

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



19 ES	11 NUMERO	10 A 1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION	
		11-3-77

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
Ser. 665.844	11 de Marzo de 1.976	Norteamerica.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C23C	

54 TITULO DE LA INVENCION
Procedimiento para carburar piezas en una cámara de trabajo de un horno de vestíbulo.

71 SOLICITANTE (S)
AIRCO, INC., entidad norteamericana.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
residente en 85 Chestnut Ridge Road, Montvale, Estado de New Jersey, EE.UU. de A.

72 INVENTOR (ES)
DAVIS BECK.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. Jaime Gomez-Acebo y Modet.

La presente invención se refiere a procedimientos para el tratamiento térmico de elementos o piezas metálicas y, de un modo más particular, se refiere a la carburación o cementación y carbonitruración de piezas de acero en hornos de vestíbulo.

5. La carburación o cementación de piezas de acero es un procedimiento bien conocido con el cual se forma una "corteza" o capa cementada en la superficie de la pieza y por debajo de la misma con el fin de aumentar sustancialmente el contenido de carbono de modo que dichas piezas se pueden endurecer por temple. Normalmente, las
10. piezas de acero se carburan o cementan en un horno de vestíbulo que está compuesto esencialmente al menos por dos cámaras: una cámara exterior que generalmente se conoce como vestíbulo del horno y está provista para formar una cobertura de atmósfera del temple, que puede ser temple a la atmósfera y/o temple al aceite. Dependiendo
15. de la construcción particular del horno utilizada, se pueden cargar directamente en una cámara de trabajo, y después sacarse al vestíbulo para un temple ulterior en atmósfera o en aceite. Como variante, las piezas se pueden cargar en un vestíbulo, pasando a la cámara de trabajo y después volver al mismo vestíbulo para el temple. En un horno continuo hay vestíbulo de entrada y de salida antes y después de una zona caliente y/o una zona de trabajo.

- Después de introducirse un gas vehículo apropiado, normalmente un gas endotérmico o exotérmico purificado, que puede estar enriquecido con una cierta cantidad de gas natural, se abre una
25. puerta a la cámara de trabajo y las piezas metálicas que se desean carburar o cementar se trasladan a la cámara de trabajo que se ha puesto previamente a la temperatura necesaria. En procesos normales de cementación o carburación, el gas endotérmico que está compuesto esencialmente por un 40% de nitrógeno, 40% hidrógeno y 20% monóxido de carbono con pequeñas cantidades o trazas de dióxido de car
- 30.

- bono y vapor de agua, se abastece a la cámara de trabajo y el vestibulo con un flujo suficiente para barrer continuamente estas cámaras y evitar prácticamente la introducción de oxígeno atmosférico en el vestibulo. Para tener la seguridad de que ha-
5. lla una cantidad suficiente de fuente de carbono en la atmósfera de la cámara de trabajo, el gas endotérmico se enriquece con un flujo de gas natural. No obstante, se ha averiguado que para carburar o cementar adecuadamente piezas de acero en dicho horno de vestibulo, se consumen cantidades sustanciales de gas natural,
10. puesto que la generación y empleo de gas endotérmico en un horno de cementación exige gas natural u otra fuente de hidrocarburo, por ejemplo propano. Por lo tanto, por cada 2,83 metros cúbicos de gas endotérmico se consumen aproximadamente de 1,27 a 1.41 m³ de gas natural para producir gas "endo", y cuando se uti-
15. liza gas natural enriquecido, se necesita una cantidad que puede alcanzar de 0,28 a 0,56 m³ de gas natural adicional por cada 2,83 m³ de gas endotérmico. Por lo tanto, es evidente que se produce un gasto relativamente elevado y virtualmente inevitable de gas natural en el curso de la carburación o cementación normales de
20. piezas de acero en hornos de vestibulo.

- Una consecuencia lógica de la demanda cada vez en aumento de combustible de hidrocarburo se ha reflejado como una falta grave y aún crítica de gas natural. Actualmente, numerosos usuarios industriales de gas natural se tienen que encarar con problemas de abastecimiento y en ocasiones con interrupciones en
25. el suministro de gas natural. Por consiguiente, muchos usuarios industriales de gas natural, como las plantas de tratamiento térmico en general y las dependencias de cementación o carburación de acero en particular, se ven obligadas por necesidad a
30. reducir sustancialmente su consumo de gas natural. Por consiguien-

- te, es imperativo para las fábricas provistas de hornos de vestibulo para tratamiento térmicos conseguir reducciones sustanciales en el consumo de gas natural para poder continuar carburando o cementando piezas de acero. Además, otras técnicas de carburación o cementación deben dar por resultado una cementación adecuada de las piezas de acero a un coste que sea económicamente comparable con el coste actual de la cementación de piezas de acero por el procedimiento mencionado basadas en gas endotérmico y gas natural para asegurar que los beneficios metalúrgicos resultantes de la carburación o cementación en general, sean justificables desde un punto de vista comercial.
- 5.
- 10.

- Además de la cementación de acero en hornos de vestibulo, se conoce el procedimiento de efectuar el proceso de elaboración en un tipo de horno que no está provisto de zonas separadas de entrada/salida y de tratamiento de las piezas. Dicho horno se conoce normalmente como horno vertical de cuba y con la adición de equipo auxiliar apropiado, como conductos, filtros, aparatos de medición o compresores o similares, la atmosfera del horno se puede extraer del mismo y volverse a poner en circulación en combinación con un flujo reducido de una fuente de carburación como es el gas natural, con lo que se obtiene una reducción general del gas natural si se compara con un horno similar que utilice un gas vehículo como el gas endotérmico descrito anteriormente. Dicho horno vertical de cuba se ilustra en la patente EE.UU. numero 3.397.875 de Davis II, y aún cuando se pueden conseguir reducciones en el consumo de materiales de carburación o cementación, el templado integral de piezas de acero carburadas es incompatible con los hornos verticales de cuba.
- 15.
- 20.
- 25.

- Según se ha mencionado anteriormente, los procesos normales de carburación o cementación efectuados dentro de hornos de
- 30.

5. vestibulo, se basan en un flujo de gas endotérmico a la cámara de trabajo para controlar el flujo de agentes descarburantes como es el oxígeno atmosférico, etc, en el interior de esta cámara, así como para proporcionar una purga adecuada del vestibulo del horno y mantener la concentración de oxígeno en el mismo por debajo de un límite combustible inferior.

10. Además, la cantidad de gas natural abastecida a la cámara de trabajo (además del gas natural necesario para la generación y combustión del gas endotérmico) debe ser suficiente para vencer el efecto descarburante de contaminantes tales como el oxígeno, vapor de agua, CO_2 o similar que se introduce o se genera por reacciones dentro de la cámara de trabajo así como los contenidos en el gas vehículo y, evidentemente, para satisfacer la demanda de carbono de la carga de piezas.

15. En ciertos procedimientos para el tratamiento térmico, como se describe en la patente EE.UU. numero 3.467.366, se abastece un gas inerte como es el nitrógeno al vestíbulo de un horno para conseguir aislamiento de la cámara de trabajo de la atmosfera. No obstante, ni en esta tecnología anterior ni en otros procedimientos de carburación industriales actualmente conocidos,
20. no se reconocen las ventajas que se obtienen de abastecer dicho gas inerte a un vestibulo y esencialmente tan solo una fuente de carbono gaseoso a una cámara de trabajo que pueda haberse purgado de gases perjudiciales durante un período de calentamiento según se describirá según el presente invento.
25.

El presente invento tiene por objeto proporcionar procedimientos perfeccionados para carburar o cementar piezas de acero en un horno de vestíbulo.

30. Otro objeto del presente invento es efectuar la carburación o cementación de piezas de acero con consumos de fuentes

de carbonos gasosos sensiblemente menor que lo anteriormente posible en hornos de vestibulo.

5. Otro objeto del presente invento es proporcionar métodos perfeccionados para carburar o cementar piezas de acero evitando la necesidad de emplear un gas vehículo para una fuente de carbono gaseoso con la consiguiente reducción en el consumo de ésta fuente de carbono que de éste modo se consigue.

10. Otro objeto adicional del invento es proporcionar procedimientos perfeccionados para carburar o cementar piezas de acero introduciendo un gas inerte en el v^{est}ibulo de un horno para aislar la cámara de trabajo de la atmosfera y evitar prácticamente por lo tanto, o bien regular, la introducción de agentes descarburantes en la cámara de trabajo, de modo que no se necesiten suministros adicionales de fuente de carbono gaseoso para vencer los efectos descarburantes de dichos agentes.

15. Otro objeto del presente invento es proporcionar procedimientos perfeccionados para carburar piezas de acero con consumo reducido de fuente de carbono gaseoso aumentando el tiempo de permanencia de dicha fuente en el interior de la cámara de trabajo.

