



ESPAÑA

20 NOV. 1978

Concedido el Registro de acuerdo  
con los datos que figuran en la pre-  
sente descripción y según el con-  
tenido de la Memoria adjunta.

ES

11

21

22

NUMERO

463.059

FECHA DE PRESENTACION

8-10-1977

A1

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
758.408	11-1-1977	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C21C	

54 TITULO DE LA INVENCION

"UN PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA LA OBTENCION DE ACERO DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO"

71 SOLICITANTE (ES)

1) UNION CARBIDE CORPORATION y  
2) NATIONAL STEEL CORPORATION

(L-10883-SP)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

1) 270 Park Avenue, Nueva York, Nueva York 10017 y  
2) 2800 Grant Building, Pittsburg, Pensilvania 15219, ambos en EE.UU.

72 INVENTOR (ES)

HENRY DESMONT THOKAR, JAMES STEPHEN ADAMS y  
PAUL ARTHUR TICHAUER

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

(P.-67.164)

jga

POOR  
QUALITY

Esta invención se refiere, en general, a un procedimiento para afinar acero, y más específicamente, a una mejora en el procedimiento del oxígeno básico en el que el acero fundido contenido en un convertidor es afinado por inyección o soplado con oxígeno por la parte superior hacia el interior de la masa fundida, es decir, desde encima de la superficie de dicha masa fundida.

La fabricación de acero por el procedimiento del oxígeno básico, a la que se hace referencia también como procedimiento BOP ó BOF, es bien conocida en la técnica. Cuando se fabrica acero de bajo contenido en carbono por este procedimiento, a menudo se ve sometido a contaminación por el nitrógeno atmosférico. Tal contaminación tiende a causar un endurecimiento del acero por envejecimiento prematuro, que conduce a envejecimiento por deformación plástica, propiedades superficiales deficientes y aspecto indeseable del producto final.

El problema de la absorción de nitrógeno durante la fabricación de aceros de bajo contenido en carbono ha sido consignado por la técnica anterior. Glassman en la Patente de EE.UU. Nº 3.769.000, describe un método para excluir el nitrógeno de la masa fundida por colocación de una campana de humos flojamente sobre la boca del convertidor o recipiente de afino. El nitrógeno del aire ambiente se excluye manteniendo una cortina de dióxido de carbono entre la campana y el convertidor de afino. Pihlblad y otros, en la Patente de EE.UU. Nº 3.307.937, describen un método para excluir el nitrógeno atmosférico de la masa fundida por ajuste del tamaño de la abertura a través de la cual sale el gas al exterior por la parte superior del

convertidor, manteniéndose así una presión positiva en dicho convertidor con respecto a la atmósfera ambiente, incluso a niveles de carbono bajos. Ambos procedimientos requieren la modificación del convertidor BOP que es costosa y de utilización complicada; en consecuencia, ninguno de ellos ha alcanzado un éxito comercial importante.

Además de la propensión a la contaminación con nitrógeno, una segunda desventaja del procedimiento convencional del oxígeno básico es la cantidad creciente de oxígeno que reacciona con el metal valioso a medida que disminuye el contenido de carbono de la masa fundida. Varias patentes de EE.UU. describen modos de diluir el oxígeno con otro gas para minimizar la cantidad de oxígeno que reacciona con el metal. Tales patentes incluyen la Patente de EE.UU. Nº 3.649.246, de Fulton y otros, y las Patentes de EE.UU. Nos. 3.594.155 y 3.666.439, de Ramachandran. Estas patentes tratan sólo del problema de aumentar el grado en que el oxígeno inyectado reacciona con el carbono en lugar de reaccionar con el metal. Ninguna de ellas se refiere al modo en que podría utilizarse un diluyente para minimizar la absorción de nitrógeno de la atmósfera durante la descarburación con oxígeno en el BOF.

De acuerdo con ello, es un objeto de la presente invención prevenir la contaminación del metal férreo fundido con nitrógeno durante la descarburación por soplado con oxígeno por la parte superior.

Es otro objeto de esta invención producir aceros de bajo contenido en carbono que tienen un contenido bajo de nitrógeno por el procedimiento del oxígeno básico.

Es otro objeto adicional de esta invención mi-

minimizar la cantidad de fluido exento de nitrógeno necesaria para producir acero de bajo contenido en carbono que tiene un nivel de nitrógeno bajo.

