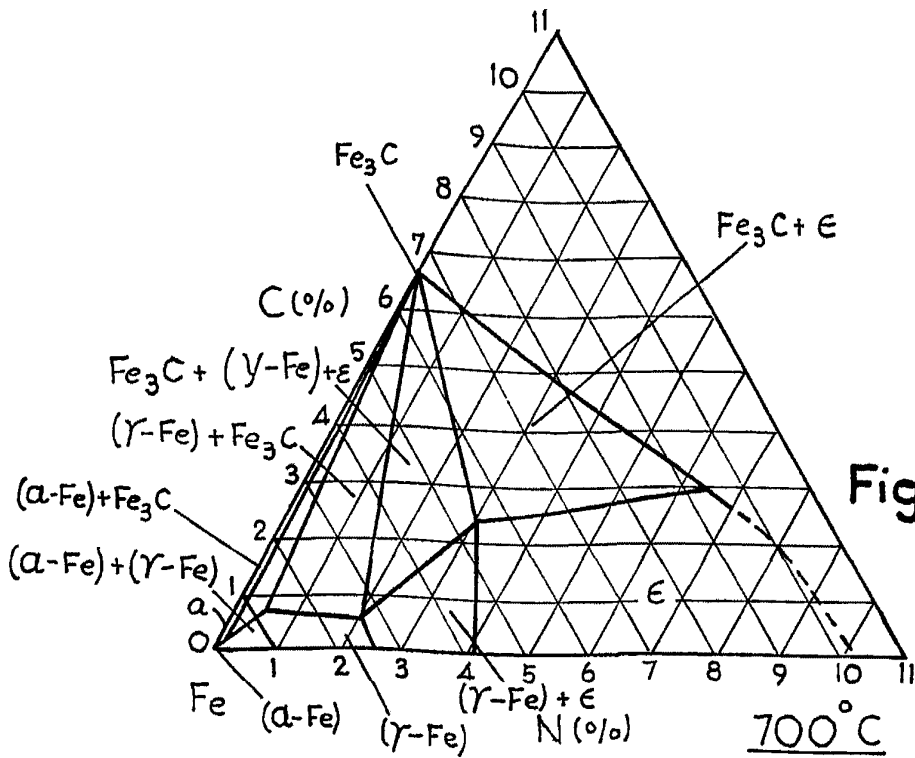


Fig. 2

Escala variable

Madrid, 18 SET. 1976

P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO

P. P.

Firmado: M.ª Dolores Jaques

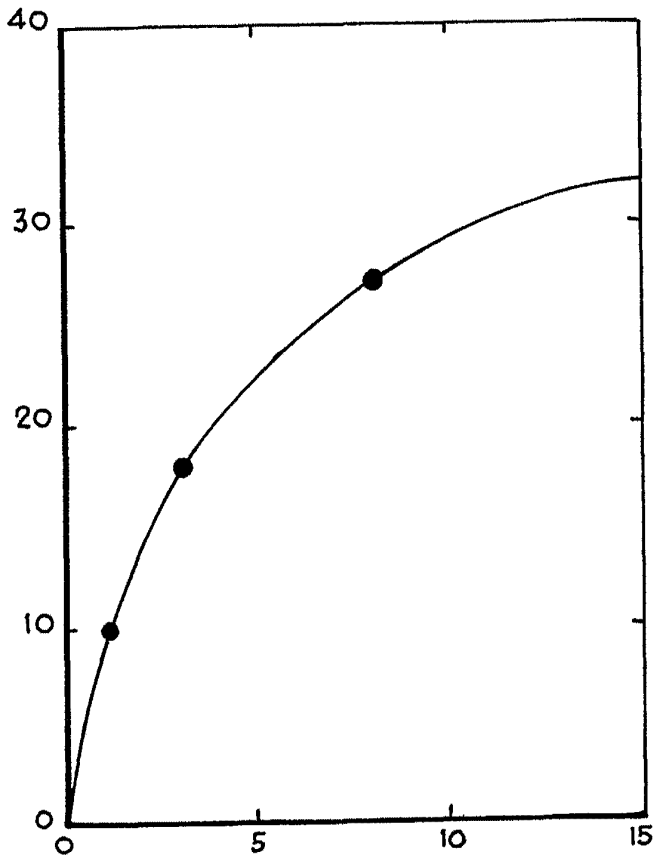


Fig. 3

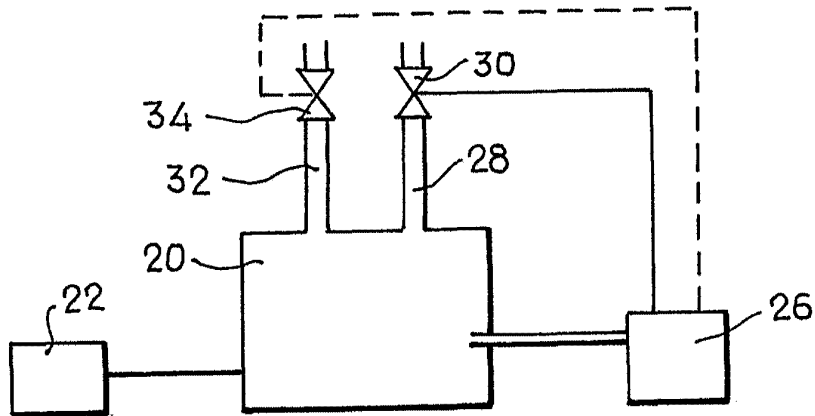


Fig. 6

Madrid, 16 SET. 1976
P. P.