20. Otro objeto adicional del presente invento es permitir la carburación segura de piezas de acero teniendo la seguridad de que la concentración de oxígeno dentro del vestibulo se mantiene por debajo de niveles capaces de mantener la combustión .

25. Otro objeto más del presente invento es regular el flujo de fuente de carbono gaseoso, a la cámara de trabajo de un horno de vestibulo durante la carburación o cementación de piezas de acero de modo que se mantenga un potencial de carburación .

30.

bono predeterminado conveniente en la atmosfera de la cámara de trabajo y se evite la introducción y consumo de cantidades excesivas de la fuente de carbono gaseoso.

5. Otro objeto del presente invento es carbonitrurar piezas de acero en un horno de vestíbulo con consumos de gas natural y amoniaco sensiblemente menores que los posibles con anterioridad a éste invento.

10. Otros objetos del presente invento resultarán evidentes por la descripción detallada de una modalidad del mismo que sirve de ejemplo; las características de novedad del presente invento se indicarán de un modo particular en las reivindicaciones.

15. El presente invento se refiere a procedimientos para carburar o cementar piezas de acero donde se deja a un lado la forma tradicional de enfocar el problema utilizando gas endotérmico como vehículo para un flujo de enriquecimiento de gas natural, propano, etc, así como el aparato para generar dicho gas vehículo. Además, el procedimiento según el presente invento comprende la incorporación de dos conceptos esencialmente sin relacionar que actualmente no se consideran, ni se han considerado, para utilizarse en combinación con los procesos tradicionales de carbonación/carbonitruración utilizando un gas vehículo endotérmico como se ha mencionado. Así, el presente invento, en sus aspectos más generales, se refiere a la carburación o carbonitruración de piezas de acero en un horno de vestíbulo en el cual se introduce gas inerte en el vestíbulo del horno al flujo mínimo necesario para aislar la cámara de trabajo de la atmosfera ambiente y/o evitar la acumulación de oxígeno o confinamiento de oxígeno en el interior del vestibulo a niveles que permitan la combustión o explosión, mientras se abastece a la cámara de

20.

25.

30.

trabajo una fuente de carbono gaseoso a flujos relativamente bajos. Se comprenderá que la carburación o carbonitruración de piezas de acero se pueden conseguir fácilmente según el presente invento. No obstante, por razones de conveniencia, el término "carburación" según se emplea en la presente memoria, ha de aplicarse igualmente a la "carbonitruración" de piezas de acero. El gas inerte abastecido al vestíbulo puede comprender nitrógeno, argón, etc, mientras que la fuente de carbono gaseoso puede comprender gas natural, metano, propano, gas de coque, monóxido de carbono, o similar. Además, dentro del alcance del invento se encuentra el abastecer un combustible hidrocarburo líquido a la cámara de trabajo donde se evapora el combustible. No obstante, por razones de conveniencia, se utilizará el término "gas natural" como pleno equivalente de las fuentes de carbono gaseoso indicadas anteriormente.

Por consiguiente, el procedimiento según el presente invento permite poder hacer funcionar los hornos de vestíbulo actualmente disponibles, imperfectos, de una forma que se aproxima a un horno vertical de cuba hermético al gas, con un ligero aumento de inversión de capital. Por consiguiente, los atributos de economía de recursos que tiene la carburación en hornos verticales de cuba se puede conseguir ahora plenamente en la carburación en hornos de vestíbulo tradicionales. El descubrimiento que ha conducido al presente invento expuesto anteriormente de una forma breve, y que hasta ahora no se ha puesto en práctica en un horno de vestíbulo industrial, permite asombrosas reducciones (hasta el 95% o más) de los niveles de consumo de gas natural anteriores para atmósferas carburantes, pero eliminando además simultáneamente un gas vehículo y el equipo para generarlo, consiguiendo aún así piezas de acero adecuada-

mente carburadas o cementadas. El gas natural necesario para las "atmosferas carburantes" en atmósferas de tipo tradicional comprende una primera cantidad de gas natural que se somete a combustión parcial para producir el gas "endo".

5. No obstante, según la combustión más endotérmica" se necesitará más gas natural para desarrollar las temperaturas necesarias para la combustión de la primera cantidad de gas natural. El enriquecimiento de gas natural, como es lógico es adicional a las cantidades anteriores de gas natural. Se observará que el gas natural que se puede utilizar como gas combustible para desarrollar las temperaturas necesarias (732-982°C) dentro del horno de carburación es exclusivo del gas natural necesario para la "atmosfera de carburación".

10. O sea, por el método del presente invento no solamente se ahorra gas natural, que comienza a escasear, sino que se consigue una adecuada carburación o cementación de las piezas de acero sin el empleo de un gas vehículo endotérmico y su equipo normal de generación. Además, como la carburación según el presente invento permite notables reducciones en el consumo de gas natural para atmosferas de carbocementación, muchas plantas de tratamiento podrán continuar sus operaciones de carburación o cementación a pesar de que se produzcan carencias en los suministros de gas natural debido a la actual situación crítica de ésta memoria prima.

15. Aunque el procedimiento según el presente invento no exige un abastecimiento de gas inerte como es el nitrógeno, que se puede obtener fácilmente por técnicas tradicionales de separación del aire, se cree que el coste general de las piezas de acero cementadas en hornos de vestíbulo tradicionales no será mayor y en general puede ser menor que los costes comparables
- 20.
- 25.
- 30.

para la carburación de dichas piezas según los procedimientos de la tecnología anterior que utilizan un gas vehículo endotérmico enriquecido.

5. Según el presente invento, un procedimiento para carburar o cementar piezas de acero en un horno de vestibulo comprende las fases de exponer dichas piezas a una fuente de carbono gaseoso en una cámara de trabajo del horno e introducir un flujo de gas inerte en el vestibulo del horno evitando por lo tanto prácticamente o controlando la introducción de agentes descarburantes atmosféricos en la cámara de trabajo y efectuando la carburación de piezas de acero sin utilización de un gas vehículo endotérmico o exotermico purificado y con un consumo sustancialmente reducido de gas natural si se compara con los niveles de consumo de las fuentes de carbono gaseoso como el gas natural necesario en los procesos de carburación que utilizan dicho gas vehículo
- 10.
- 15.

- El procedimiento de cementar piezas de acero según el presente invento, se puede poner en práctica con hornos tradicionales de vestíbulo contiguos o discontiguos. Además, es preferible regular el flujo de la fuente de carbono gaseoso a la cámara de trabajo del horno de vestíbulo particular detectando el potencial de carbono de la atmosfera en el interior de esta cámara y controlando el abastecimiento de fuente de carbono gaseoso para mantener un potencial de carbono predeterminado conveniente en la misma. El gas inerte se abastece al vestibulo del horno particular de una forma contigua durante la carburación. Además, el gas inerte se abastece también al vestibulo antes de cargar las piezas de acero así como durante un temple u otro enfriamiento de dichas piezas después de sacarlas de la cámara de trabajo. El caudal de gas inerte al vestíbulo se establece preferiblemente a un nivel suficiente para eliminar oxígeno y otros agentes des
- 20.
- 25.
- 30.

- carburantes aunque el flujo óptimo se ha de establecer para mantener, durante las condiciones de temple, una concentración de oxígeno por debajo de la concentración de oxígeno mínima necesaria para la combustión de una fuente de carbono gaseoso particular diluida con un gas inerte particular a las temperaturas y presiones del interior del vestíbulo. De éste modo, estableciendo un flujo de gas inerte o nitrógeno para mantener la concentración de oxígeno máxima anterior, se mejora la utilización de nitrógeno al par que se asegura una concentración insuficiente de oxígeno para sostener la combustión en el interior del vestíbulo y por lo tanto mejores condiciones de seguridad. El caudal de gas natural a la cámara de trabajo se controla según se ha mencionado, y, estableciendo el flujo de nitrógeno economizado mencionado al vestíbulo, se consigue un contraflujo mínimo de nitrógeno a la cámara de trabajo. De éste modo, el nitrógeno introducido en el vestíbulo dará por resultado una dilución relativamente baja de gas natural en el nitrógeno en la cámara de trabajo, por consiguiente, no se perjudicará sensiblemente la cinética de las reacciones de carburación en el interior de la cámara. Esto, a su vez, permite una carburación de piezas de acero con un caudal mínimo de gas natural. Así mismo, utilizando dicho caudal mínimo de gas natural para conseguir un potencial conveniente de carbono y, por consiguiente, una carburación apropiada, se consigue una mayor permanencia de los componentes gaseosos en la cámara de trabajo con lo que se facilita adicionalmente el equilibrio gaseoso que es favorable a las reacciones de carburación. De éste modo, evitando un proceso en el cual se produzca un continuo barrido de la fuente de carbono de la cámara de trabajo, como ocurre con las técnicas anteriores según las cuales el gas vehículo para la fuente de carbono se barre de la cámara para eliminar
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- agentes descarbonantes, se consigue una mayor utilización de la fuente de carbono y, por consiguiente, se obtienen reducciones en el consumo de gas natural que llegan a alcanzar hasta el 95% o más de los niveles necesarios con anterioridad para atmosferas de carburación empleando un gas vehículo, gracias a la utilización del procedimiento según el presente invento. Además es también impporrante el hecho de que se evita la necesidad de utilizar un gas vehículo y el costoso equipo para generarlo gracias al presente invento. Por lo tanto, el procedimiento según el presente invento permite conseguir las notables e inesperadas reducciones en el consumo de gas natural que se han citado al par que permite poder continuar operaciones de carburación o cementación en plantas de tratamiento térmico amenazadas por la posible falta de abastecimiento por agotamiento de las fuentes de gas natural.
- 5.
- 10.
- 15.