Los objetos arriba indicados y otros, que serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, se consiguen por la presente invención, un aspecto de la cual comprende: en un procedimiento para la producción de acero de bajo contenido en carbono por soplado de oxígeno en una masa fundida férrea contenida en un convertidor o zona desde encima de la superficie de dicha masa fundida, la mejora que comprende la producción de acero que tiene un contenido bajo de nitrógeno por:

(a) introducir un fluido exento de nitrógeno en el convertidor antes que el contenido de nitrógeno en la masa fundida haya alcanzado su nivel mínimo, mientras que se continúa el soplado con oxígeno;

(b) ajustar el caudal de dicho fluido exento de nitrógeno de tal modo que el caudal de gas residual total procedente del convertidor se mantiene al menos igual al que se habría producido sin dicho fluido exento de nitrógeno en el momento del procedimiento de afino cuando el contenido de nitrógeno de la masa fundida alcanzase su nivel mínimo, y

(c) continuar la inyección de dicho fluido exento de nitrógeno durante todo el resto del soplado con oxígeno.

Durante la práctica del procedimiento del oxígeno básico, es común interrumpir la inyección de oxígeno en la masa fundida y resoplar o reinyectar después dicha masa fundida con oxígeno. El resoplado de la masa fundida

va acompañado a menudo por un aumento importante del contenido de nitrógeno disuelto en la masa fundida. Para prevenir esta absorción de nitrógeno cuando el flujo de oxígeno se ha interrumpido, el convertidor debe purgarse por inyección de un fluido exento de nitrógeno inmediatamente antes de la reanudación de la inyección de oxígeno. Después de ello, se reanuda la introducción del fluido exento de nitrógeno en el convertidor antes que el contenido de nitrógeno en la masa fundida haya alcanzado su nivel mínimo, se ajusta y se continúa como anteriormente.

El término "fluido exento de nitrógeno", tal como se utiliza en esta memoria, tiene por objeto significar cualquier fluido, distinto de oxígeno, sustancialmente exento de nitrógeno o compuestos que contienen nitrógeno. El término incluye, pero sin limitarse a ellos, argón, helio, neón, kriptón, xenón, dióxido de carbono, monóxido de carbono, vapor de agua, agua, hidrógeno, hidrocarburos gaseosos tales como metano y etano, hidrocarburos líquidos tales como keroseno y n-heptano, y mezclas de ellos. El fluido preferido exento de nitrógeno es argón,

Los términos "acero de bajo contenido en carbono" y "acero de bajo contenido en nitrógeno", tal como se utilizan en esta memoria, tienen por objeto incluir respectivamente aceros que tienen un contenido de carbono no mayor que aproximadamente 0,10%, y aceros que tienen un contenido de nitrógeno no mayor que aproximadamente 0,005% (50 partes por millón).

El término "gas residual" se utilizará para designar los gases que salen del orificio de salida de gases o abertura superior del convertidor de afino del acero mien-

tras que se inyectan oxígeno u oxígeno y uno o más gases diferentes en el convertidor con objeto de afinar la masa férrea fundida.

5 El término "resoplado" se utiliza para designar un soplado subsiguiente de oxígeno u oxígeno mezclado con otro gas en un convertidor BOP después que el flujo inicial del oxígeno o la mezcla que contiene oxígeno se ha interrumpido por alguna razón. Es posible que tenga lugar más de un resoplado por carga.

10 El método preferido de inyectar el fluido exento de nitrógeno consiste en mezclarlo con la corriente de oxígeno; sin embargo, pueden utilizarse también métodos alternativos. La cantidad preferida de fluido exento de nitrógeno a utilizar cuando se purga el convertidor antes  
15 de restablecer la inyección de oxígeno es un volumen de gas, medido a 21°C y 1 atmósfera de presión, al menos igual a la mitad del espacio de cabeza del convertidor.

20 La Figura 1 es un gráfico que ilustra el contenido final de nitrógeno  $N$  en función del contenido final de carbono  $C$  de una serie de cargas de metal afinado por los métodos BOP de la técnica anterior en un sistema de afino comercial típico sin utilización de la presente invención. Esta figura ilustra cómo se utilizan los  
25 datos obtenidos sin la práctica de la invención para determinar en qué momento debe iniciarse la inyección del fluido exento de nitrógeno.

30 La Figura 2 es una representación gráfica del cambio en el caudal  $F$  de gas residual en función del contenido de carbono  $C$  para el mismo sistema para el cual se representan los datos en la Figura 1. Este gráfico

muestra cómo se utilizan los datos obtenidos sin la práctica de la invención para determinar cuanto fluido exento de nitrógeno debe inyectarse.