Escala variable

FRANCISCO GARCIA CABREZZO,
F. P.

Firmado: M.ª Dolores Jaquero

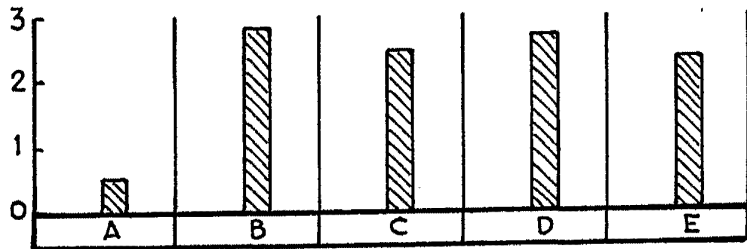
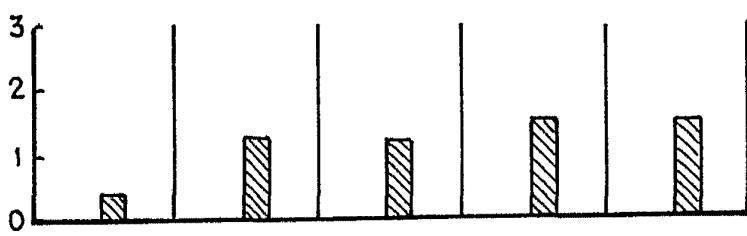
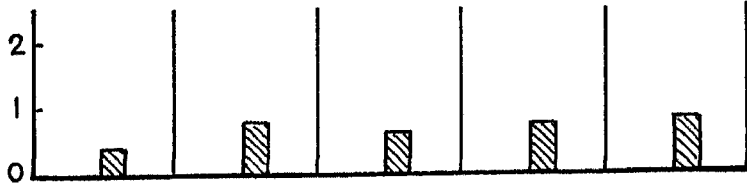


Fig. 4

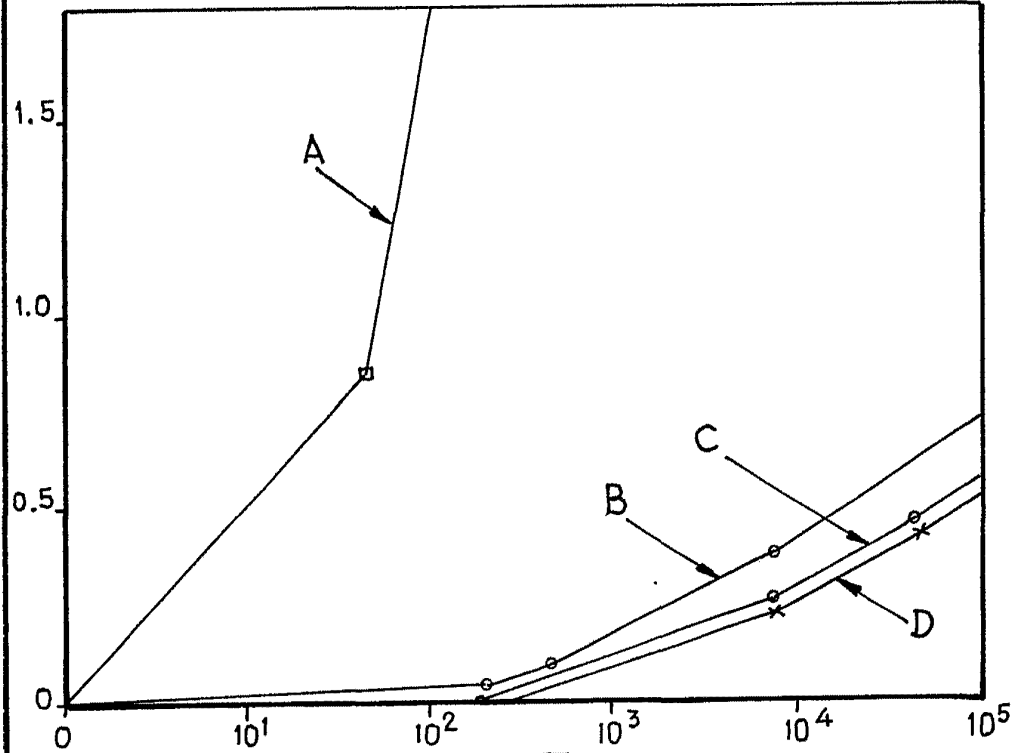


Fig. 5

Madrid, P. P. 16 SET 1976

Escala variable

GUICIA CABRERO

Firmado: M.ª Dolores Jarama