El invento se comprenderá con mayor facilidad en la descripción detallada que sigue de una modalidad del mismo que sirve de ejemplo, tomando como referencia el dibujo adjunto, en el que:

- 20.
- La figura 1 es unavista parcial en alzado y esquemática de un horno de vestíbulo de tipo discontinuo utilizado para llevar a cabo el procedimiento según el presente invento.

- 25.
- La figura 2 es una vista superior de un horno continuo en el cual se puede poner en práctica el procedimiento según el presente invento.

La figura 3, es una vista parcial isométrica de la estructura empleada para formar una cortina de llama en la entrada de cualquiera de los hornos ilustrados en la figura 1 o en la figura 2.

- 30.
- La figura 4, es una representación gráfica de la dure

za contra la profundidad en la superficie de piezas carburadas por el procedimiento según el presente invento y por una técnica tradicional; y

5. La figura 5, es una representación gráfica del flujo de gas inerte en el vestíbulo contra el potencial de carbono en la cámara de trabajo para diferentes caudales de fuente de carbono gaseoso.

10. Refiriéndonos ahora a la figura 1 y 3 del dibujo, se ilustra en las mismas una modalidad de horno discontinuo 10 que sirve de ejemplo y en el cual se pueden carburar piezas de acero según el presente invento. El horno 10 comprende un vestíbulo 11 y una cámara de trabajo 12 separados por una puerta interior de corredera 17 que funciona preferiblemente entre posiciones abiertas y cerrada dentro de una guía o canal 18 por medio del cable 19, rueda de polea 29 y un dispositivo accionador hidráulico (no ilustrado). La entrada al vestíbulo 11 está definida por una puerta 13 que se sitúa igualmente para deslizarse a lo largo de un plano inclinado definido por la guía 14 y una superficie exterior del horno 10. Además, la puerta 13 se activa de un modo similar por medio de una polea 16 y un cable 15, etc. Aunque los dispositivos de polea y cable se ilustran como mecanismos para hacer funcionar las puertas 13 y 17, se comprenderá que se pueden utilizar otros medios normales para trasladar de una forma selectiva dichas puertas entre las posiciones abierta y cerrada. La puerta 13 está provista preferiblemente de una abertura 38 adyacente a la misma y en cuyo exterior se establece una llama pilote 39 por las razones que se expondrán más adelante. Un dispositivo transportador apropiado 20, que puede comprender una pluralidad de rodillos conducidos y locos, sobre los cuales: pasa una bandeja de trabajo

15.

20.

25.

30.

21 que contiene piezas de acero 22, se habilita de una forma conocida. Un bastidor 23 se sitúa para sostener el horno 10 y un tanque de temple 40 se sitúa también de una forma normal por debajo del vestíbulo 11. Según comprenderán los expertos en la materia, las piezas carburadas 22 extraídas de la cámara de trabajo 12 se templean, generalmente en un baño de aceite o por medio de atmosfera, antes de sacarlas del horno 10. También se pueden habilitar medios apropiados, no ilustrados, para bajar y subir la bandeja de trabajo introduciéndola en dicho baño y sacándola del mismo y para elevar la bandeja de trabajo hasta la parte superior del vestíbulo (por lo que queda directamente bajo un ventilador de circulación de atmósfera de temple).

Para carburar piezas de acero en un horno de vestíbulo 10 mientras se reduce el consumo de gas natural hasta el 95% o más de las cantidades consumidas anteriormente en atmosferas de un horno de vestibulo con temple integral que utiliza gas vehículo endotérmico, una fuente de suministro de gas inerte, por ejemplo nitrógeno, se conecta a través del conducto 26 y la válvula 27 al vestibulo 11 y a través del conducto 28 y la válvula 30 a la cámara de trabajo 12. Con flujo de nitrógeno al vestibulo 11 se establece generalmente a menos del 50%, y preferiblemente entre el 25 y el 30% del flujo de gas vehículo recomendado para el horno 10. Por ejemplo, si el flujo de gas vehículo recomendado para el horno 10 es de $11,32 \text{ m}^3$ por hora, es preferible abastecer nitrógeno en la proporción de tan solo $0,28 \text{ m}^3$ por hora o menos hasta $4,25 \text{ m}^3$ por hora al vestibulo de éste horno discontinuo. Como es lógico, el caudal particular estará determinado notablemente por el volumen del vestibulo 11 y el grado en el que el temple aspire aire atmosférico, aún cuando se ha averiguado que, estableciendo el flujo de nitrógeno

mencionado, se mantiene el promedio de concentración de oxígeno en el vestibulo 11 por debajo del nivel mínimo necesario para mantener la combustión.

5. La fuente de carbono gaseosa que es preferible para cementar piezas 22 según el presente invento, es el gas natural, aunque igualmente se pueden emplear metano, propano, etc. El gas natural puede ser abastecido por la fuente de suministro 31 a través de la válvula 32 y el conducto 33 a la cámara de trabajo 12. No obstante, dentro del alcance del presente invento se
10. encuentra el proporcionar cantidades menores de otros agentes que no sean descarbonantes como amoniaco sin purificar, no como gas vehículo sino para carbonitrurar piezas 22. De éste modo, se habilitan una fuente de amoniaco 43, el conducto 44, y una
15. válvula de cierre 45 para poderse abastecer gas NH_3 de una forma selectiva a la cámara de trabajo 12. En el sentido de que el presente invento no exige, sino que verdaderamente evita de un modo específico, un gas vehículo endotérmico, solamente se necesita un caudal relativamente bajo de fuente de carbono gaseoso (del orden del 10 al 40% del flujo de enriquecimiento de gas
20. natural) para carburar de una forma adecuada piezas de acero 22 en la cámara 12. Utilizando dicho flujo de gas natural relativamente bajo, no solamente se reduce la cantidad de gas natural que se empleaba anteriormente para enriquecimiento hasta una cantidad que puede alcanzar el 90%, sino que además se puede
25. prescindir completamente del gas vehículo endotérmico (y por lo tanto una considerable cantidad de gas natural como se ha mencionado anteriormente y el equipo necesario para generar este gas. Por lo tanto, se puede obtener reducciones generales hasta el 95% o más de los niveles del gas natural requerido con anterioridad para carburar atmósferas gracias al procedimiento y al
- 30.

5. aparato según el presente invento. Además, según se ha indicado anteriormente, las plantas de tratamiento térmico sometidas a posibles problemas de suministro de gas natural podrán continuar con toda probabilidad sus operaciones de carburación o cementación utilizando el procedimiento de carburación mencionado en el presente invento.

10. Para poder obtener un endurecimiento superficial predeterminado de las piezas 22, el procedimiento según el presente invento comprende controlar el potencial de carbono de la atmósfera en el interior de la cámara de trabajo 2. Para conseguir éste objetivo, se monta un sensor o sonda de potencial de carbono 34 en el horno separado 41, al que se conecta el conducto de muestreo de la atmósfera de la cámara de trabajo 40. Un registrador/regulador 36 se conecta a la sonda 34 por medio del cable 35. La sonda 34 comprende preferiblemente un hilo delgado montado en la atmósfera del horno separado 41, siendo la atmósfera de dicho horno representativa de la atmósfera en la cámara de trabajo 12, variando la resistividad de dicho hilo en función al potencial de carbono de la atmósfera de la cámara de trabajo. Este cambio en resistividad se debe a la carburación y descarburación del propio hilo, como resultado de ser mayor o menor el potencial de carbono de la atmósfera que el contenido de carbono del hilo. Una señal eléctrica representativa del potencial de carbono en el interior de la cámara de trabajo 12 se abastece por el cable 35 al registrador/regulador 36 que es eficaz para registrar gráficamente el valor de dicho potencial de carbono en función al tiempo así como para generar una señal de salida por el cable 37. De un modo más particular, el registrador/regulador 36 se ajusta inicialmente para el potencial de carbono deseado dentro de la cámara de trabajo 12. Comparando

15.

20.

25.