5 La banda formada por las curvas A y B de la Figura 1 muestra cómo varía el contenido de nitrógeno N de la masa fundida con el porcentaje de carbono C en la masa fundida cuando no se practica la presente invención. Aunque todos los sistemas BOP presentan curvas de forma similar a la Figura 1, la relación numérica entre N y C es específica para cada sistema BOP y su modo de operación, 10 y tiene que representarse gráficamente a partir de datos obtenidos durante campañas de producción reales. Las razones para las variaciones de un sistema a otro son: variaciones en el caudal de soplado de oxígeno, posición de operación de la lanza, presión de oxígeno en la lanza, 15 diseño de la lanza, peso de la masa fundida, geometría del convertidor, etcétera. Puede verse que a medida que decrece el contenido de carbono C decrece también el contenido de nitrógeno N hasta que se alcanza un mínimo, en cuyo punto el contenido de nitrógeno comienza a crecer de nuevo. 20

El contenido de nitrógeno de la masa fundida se utiliza para determinar cuándo debe comenzar la inyección del fluido exento de nitrógeno de acuerdo con la presente invención. Sin embargo, como el contenido de nitrógeno no se determina a menudo regularmente, como sucede 25 con el contenido de carbono, y dado que el contenido de nitrógeno es función del contenido de carbono para un convertidor BOP dado, como se muestra en la Figura 1, puede utilizarse el contenido de carbono para determinar el contenido de nitrógeno. 30

En la Figura 1 puede verse que el contenido de nitrógeno de este sistema particular alcanza un mínimo cuando el contenido de carbono de la masa fundida es aproximadamente 0,08%.

5 La Figura 2 muestra cómo varía el caudal  $F$  de gas residual con el contenido de carbono  $C$  para un sistema de afino BOP dado a un caudal de soplado con oxígeno dado sin utilizar el método de la presente invención. Pueden determinarse caudales aproximados de gas residual  
10 sin un medidor de caudal preparando una gráfica de contenido de carbono frente al tiempo, determinando la velocidad con que se elimina el carbono por la pendiente de la gráfica, y calculando el caudal de gas residual suponiendo que el carbono separado se convierte en monóxido de carbono  
15 y que este monóxido de carbono constituye la totalidad del gas residual. Como en el caso de la Figura 1, cada sistema BOP tendrá su propia curva para esta relación, dependiendo de las características del sistema y de la manera de operar.

20 Si bien no se desea quedar ligado a ninguna teoría particular, es una hipótesis de esta invención que la contaminación con nitrógeno en el procedimiento del oxígeno básico, que se produce principalmente durante las últimas etapas de la descarburación cuando el contenido  
25 de carbono del acero es bajo, obedece a las causas siguientes. A niveles de carbono altos, el régimen de generación de monóxido de carbono durante el período de soplado con oxígeno o de descarburación produce caudales de gas residual suficientes para impedir una infiltración importante de la atmósfera circundante en el convertidor. Además, a

niveles de carbono altos, el desprendimiento de las burbujas de monóxido de carbono es suficiente para hacer que borbotee algo del nitrógeno que pueda estar disuelto en el acero. Durante las primeras etapas de la descarbonación, por consiguiente, el nivel de nitrógeno en el acero disminuye, como se muestra en la Fig. 1. Más allá de un cierto nivel de carbono, sin embargo, a medida que disminuye el contenido de carbono, aumenta el contenido de nitrógeno de la masa fundida. Se cree que la razón de tal aumento es que a medida que disminuye el nivel de carbono, se hace menor la velocidad de formación de CO por la reacción de descarbonación y el desprendimiento consiguiente de gas residual, lo que hace posible la entrada de nitrógeno atmosférico en el espacio de cabeza del convertidor y su absorción por la masa fundida. El chorro de oxígeno contribuye a arrastrar el nitrógeno hacia el seno de la masa fundida. Por tanto, a medida que disminuye el caudal de gas residual, como se muestra en la Figura 2, se hace mayor la infiltración de nitrógeno atmosférico en el convertidor, y eventualmente se alcanza un punto en el que el nitrógeno se infiltra a un ritmo suficiente para causar un aumento neto en el contenido de nitrógeno del acero producido.

A continuación se describirá la práctica de la presente invención con referencia a las Figuras 1 y 2. A partir de los datos reales de operación se obtiene  $N^*$ , el contenido mínimo de nitrógeno alcanzado durante un soplado con oxígeno para el sistema particular en el que haya de llevarse a la práctica la invención. En la Figura 1,  $N^*$  es aproximadamente 19 a 25 partes por millón. Se

lee luego  $C^*$ ; el contenido de carbono correspondiente a  $N^*$ . En la Figura 1 se puede ver que  $C^*$  es 0,08%. La inyección del fluido exento de nitrógeno tiene que iniciarse no más tarde que cuando el contenido de carbono es  $C^*$ . Para determinar el caudal de inyección del fluido exento de nitrógeno, se toma el contenido de carbono en  $C^*$  y se lee en la Figura 2 el caudal de gas residual  $F^*$ , correspondiente a  $C^*$ .  $F^*$  es el valor por debajo del cual no debe permitirse que descienda el caudal de gas residual durante el procedimiento de afino. De acuerdo con esta invención, el caudal de gas residual se mantiene por encima de este valor mínimo manteniendo para ello el caudal de inyección de fluido exento de nitrógeno suficiente para mantener el caudal total de gas residual por encima de  $F^*$ .