30.

la señal suministrada por el cable 35 representativa del potencial de carbono real de la atmosfera en el interior de la cámara 12 de trabajo contra el potencial de carbono especificado conveniente, se genera una señal y se suministra por el cable 37 con el fin de cerrar o abrir la valvula 32 o para proporcionar un ajuste continuo de la apertura y, por lo tanto, del flujo natural a través de ésta válvula. La sonda 34, el horno separado 41 y el registrador/regulador 36 son equipo de tipo normal para regular el potencial de carbono de una atmosfera de horno y se pueden obtener de Carbon Control Instruments, Newtown Square, Pennsylvania. Además, se comprendera que la sonda 34 se puede situar directamente dentro de la cámara de trabajo 12 aunque es preferible colocar esta sonda en un horno separado 41 cuya temperatura se puede regular con más facilidad. Se puede utilizar ventiladores de circulación normales (no ilustrados) en el techo o pared lateral de la cámara de trabajo 12 para ayudar a promover la reacciones de carburación.

El procedimiento según el presente invento y, por lo tanto, el funcionamiento del aparato ilustrado en las figuras 1 y 3, se describe a continuación. Inicialmente, el horno 10 se pone a la temperatura deseada activando los elementos calentadores tradicionales, por ejemplo tubo radiantes dentro de la cámara de trabajo 12 y el vestibulo 11 se purga con nitrógeno, por ejemplo, en una proporción igual al 25-30% del caudal del gas vehículo endotérmico recomendado. Además, la cámara de trabajo 12 se puede purgar también con nitrógeno abriendo la válvula 30 durante el periodo de tiempo conveniente. Entonces se cargan las piezas de trabajo 22 en la bandeja 21 sobre el dispositivo transportador 20 fuera del horno 10 y se abre la puerta 13 del vestibulo 11. Al abrirse esta puerta se efectúa un flujo de gas

- natural en el cebador 51 y, por consiguiente, se forma una cortina de llama 51' en el exterior inmediato del horno 10 según se ilustra en la figura 3. Quemando un combustible inmediatamente adyacente a la entrada del vestibulo 11, se consigue una
5. reducción en la cantidad de oxígeno atmosférico que penetra en el vestibulo y, cualquier oxígeno que pase a través de la cortina de llama 51', se diluirá con el nitrógeno introducido previamente en el vestibulo 11. La bandeja 21 se transporta entonces al interior del vestíbulo 11 mientras que la puerta 17 permanece
10. en posición cerrada según se ilustra en la figura 1. La puerta exterior 13 se cierra entonces mientras que la bandeja de trabajo 21 permanece en el vestibulo 11 hasta que se detecta una presión positiva. Se comprenderá que es necesaria una presión ligeramente positiva para tener la seguridad de que los contami-
15. nantes atmosféricos v.g, agentes de descarburación, no puedan entrar en el vestibulo 11 y, por lo tanto, en la cámara de trabajo 12 que queda prácticamente aislada de la atmosfera ambiente. La aparición de dicha presión positiva es detectada por la acción del quemador piloto 39 puesto que, hasta que produce
20. esta presión, la llamada del quemador será aspirada en la abertura 38 de la puerta 13. No obstante, cuando se alcanza una presión positiva como consecuencia de continuar el flujo de nitrógeno a través del conducto 26 en el vestibulo 11, la llama del quemador piloto 39 permanecerá en el exterior de la puerta
25. exterior 13. Después de observar la llamada en este último estado durante un periodo predeterminado de tiempo para un horno de un tamaño particular, el contenido de oxígeno del vestibulo 11 se encontrará a niveles maximos de seguridad. En este punto, se abre la puerta interior 17 y la bandeja de trabajo 21 se
30. introduce en la cámara de trabajo 12.

Se ha averiguado que al abrirse la puerta interior 17 e introducir la bandeja de trabajo 21 en la cámara de trabajo 12, se introduce de hecho algo de aire en el vestibulo 11 y por debajo de la puerta interior 17 a la cámara de trabajo 12 debido a la acción

5. de cierre imperfecto de estas puertas y al hecho de que la cámara de trabajo 12 sea relativamente hermética al gas. De éste modo se reduce el potencial de carbono de la atmosfera en el interior de la cámara 12 puesto que, como es lógico, el aire está compuesto por agentes de descarburación como es el oxígeno, impurezas de CO₂ y vapor de agua. Por consiguiente, el potencial de

10. carbono que puede existir en el interior de la cámara 12 se reduce. Además, como la sonda 34 está calibrada para detectar potenciales de carbono en general a la temperatura del proceso de elaboración o temperatura del horno de carburación, y como al abrirse

15. se la puerta interior 17 e introducirse piezas frías 22 y la bandeja 21 se produce una reducción a la temperatura de la cámara de trabajo que reduce la cinética de la reacción y, por lo tanto, el grado al que cementa una atmósfera dada, será necesario esperar el aumento de temperatura en el cámara 12 hasta el nivel

20. preferible para que la carburación sea eficaz. Durante este periodo de recuperación de la temperatura, se puede abastecer nitrógeno a través de la válvula 30 a la cámara de trabajo 12 para purgarla de aceites residuales volatilizados o agentes de limpieza que quedan frecuentemente en las piezas de las plantas de tratamiento térmico. Durante éste periodo de purga, el flujo de gas

25. natural se reduce o se corta, como medida de economía. El flujo de gas natural desde la fuente de suministro 31 a través de la válvula 32 y el conducto 33 al interior de la cámara de trabajo 12 se controla por medio de la sonda 34, situada en el horno 41

30. que se mantiene a temperatura constante. La purga de nitrógeno de

la cámara de trabajo 12 finaliza después de un periodo de tiempo predeterminado. Al alcanzar la temperatura del horno deseada, comienza la carburación de las piezas 22 al ritmo deseado y el potencial de carbono en el interior de la cámara de trabajo

5. 12 se controlará por medio de la sonda 34 y el registrador/regulador 36, mientras que la agitación necesaria de la cámara 12 se puede conseguir mediante ventiladores de circulación no ilustrado). Normalmente, el caudal inicial de gas natural a la cámara de trabajo 12 se puede reducir interiormente puesto que

10. después en el ciclo normal será necesario menos gas natural para mantener un potencial de carbono predeterminado (por ejemplo del 1%) según se reduce el gradiente entre el potencial de carbono de la atmosfera y el contenido de carbono de la corteza fermentada de las piezas de acero. Así mismo, reduciendo el flujo de gas natural a la cámara 12, aumenta el tiempo de permanencia eficaz de ésta fuente de carbono en la cámara 12 al contrario que en los procesos de carburación tradicionales que

15. utilizan un gas endotérmico barrido de la cámara de trabajo para penetrar en un vestíbulo. De éste modo, se obtiene un uso eficaz de las escasas fuentes de carbono, v.g., gas natural, mediante la práctica del procedimiento según el presente invento, Además, reduciendo el flujo de nitrógeno de la fuente de suministro 25 en el vestíbulo 11 a un valor de, por ejemplo,

20. 25-30% del flujo de gas vehículo recomendado para el horno particular, que es suficiente para mantener una concentración de oxígeno por debajo de los niveles requeridos para sostener la combustión, se reduce sensiblemente la tendencia que tiene el nitrógeno a volver a difundirse en la cámara de trabajo. Una consecuencia de esta faceta del presente invento es que no solamente se utiliza económicamente el nitrógeno, sino que el nitro

25. 30.

5. geno no diluye prácticamente la fuente de carbono gaseoso dentro de la cámara de trabajo 12 y, por lo tanto, no se perjudica las reacciones de carburación en el interior de la cámara 12. Los resultados reales de las pruebas obtenidos durante la carburación y temple según el presente invento, indican que el proceso ofrece seguridad, v.g., está esento de explosiones, con un flujo de nitrógeno en el vestibulo durante el temple establecido en el 25-30% del caudal de gas vehículo recomendado.

10. Además, se ha averiguado que no solamente no se perjudica la cinética de la reacción porretrodifusión del nitrógeno sino que, reduciendo el flujo de nitrógeno, es eficaz un caudal de fuente de carbono gaseoso interior para vencer los efectos de descarburación del aire que pudiera introducirse en la atmosfera de la cámara de trabajo 12, o la pérdida de dicha atmosfera, al par que mantiene una potencial de carbono predeterminado en el interior de la cámara de trabajo 12. Esta relación se ilustra en la figura 5. Por ejemplo, para mantener un potencial de carbono de 1,30 se necesitan 0,594 m³ de gas natural cuando se abastecen 8,49 m³ de nitrógeno al vestibulo del horno.