En resumen, de la Figura 1 se obtiene el punto más tardío en el tiempo en el cual debe iniciarse la inyección del fluido exento de nitrógeno, mientras que en la Figura 2 se obtiene la cantidad mínima de fluido exento de nitrógeno que es necesario añadir de acuerdo con la presente invención con objeto de prevenir la contaminación de la masa fundida con el nitrógeno atmosférico.

En algunos casos, no puede disponerse durante la descarburación de medidas instantáneas precisas del contenido de carbono ni del contenido de nitrógeno de la masa fundida. Por esta razón, es más conveniente llevar a la práctica la invención iniciando la inyección del fluido exento de nitrógeno algo antes del momento en que el contenido de nitrógeno es igual a  $N^*$  y el contenido de carbono es  $C^*$ . Si un sistema BOP no tiene ningún medio para comprobar constantemente el caudal de gas residual ni

medios para controlar el caudal de gas residual por variación de la cantidad de fluido exento de nitrógeno que se inyecta en el convertidor, la invención puede llevarse a la práctica todavía introduciendo el fluido exento de nitrógeno a un caudal constante suficiente para mantener el caudal de gas residual total al menos igual a  $F^*$ .

No es raro durante la práctica del procedimiento del oxígeno básico interrumpir la inyección de oxígeno en la masa fundida antes de alcanzar el grado final de descarburación deseado. Cuando sucede esto, es necesario resoplar la masa fundida aunque se haya alcanzado el nivel de carbono final deseado, bien sea porque la temperatura del acero fundido es demasiado baja, o porque algún otro elemento o impureza no se encuentre en el nivel deseado. Cualquiera que sea la razón, el resoplado del acero fundido no es en absoluto infrecuente. Cuando una masa fundida se resopla durante la práctica convencional del procedimiento del oxígeno básico, ello va acompañado a menudo por un aumento importante en el contenido de nitrógeno disuelto. La magnitud de este aumento será variable. La absorción típica de nitrógeno durante el resoplado convencional está comprendida dentro del intervalo de 2 a 10 partes por millón, no siendo infrecuentes aumentos de hasta 15 ó 20 partes por millón (ppm). Adicionalmente, si se requieren varios resoplados sucesivos, el nivel final de nitrógeno puede ser tan alto como 80 a 100 ppm más alto que  $N^*$  y 40 a 60 ppm más alto que el nivel aceptable máximo para algunos grados de acero de bajo contenido en carbono y bajo contenido en nitrógeno.

Se cree que la razón de una absorción tan

alta de nitrógeno es que mientras que está interrumpido temporalmente el afino, el nitrógeno atmosférico se difunde en el espacio de vapores o espacio de cabeza del convertidor y es absorbido por la masa fundida durante el resoplado subsiguiente. De acuerdo con esta invención, el nitrógeno se expulsa del recipiente por purga del convertidor con un fluido exento de nitrógeno, inmediatamente antes de la iniciación del resoplado y mantenimiento del caudal de gas residual no más bajo que  $F^*$  durante el resoplado. Si bien cualquier cantidad de purga será útil, se ha encontrado que la purga con un volumen de gas (medido a 21°C y a la presión atmosférica) aproximadamente igual a la mitad del volumen total del espacio de cabeza del convertidor es suficiente para minimizar la absorción de nitrógeno por el acero durante el resoplado. La purga con una cantidad menor de gas inerte será probablemente insuficiente, mientras que la purga con una cantidad mayor es técnicamente aceptable, pero antieconómica. Debe observarse que si se requieren resoplados múltiples, el convertidor tiene que purgarse antes de cada resoplado.

El argón es el fluido preferido exento de nitrógeno para uso en la presente invención. Este gas presenta las ventajas de ser químicamente inerte, de ser el menos costoso y el más abundante de los gases químicamente inertes, de ser el que altera menos el balance térmico en el convertidor, y también de afectar favorablemente la reacción del oxígeno con el carbono por diluir el monóxido de carbono efluente. Pueden utilizarse también otros gases exentos de nitrógeno, así como líquidos que se vaporicen fácilmente a las temperaturas de afino del

acero. Ejemplos de otros fluidos exentos de nitrógeno incluyen, pero sin carácter limitante, los siguientes: helio, neón, kriptón, xenón, dióxido de carbono, monóxido de carbono, vapor de agua, agua, hidrógeno, metano, hidrocarburos líquidos, hidrocarburos gaseosos, o mezclas de ellos, con inclusión de mezclas con argón.