15. No obstante, se mantendrá el mismo potencial de carbono con un flujo de aproximadamente 0,45 m³ de gas natural cuando se abastece al vestibulo un flujo reducido de 5,66 m³ de nitrogeno, Así el procedimiento según el presente invento, no solamente supone notables ahorros en las cantidades de fuente de carbonos gaseosos necesarias para atmosferas de carburación con el fin de evitar un gas vehículo endotérmico y el enriquecimiento adicional de gas natural, sino que se pueden conseguir reducciones aún mayores en las necesidades de una fuente de carbono gaseoso reduciendo el flujo gaseoso inerte en el vestibulo según se ha mencionado anteriormente.

20.

25.

30.

Por lo anterior, se comprenderá que suministrando una fuente de carbono gaseoso sin un gas vehículo a la cámara de trabajo 12 y nitrógeno al vestibulo 11, se efectua una carburación eficaz de las piezas 22 en un horno de vestibulo y se puede obtener una reducción en las cantidades de gas natural necesarias para la atmosfera del horno del orden del 25% o más. Además, no se necesitan ni temperatura mayores del horno ni periodos de carburación prolongados para conseguir los aumentos convenientes en el contenido de carbono de las piezas. De éste modo, el presente invento constituye un perfeccionamiento notable sobre los procedimientos de la tecnología anterior que utilizan un gas vehículo endotérmico enriquecido con gas natural puesto que el método según el presente invento permite el funcionamiento de dichos hornos de vestibulo como si estos hornos fueran, de hecho, hornos del tipo vertical de cuba altamente eficaces.

La carburación de las piezas 22 continuan entonces durante un periodo predeterminado de tiempo como por ejemplo 2,0-3,0 horas. Interiormente la puerta 17 se abre y la bandeja 21 se mueve al vestibulo 11. Aunque esta operación dará por resultado el flujo de algo de atmosfera de carburación desde la cámara 12 hasta el vestibulo 11, como el oxígeno en el interior del vestibulo 11 está muy diluido por la atmosfera prácticamente nitrógenosa en el interior del mismo y como se mezclan previamente el oxígeno y la atmosfera combustible, se asegura en esencia la evitación de cualquier explosión o riesgo de incendio. En este punto, la bandeja 21 con las piezas de elaboración 22 en su interior se puede estriar haciendo descender la bandeja al interior de un tanque de temple 40 en el cual se efectúa un temple al aceite o se eleva a la parte superior del vestibulo para un

- temple a la atmosfera. Normalmente, al sumergir la bandeja 21 las piezas 22 en un baño de aceite, se produce una gran aspiración violenta de aire atmosférica a través de la puerta exterior 13 o alrededor de la misma al interior del vestibulo 11.
5. No obstante, como consecuencia del flujo de gas de purga, por ejemplo nitrógeno, al vestibulo 11 durante el temple de las piezas carburadas, la cantidad de oxígeno aspirada en el vestibulo 11 permanece a un nivel por debajo de los niveles necesarios para mantener la combustión. Por lo tanto, según se produce
10. el efecto de aspiración mencionado una vez que las piezas penetran en el baño de aceite, el oxígeno admitido no produce efecto perjudicial en la pieza ni en las propiedades metalúrgicas de dichas piezas. No obstante, puede ser conveniente aumentar el flujo de nitrógeno en el vestibulo durante un temple en atmosfera
15. o en vestibulos de hornos continuos y otros hornos que exigen dicho flujo de N_2 aumentando para evitar la introducción de agentes de descarburación etc, en la cámara de trabajo del horno o la formación de mezclas explosivas en el vestibulo. Por consiguiente, nosolamente se consigue con el procedimiento según el presente invento una carburación altamente eficaz (en lo que se refiere a consumo de gas natural) sino que, lo que es muy importante, el procedimiento no perjudica otros aspectos tradicionales de un tratamiento térmico como es el temple de las piezas tratadas.
- 20.
25. Además de permitir la carburación de las piezas 22, el procedimiento del presente invento es igualmente idóneo para carbonitrurar dichas piezas. Este último procedimiento se efectúa de una manera similar a la carburación pero con la adición controlada de amoniaco sin purificar en la cámara de trabajo
30. 12. En un proceso normal de carbonitruración, se introduce ni

- trógeno en el vestibulo 11 según se ha mencionado anteriormente y se ajusta el registrador/regulador 36 para establecer un potencial de carbono de aproximadamente 0,9 dentro de la cámara de trabajo 12. Al introducirse un flujo controlado de gas natural a través de la válvula 32 y el conducto 33 en la cámara de trabajo 12, el horno 10 se puede equilibrar aproximadamente el potencial de carbono anterior. El regulador/registrador 36 se ajusta un potencial de carbono de aproximadamente 1,2 y se introduce entonces un flujo regulado de NH_3 sin purificar a través del conducto 44 y la válvula 45 al interior de la cámara de trabajo 12. El potencial de carbono (1,2 aproximadamente) registrado por el registrador/regulador 36, constituirá entonces una combinación del potencial de carbono y de nitruración de la atmosfera en el interior de la cámara de trabajo 12 puesto que la sonda 34 experimentará también un cambio de resistividad en respuesta a detectar una atmósfera de nitruración de una forma similar a la detección de un potencial de carbono según se ha descrito anteriormente. De ésta manera, un potencial de nitruración equivalente al 0,3-05% de carbono se puede establecer fácilmente en el interior de la cámara de trabajo 12 exponiendo las piezas 22 a dicha atmósfera en periodos comprendidos entre 30 minutos y varias horas a temperaturas entre 732 y 899°C, con lo que se consigue una carbonitruración de dichas piezas. La carbonitruración de piezas según el presente invento dá por resultado también reducciones de consumo de gas natural que alcanzan hasta el 95% en atmosfera de hornos. Además, se ha averiguado que el consumo de amoniaco sin purificar se puede reducir también en un 50-70% sobre las cantidades requeridas por técnicas anteriores, pero obteniendo aun asi los grados necesarios de carbonitruración.
- Refiriendonos ahora a la figura 2, ilustrada como una mo

5. dalidad que sirve de ejemplo de un horno de vestibulo de tipo continuo, se verá que está compuesto en general por las secciones siguientes: vestibulo 11, zona de precalentamiento 53, zona de trabajo 12, zona de enfriamiento parcial 63, y vestibulo de salida 52. Para evitar una duplicación innecesaria, solamente se describirá aquella estructura que es distinta a la estructura descrita anteriormente con relación al horno de tipo discontinuo ilustrado en la figura 1. La fuente de abastecimiento de nitrógeno 25 se acopla a través de los conductos 36 y 42 asi como la válvula 27 para suministrar de una forma selectiva nitrógeno al vestibulo 11. Además, el conducto 59 y la válvula 60 están provistos igualmente para permitir el abastecimiento de nitrógeno a la zona de precalentamiento 53, mientras que el conducto 28 y la válvula 29 se utilizan para permitir el abastecimiento de una forma selectiva de nitrógeno a la zona de enfriamiento particular 63, según se ha descrito anteriormente, Además la válvula 61 se acopla al conducto 62, de modo que se pueda abastecer nitrógeno al vestibulo 52 durante el funcionamiento del horno continuo 10', ilustrado en la figura 2. Además de las puertas 13 y 17, y los medios para activarlas, se utiliza también una pluralidad de puertas 47 y 54 de una manera conocida. Normalmente la zona de trabajo 12 se calienta por elementos mientras que las zonas de precalentamiento y de enfriamiento parcial 53 y 63, respectivamente, se calientan por convección debida al calor generado en la zona de trabajo 17. De preferencia se utilizan ventiladores de circulación apropiados 64 con el horno continuo 10' de una manera conocida.

30. El funcionamiento del horno continuo 10' según las enseñanzas del presente invento, se expone a continuación de una forma breve. Inicialmente, la zona de trabajo 12 se pone a la tempera-

tura conveniente de, por ejemplo 954°C y se abastecen flujo de nitrógeno apropiado al vestibulo 11 y al vestibulo 52. Al detectar una presión positiva, por ejemplo en el vestibulo 11, se abre la puerta 13 y las piezas que se desean carburar se pueden trasladar a su interior. De un modo similar, la puerta 17 se abre y las piezas pasan entonces a través de la zona de precalentamiento 53 donde se calientan las piezas. Ulteriormente se abren las puertas 13, 17, 47 y 54 en el grado necesario para que las piezas puedan pasar de una forma continua por debajo de las mismas. Además, como el flujo de nitrógeno en los vestibulos 11 y 52 es eficaz para establecer una presión ligeramente positiva en su interior, se reduce el riesgo de que penetren agentes de descarburación contenidos en la atmósfera ambiente en la zona de trabajo 12 a través de los vestibulos. De éste modo, las piezas pasan desde la zona de precalentamiento 53 al interior de la zona de trabajo 12 donde se cementan según se ha descrito anteriormente. Además, detectando el potencial de carbono de la atmosfera de la cámara de trabajo establecida en virtud del flujo gaseoso natural a través de la válvula 32 y el conducto 33 en la zona 12, se puede mantener con precisión el potencial de carbono de modo que se pueda conseguir una carburación conveniente de las piezas 22. Por consiguiente, la sonda 34 se situa en un horno de temperatura constante 41, cuya atmosfera se suministra a través del conducto de muestreo 40 desde la zona de trabajo 12 y el registrador/ regulador 36 y la válvula 32 funcionan en el horno continuo 10' de la misma manera que funciona esta estructura en el horno discontinuo 10 ilustrado en la figura 1.