Quando se utiliza un gas inflamable tal como metano o hidrógeno, deben tomarse precauciones especiales a fin de evitar que se forme una mezcla explosiva antes de la inyección en el convertidor de afinado. El gas inflamable reaccionará, por supuesto, con el oxígeno en el convertidor. Esta reacción tiene que tenerse en cuenta cuando se calcula la cantidad de gas residual que se producirá para cantidad de gas inflamable añadida.

Con objeto de conseguir del mejor modo posible las ventajas adicionales de la minimización de la cantidad de metal oxidado, y de reducir la cantidad de oxígeno disuelto en la masa fundida, el medio preferido para inyectar el fluido exento de nitrógeno en el convertidor consiste en mezclarlo con el oxígeno, si puede hacerse esto sin formar una mezcla explosiva. Con el empleo de argón se elimina totalmente la posibilidad de creación de una mezcla explosiva. Inyectando el fluido exento de nitrógeno mezclado con oxígeno, la invención puede llevarse a la práctica en los sistemas BOP existentes con inversiones muy pequeñas, ya que no es necesario añadir nuevo equipo de inyección. Es posible dosificar simplemente el fluido exento de nitrógeno en la tubería de oxígeno en algún punto situado aguas arriba de la lanza de oxígeno. Sin embargo, es posible también llevar a la

práctica la invención inyectando el fluido exento de nitrógeno por una lanza de inyección separada, tobera, u otro medio de inyección localizado en cualquier parte del convertidor, sea en el espacio de cabeza, por debajo de la superficie de la masa fundida, o como conducto separado dentro de la lanza de oxígeno.

Los ejemplos siguientes servirán para ilustrar la práctica de la presente invención

#### EJEMPLOS

Se afinaron varias cargas de acero por soplado por la parte superior en un sistema de afino BOP que tenía las características siguientes:

Volumen del convertidor 142 m<sup>3</sup>

Area de la boca del convertidor 8,8 m<sup>2</sup>

Carga total (fundición bruta y chatarra) 213 toneladas métricas

Cantidad media de fundición bruta en la carga 147 toneladas métricas

Composición media de la fundición bruta 4,5% carbono;

1,0% silicio;

0,8% manganeso

Fluido exento de nitrógeno Argón gaseoso

Caudal de soplado con oxígeno:

Sin argón: 526 m<sup>3</sup>/min. (a 0° y 1 atm)

Con argón: 434 m<sup>3</sup>/min (0° y 1 atm)

Temperatura del gas residual 1590°C

El tamaño de la lanza limitaba el caudal total de gas inyectado, de tal modo que el caudal de so-

plado con oxígeno tenía que reducirse mientras que se inyectaba argón. La invención se lleva preferiblemente a la práctica manteniendo un caudal constante de soplado con oxígeno durante todo el período de tratamiento de la carga.

Las gráficas relativas al contenido de nitrógeno y al caudal de gas residual para este convertidor con el contenido de carbono de la masa fundida se muestran en las Figuras 1 y 2. En las gráficas se puede ver que el nivel de nitrógeno mínimo,  $N^*$ , se presenta a un contenido de carbono de aproximadamente 0,08% y un caudal de gas residual de 425 m<sup>3</sup>/minuto (medido a 1590°C y 1 atmósfera de presión). Así, con objeto de llevar a la práctica adecuadamente la presente invención, el punto más tardío en el tiempo para la introducción del fluido exento de nitrógeno en el convertidor, corresponde a un contenido de nitrógeno de aproximadamente 19 a 25 partes por millón o un contenido de carbono de 0,08%. El argón tiene que inyectarse a un caudal suficiente para mantener el caudal de gas residual en 425 m<sup>3</sup>/min medidos a 1590°C y 1 atmósfera, o sea aproximadamente 62 m<sup>3</sup>/min medidos a 0°C y 1 atmósfera.

Se introdujo el argón en el convertidor BOP mediante la lanza de oxígeno dosificando para ello el argón en la tubería de suministro de oxígeno aguas arriba de la lanza. Como no se disponía de un medio preciso para medir continuamente el contenido de nitrógeno o de carbono de la masa fundida durante el procedimiento de afino, se comenzó a pasar la corriente de argón cuando se estimó que el contenido de carbono estaría comprendido

entre 0.10% y 0,15%. Para mantener el caudal de gas residual de 425 m<sup>3</sup>/min a 1590°C, se inyectaron 79 m<sup>3</sup>/min de argón medidos a 0°C, ó 540 m<sup>3</sup>/min a 1590°C. El gas en exceso se añadió para proporcionar un factor de seguridad en el caso de que no todo el argón se calentara a 1590°C. Se llevaron a cabo algunas experiencias con argón añadido a un caudal constante tan bajo como 53 m<sup>3</sup>/min (a 0°C y 1 atm). Estas experiencias también dan resultados satisfactorios.

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos después de la primera interrupción del oxígeno o primera parada, para cargas en las que no se requirió resoplado antes del tiempo en que se añadió el argón para mantener el caudal de gas residual.

TABLA 1.- CONTENIDO DE NITROGENO EN LA PRIMERA PARADA

Carga Nº:	1	2	3
Caudal de argón (m <sup>3</sup> /min a 0°C y 1 atm)	0	53	79
Duración del soplado total con oxígeno (minutos)	17	17	16
Duración de la inyección de argón (minutos)	0	4,25	2,00
Temperatura (°C)	1580	1610	1590
Contenido de carbono en la primera parada (%)	0,03	0,03	0,03
Contenido de nitrógeno en la primera parada (partes por millón)	33	20	24

Los resultados de la tabla 1 muestran el menor contenido de nitrógeno obtenido cuando se practicó la invención en las Cargas Nº 2 y 3 en comparación con la Carga Nº 1, durante la cual no se practicó la invención.

La Tabla 2 ilustra el efecto de la purga del convertidor antes de un resoplado. En estas cargas no se

introdujo argón en el convertidor antes de la primera parada. Se utilizó para purgar el convertidor antes del resoplado y se añadió también al oxígeno durante cada resoplado. Es evidente que la purga del espacio de cabeza seguida por adición de argón al oxígeno durante el resoplado elimina esencialmente la absorción de nitrógeno cuando el contenido de carbono es tan bajo como 0,03%. Considérese, por ejemplo, la Carga N.º 1 en la que el propósito del resoplado fue elevar la temperatura de la masa fundida. El contenido de carbono fue 0,03% tanto antes como después del resoplado es decir, que tuvo lugar poca o ninguna separación de carbono y por tanto se produciría, en ausencia de argón, poco o nada de gas residual. Como el convertidor se purgó primeramente con argón y luego se sometió a resoplado con oxígeno más argón, la absorción total de nitrógeno durante el resoplado fue de menos 1 ppm, es decir que el nivel de nitrógeno disminuyó en realidad. A este bajo nivel de carbono, podría anticiparse una absorción de nitrógeno de al menos 5 ppm si no se hubieran practicado la purga con argón y la adición de argón durante el resoplado.

La Carga N.º 4 es un ejemplo de una carga en la que se requirieron resoplados múltiples. Se utilizó purga de argón antes de cada resoplado y se añadió argón al oxígeno durante cada resoplado. De nuevo, es evidente, a partir de los resultados que se muestran en la Tabla 2, que la adición de argón de acuerdo con esta invención dió como resultado una absorción acumulativa de nitrógeno de menos 3 ppm (esto es, una disminución de nitrógeno) después de 4 resoplados consecutivos. Normalmente, a estos bajos niveles de carbono en ausencia de adición de argón,

podría anticiparse una absorción acumulativa mínima de nitrógeno de aproximadamente 20 ppm al cabo de 4 resoplados, y una absorción total de 40 a 60 ppm no sería anormal.