Después de la carburación de las piezas 22 en la cámara de trabajo 12 dichas piezas pasan a la zona de enfriamiento parcial 63 y pasan después al vestibulo 52 en el cual, preferiblemente

- las piezas 22 se someten a un temple que puede adoptar la forma de un baño de aceite o de atmósfera de temple. Finalmente, al extraerse dichas piezas del temple se extraen piezas tratadas térmicamente 22 del horno 10 de una manera continua. Como es lógico, puede que sea necesario abastecer nitrógeno a través del conducto 62 y la válvula 61 a un ritmo ligeramente mayor que al que se abastece al vestíbulo 11 para asegurar que las aspiraciónede aire ambiente causada por un enfriamiento rápido de las piezas cementadas no den por resultados concentraciones de oxígeno dentro del vestibulo 52 mayores que el nivel necesario para mantener la combustión v .g. 5% o menos.

- El procedimiento de carburar o cementar piezas según el presente invento se ha llevado a la práctica con éxito en el curso de experimento realizados con un horno discontinuo para temple integral fabricado por Lindberg Engineering Co. Chicago Illinois. Este horno es similar al horno 10 ilustrado en la figura 1. Para demostrar que se pueden conseguir reducciones que alcanzan hasta el 95% o más de gas natural exigido por las atmósferas durante la carburación, se realizaron dos experimentos de producción. En cada uno de los experimentos A y B se cementaron cargas de aproximadamente 45,30 Kg de barras de acero y piezas de prueba de aleación de acero 1020 y 8620 a una temperatura de 954°C por espacio de 5 horas en una atmosfera que tenía un potencial de carbono de 1,28.

EXPERIMENTO A

- Se abasteció un flujo de gas endotérmico (40% N₂, 40% H₂, 20% CO) a la cámara de trabajo del horno a 11,32 m³ por hora (el caudal recomendado para este horno) junto con un flujo de enriquecimiento de gas natural con un término medio de 0,36 m³ por hora que se nedesitaba para mantener un potencial de carbono

de 1,28. Este procedimiento concuerda con las técnicas de carburación de la tecnología anterior. La dureza Knoop se midió a diversas profundidades de la superficie de la pieza experimental y la relación de dureza/profundidad observada se trazó también en la figura 4, como curva B. Se obtuvo una profundidad eficaz (a una dureza de 590 Knoop) de aproximadamente 0,066.

EXPERIMENTO B

En este experimento, se abasteció 2,83 m³ por hora de nitrógeno al vestibulo del horno y se introdujo un promedio de 0,070 m³ por hora de gas natural en la cámara de trabajo para mantener el potencial de carbono anterior. La dureza Knoop de las piezas de la prueba de carburación se midió empleando técnicas normales y se ilustra como curva A en la figura 4. Según comprenderán los expertos en la materia una dureza Knoop de 540 corresponde a un contenido de carbono de 0,4% y la profundidad de la superficie de la pieza en la que se produce este nivel de dureza define la "profundidad eficaz de la capa cementada" de la pieza sometida al procedimiento. Según se representa en la figura 4, la profundidad de corteza eficaz de las piezas carburadas según el presente invento es aproximadamente 1.67 mm.

Los experimentos mencionados indicados como experimento A y B indican que se consigue un endurecimiento comparable de las piezas de experimento. No obstante el procedimiento según el presente invento (experimento B) utilizó menos gas natural que el que cabría esperar de eliminar simplemente un gas vehículo endotérmico como consecuencia de un flujo de nitrógeno reducido en el vestibulo con el resultado de una menor presión en la cámara de trabajo y menos pérdida de atmosfera. La producción y combustión de 11,32 m³ de gas "enodo" exigía aproximadamente 6,23 m³ de gas natural más un aumento de 0,36 m³ por hora o un

5. total de $6,73 \text{ m}^3$. En contraposición a este consumo relativamente grande de gas natural, el procedimiento del presente invento exigía tan solo un total de $0,070 \text{ m}^3$ por hora, o aproximadamente una reducción del 99% en el gas natural necesario para la atmósfera de carburación. En vista de los actuales precios del nitrógeno y el gas natural, el procedimiento según el invento es además más económico que los métodos de la tecnología anterior que utilizan un gas vehículo endotérmico.

10. En resumen, se comprenderá que el procedimiento de carburar piezas en un horno de vestibulo según el presente invento, dará por resultado una explotación altamente beneficiosa de los hornos de vestibulo de una manera que con anterioridad a éste invento no se ha reconocido ni se ha puesto en práctica en la industria del tratamiento térmico. Además, dejando a un lado las técnicas de carburación tradicionales utilizadas durante 15. décadas con hornos de vestibulo (empleando un gas vehículo endotérmico como fuente de carbono) y confiando en las enseñanzas del presente invento, se pueden introducir fácilmente en los hornos de vestíbulos ciertos atributos muy convenientes de 20. los hornos verticales de cuba. De éste modo, la capacidad de reducir flujo de fuentes de carburos gaseosos, que con anterioridad se obtenía en hornos verticales de cuba se puede explotar en hornos de vestibulo y mediante la inundación controlada de nitrógeno de los vestibulos, según se indica en la presente 25. memoria, se mantiene condiciones de funcionamiento seguras, el necesario aislamiento de la cámara de trabajo de la atmósfera, y por lo tanto la integridad del proceso de carburación. Además, controlando o estableciendo un flujo de nitrógeno en el vestibulo de modo que se mantengan concentraciones de oxígeno por debajo del nivel necesario para mantener la combustión, 30.

- se consigue un beneficios adicional inesperado, o sea, con flujos de nitrógeno reducidos en el vestibulo, solamente se produce una retrodifusión insignificante mínima de nitrógeno en la cámara de trabajo y, por lo tanto, se necesita menos fuente de carbono gaseoso para mantener un potencial de carbono dado. El flujo de nitrógeno en el vestibulo produce muy poco efecto perjudicial, si es que lo produce en la cinética de las reacciones de carburación que se realizan con facilidad sin efecto negativo en los tiempos o temperaturas del proceso de elaboración. Por lo tanto,
5. el procedimiento del presente invento, no es solamente eficaz para permitir una conversión de las características físicas de los hornos del vestibulo a las características de los hornos verticales de cuba con respecto a un consumo notablemente mejorado de gas natural que actualmente comienza a escasear, sino que el método del invento es tan eficaz, en lo que se refiere a la cinética de las reacciones de carburación, como las técnicas de hornos de vestibulo tradicionales. Por lo tanto, la carburación aceptable en lo que se refiere a profundidad de la corteza, concentraciones de carbono, evitación de hollín y periodos de
10. temperaturas de funcionamiento ni se comprometen ni se perjudican por el procedimiento segun el presente invento. Finalmente, como beneficioso adicional, se pueden prescindir del gas vehículo endotérmico y los generadores para el mismo cuando las piezas se cementan según el presente invento.
15. Se pueden realizar otros diversos cambios en la forma y detalles sin desviarse del espíritu y alcance del presente invento. Por consiguiente, se pretende que las reivindicaciones adjuntas se interpreten incluyendo todos dichos cambios sin modificaciones.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, asi 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.

5.

REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento para carburar piezas en una cámara de trabajo de un horno de vestíbulo, mientras se evitan los riesgos de explosión sin el empleo de un gas vehículo y que comprende el calentar la cámara de trabajo a una temperatura predeterminada, caracterizado porque se introduce un gas inerte en el vestíbulo del horno controlándose de este modo prácticamente la entrada de agentes de descarburación en la cámara de trabajo, y se suministra una fuente de carbono gaseoso a la cámara de trabajo para efectuar la carburación de las piezas sin utilización de un gas vehículo para la fuente de carbono, con lo que se obtiene una notable reducción en el consumo de la fuente de carbono si se compara con el consumo de la fuente de carbono cuando el gas vehículo se utiliza para carburar las piezas.

10. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se detecta el potencial de carbono de la atmósfera en el interior de la cámara de trabajo, y se controla el suministro de fuente de carbono gaseoso a la cámara de trabajo en respuesta al potencial de carbono detectado, de modo que se mantenga un potencial de carbono predeterminado en dicha atmósfera.

15. 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque se controla el caudal de gas inerte al vestíbulo de modo que el contenido de oxígeno y la cantidad de gases combustibles que penetran en el vestíbulo desde la cámara de trabajo, se mantengan a un nivel por debajo del nivel al que se produce la combustión.