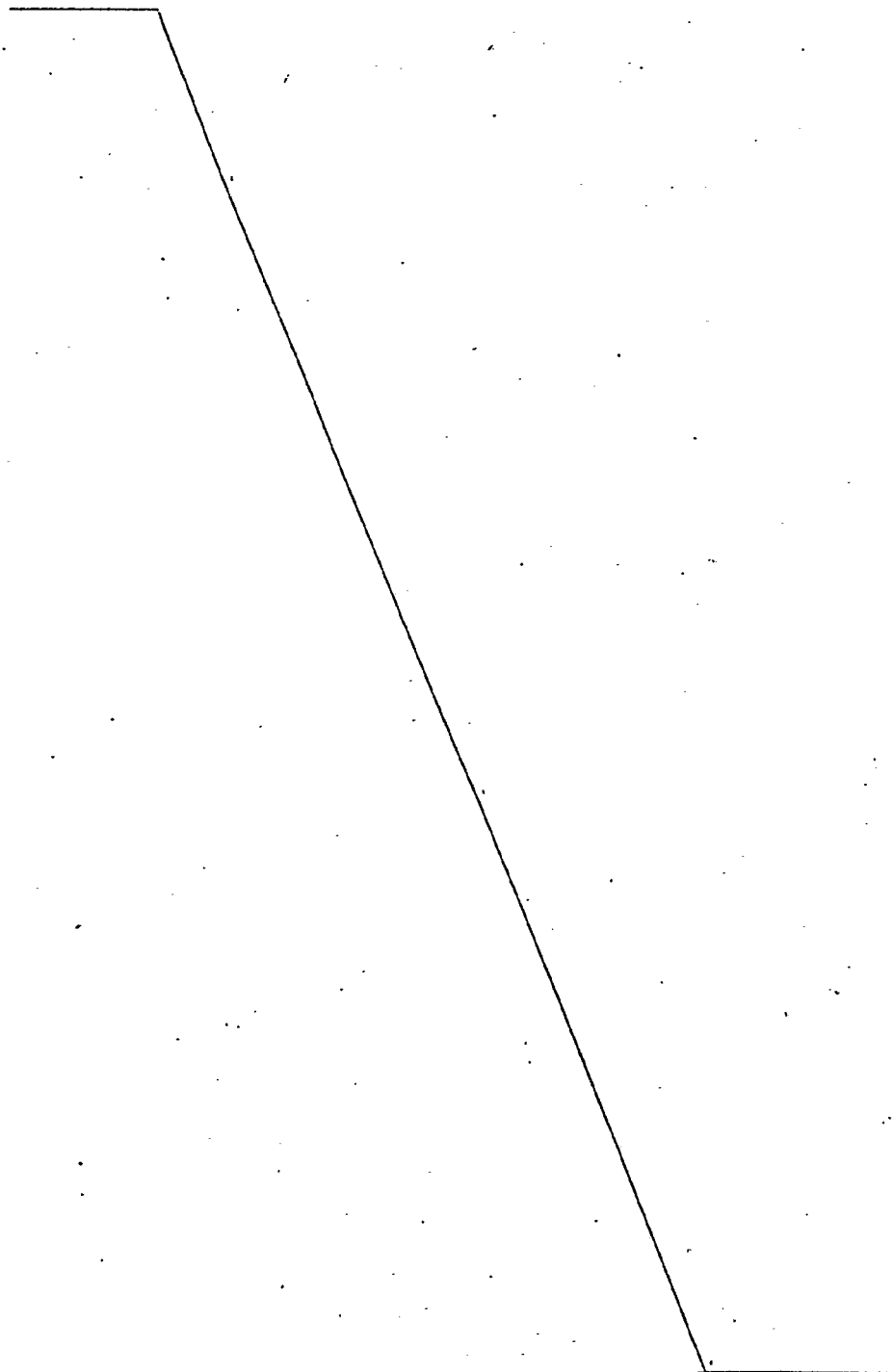


Tabla 2.- Purga de argón antes de los resoplados, e inyección de argón durante los resoplados

Carga Resoplados Nº	Volumen de purga antes del resoplado m <sup>3</sup> N**	Caudal de argón durante el resoplado, m <sup>3</sup> N/min**	Duración del resoplado, (segundos)	Contenido inicial de C(%)	Contenido final de C(%)	Contenido inicial de N(%)	Contenido final de N(%)	Temperatura final (°C)
1*	131	79	60	0,03	0,03	33	32	1607
4	131	79	90	0,31	0,12	29	26	1604
2	164	79	50	0,12	0,04	26	28	1566
3	131	79	20	0,04	-	28	-	1554
4	131	79	50	-	0,03	-	26	1566
5	131	84	120	0,57	0,20	18	19	1570
2	131	92	120	0,20	0,07	19	20	1607

\* Esta carga es una continuación de la carga Nº 1 de la Tabla 1

\*\* Medidos a 0°C y 1 atmósfera

La Tabla 3 ilustra los resultados de la práctica de la invención cuando es necesario resoplar una carga después de la adición de argón para mantener el caudal mínimo de gas residual antes de la primera parada. En la Carga Nº 6, el flujo de argón se inició a un caudal de 53 m<sup>3</sup>N/min 390 segundos antes de la primera parada. En la parada, la temperatura fue 1621°C, el contenido de carbono 0,13% y el de nitrógeno 16 ppm. El convertidor se purgó luego con 66 m<sup>3</sup>N/min de argón, y se resopló durante 60 segundos con 434 m<sup>3</sup>N/min de oxígeno y 79 m<sup>3</sup>N/min de argón. Al cabo de 60 segundos, la temperatura era 1571°C, el % de carbono era 0,07, y el contenido de nitrógeno era 19 ppm. Se purgó de nuevo el convertidor con 66 m<sup>3</sup>N/min de argón y se resopló otra vez durante 60 segundos con 79 m<sup>3</sup>N/min de argón y 434 m<sup>3</sup>N/min de oxígeno, y en la parada la temperatura era 1599°C, el % de carbono 0,04 y el contenido de nitrógeno 18 ppm. La absorción total de nitrógeno durante los dos resoplados fue 2 ppm. En este momento se vació la carga.