20. 4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el caudal de nitrógeno al vestíbulo del horno alcanza hasta el 50% del flujo gaseoso de gas vehículo recomendado para el horno.

25. 30.

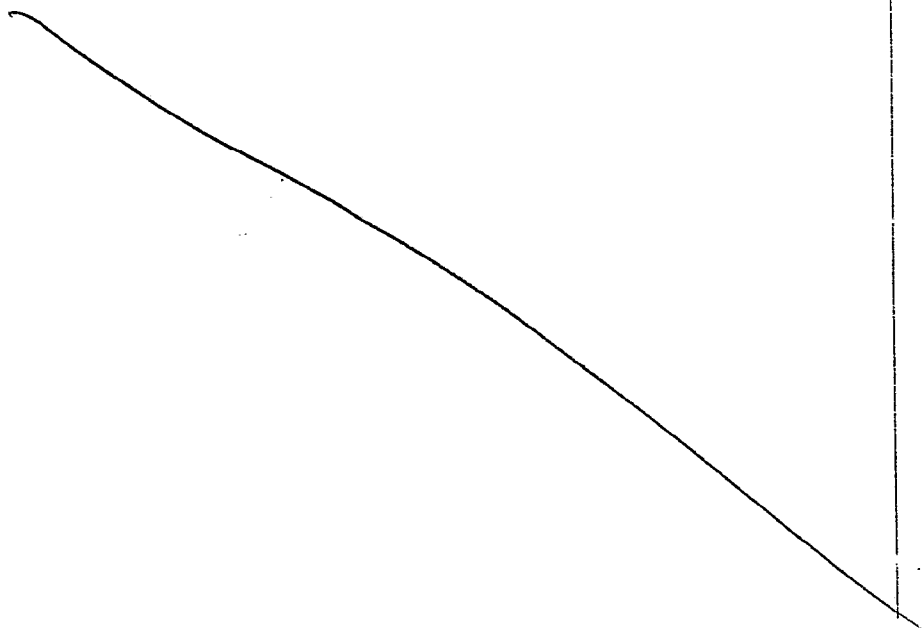
5. 5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la fuente de carbono gaseoso comprende uno o más materiales elegidos del grupo consistente en gas natural, metano, propano, butano, monóxido de carbono y líquidos carbonaceos evaporados.
- 6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas inerte comprende nitrógeno.
- 7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el gas inerte comprende argón.
10. 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cuando las piezas son de acero y el horno de vestíbulo tiene un vestíbulo de temple integral, puertas interior y exterior y una cámara de trabajo, el procedimiento comprende las fases de calentar la cámara de trabajo a una temperatura de por lo menos 732°C mientras se introduce un flujo de gas nitrógeno en el vestíbulo de modo que la cámara de trabajo quede prácticamente aislada de la atmósfera ambiente y se eliminen los riesgos de explosión; abrir la puerta exterior e introducir las piezas en el vestíbulo; cerrar la puerta exterior y detectar la presión en el interior del vestíbulo; trasladar las piezas desde el vestíbulo hasta la cámara de trabajo y cerrar la puerta interior; introducir un flujo gaseoso consistente esencialmente en gas natural en la cámara de trabajo para carburar por lo tanto las piezas; abrir la puerta interior después de haber transcurrido un periodo de carburación predeterminado; pasar las piezas carburadas desde la cámara de trabajo al interior del vestíbulo y cerrar la puerta interior; templar las piezas carburadas en el vestíbulo durante un periodo de tiempo predeterminado por lo que las piezas se endurecen; y sacar después las piezas de superficie endurecida de dicho vestíbulo.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

9.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la fase de templar las piezas carburadas o cementadas comprende sumergir las piezas carburadas o cementadas en un baño de aceite durante el periodo de tiempo predeterminado.

5. 10.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la fase de templar las piezas carburadas comprende elevar las piezas carburadas a la parte superior del vestíbulo por lo que dichas piezas carburadas se templan en atmósfera.

10. 11.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se introduce gas inerte en el vestíbulo al caudal necesario para que la cámara de trabajo quede prácticamente aislado de la atmósfera ambiente al par que no se perjudica prácticamente la cinética de la reacción de barbonitruración en la cámara de trabajo por ninguna retrodifusión del gas nitrógeno procedente del vestíbulo a la cámara de trabajo.

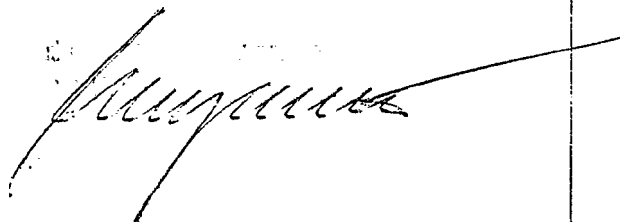
15. 12.- Procedimiento para carburar piezas en una cámara de trabajo de un horno de vestíbulo, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.



Esta Memoria consta de treinta y cinco hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 18 de Mayo de 1977

AIRCO, INC.

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "M. J. ...", is written over a horizontal line that extends across the page.

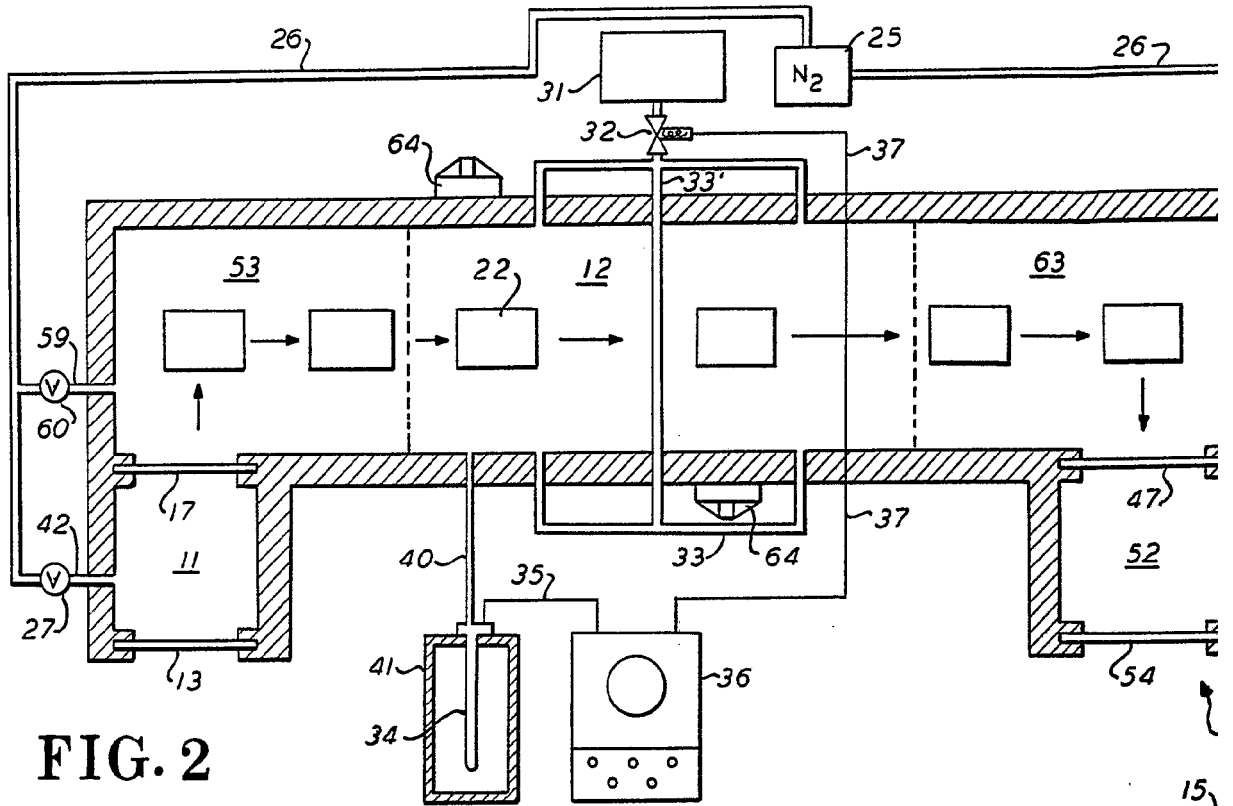


FIG. 2

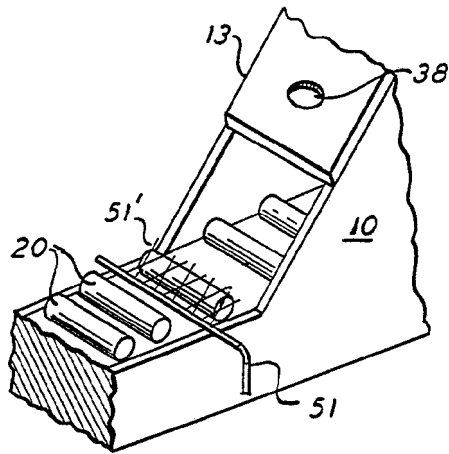


FIG. 3

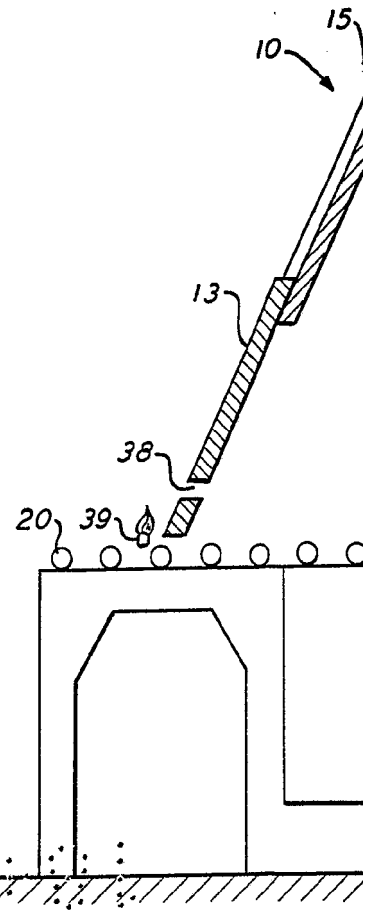
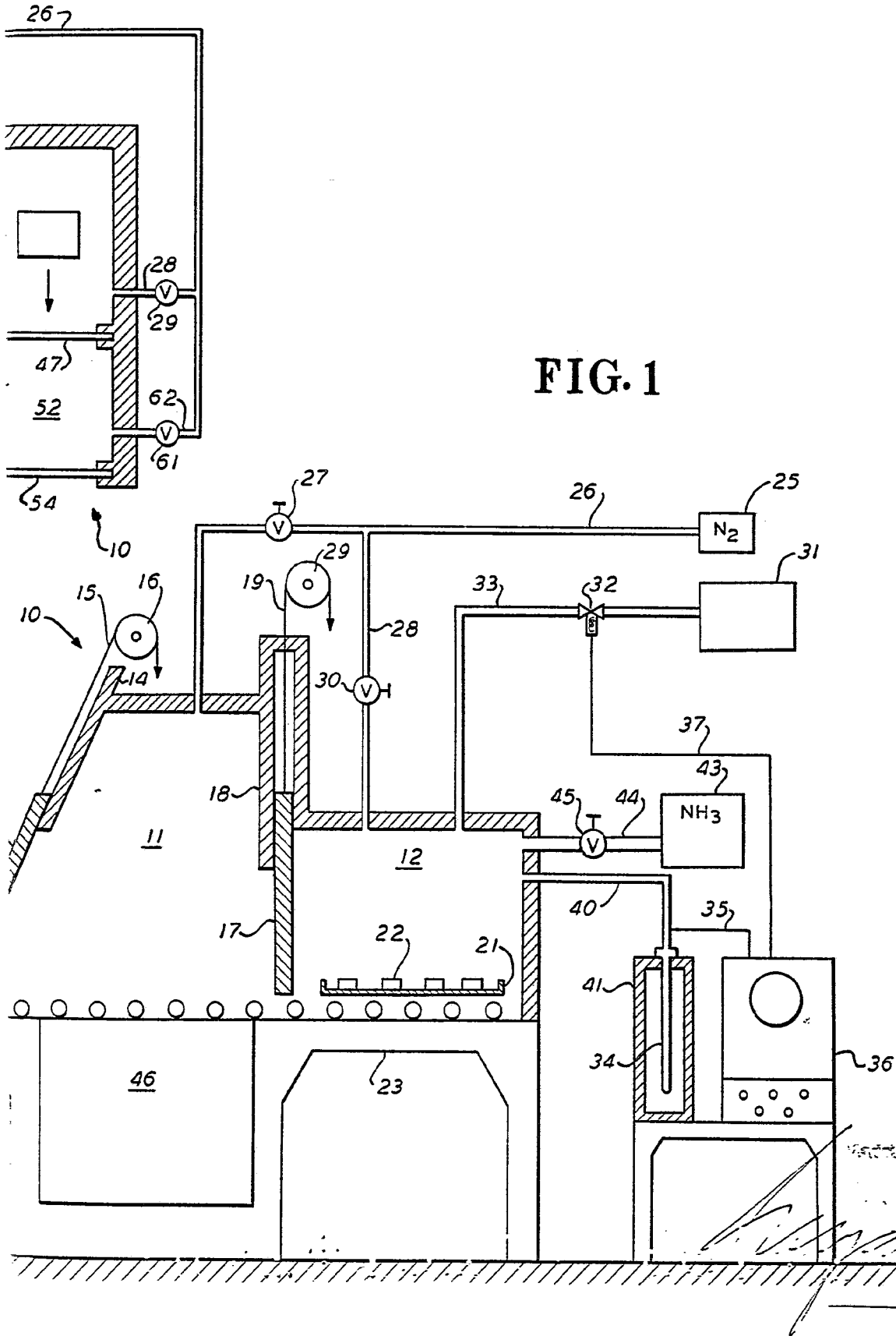


FIG. 1



MAR 1977

FIG. 4

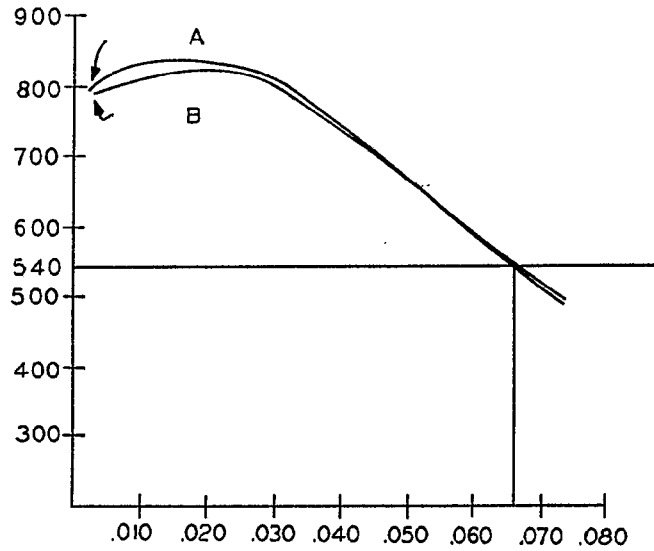
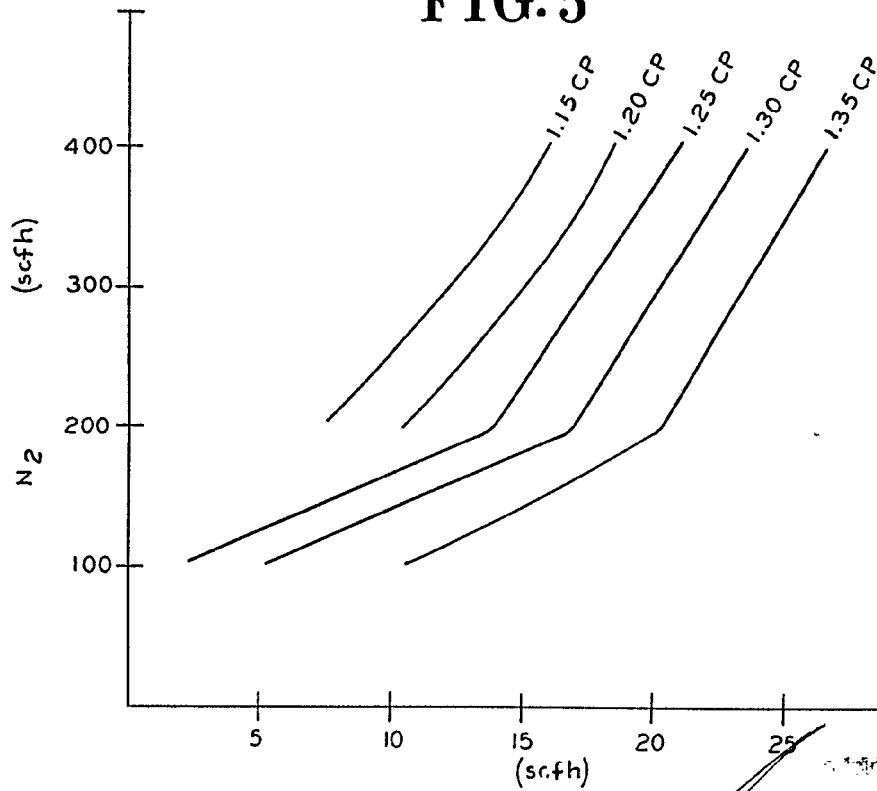


FIG. 5



1.1.1977

[Handwritten signature]