La carga Nº 7 es similar a la carga Nº 6 excepto que sólo se requirió un resoplado; y la absorción de nitrógeno fue de menos 2 ppm, esto es, que disminuyó el nivel de nitrógeno.

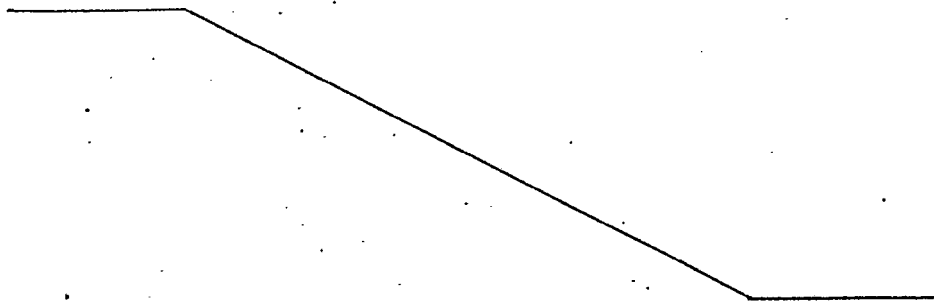


Tabla 3.- Argón utilizado antes de la primera parada y para los resoplados

Carga Nº	Reso- pla- do Nº	Volumen de pur- ga antes del reso- plado, m <sup>3</sup> N**	Caudal de argón du- rante el soplado con O <sub>2</sub> , m <sup>3</sup> N**	Duración de O <sub>2</sub> + argón (segun- dos)	Contenido de C an- tes (%)	Contenido de C des- pués (%)	Contenido de N antes (%)	Contenido de N después (%)	Temperatura después del soplado (%)
6	-	-	53	390	-	0,13	-	16	1621
	1	66	79	60	0,13	0,07	16	19	1571
	2	66	79	60	0,07	0,04	19	18	1599
7	-	-	74	225	-	0,06	-	24	1593
	1	66	79	60	0,06	0,04	24	22	1610

\*\* Medidos a 0°C y 1 atmósfera

- REIVINDICACIONES -

5 Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta Solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un procedimiento mejorado para la obtención de acero de bajo contenido en carbono por inyección de oxígeno en una masa fundida férrea contenida en un convertidor desde encima de la superficie de dicha masa fundida, en el que la mejora comprende la producción de acero que tiene un bajo contenido de nitrógeno por las operaciones siguientes: (a) introducir un fluido exento de nitrógeno en el convertidor antes que el contenido de nitrógeno de la masa fundida haya alcanzado su nivel mínimo, mientras que se continúa el soplado con oxígeno, (b) ajustar el caudal de dicho fluido exento de nitrógeno de tal modo que el caudal total de gas residual que sale del convertidor se mantenga al menos igual al que se habría producido sin dicho fluido exento de nitrógeno en el momento del procedimiento de afino en que el contenido de nitrógeno de la masa fundida alcanzase su nivel mínimo, y (c) continuar la inyección de dicho fluido exento de nitrógeno sustancialmente durante todo el resto del período de soplado con oxígeno.

2ª.- El procedimiento de la reivindicación 1ª, en el que el fluido exento de nitrógeno es argón.

3ª.- El procedimiento de la reivindicación

1 - 1ª, en el que el fluido exento de nitrógeno se inyecta  
mezclado con el oxígeno.

4ª.- El procedimiento de la reivindicación  
1ª, en el que el fluido exento de nitrógeno se inyecta  
5 a un caudal constante al menos igual al caudal de gas re-  
sidual obtenido en el momento del procedimiento de afino  
en el que el contenido de nitrógeno de la masa fundida  
ha alcanzado su nivel mínimo.

5ª.- El procedimiento de la reivindicación  
10 1ª, en el que el acero de bajo contenido en carbono y  
bajo contenido en nitrógeno producido tiene un conteni-  
do de carbono inferior a 0,10% y un contenido de nitró-  
geno inferior a 50 partes por millón (ppm).

6ª.- El procedimiento de la reivindicación  
15 1ª, en el que el soplado se ha interrumpido durante la  
inyección del fluido exento de nitrógeno, y que compren-  
de las etapas adicionales de: (d) purgar dicho espacio  
de cabeza del convertidor por inyección de un fluido exen-  
to de nitrógeno inmediatamente antes de restablecer la  
20 inyección de oxígeno, y restablecer después la inyección  
de oxígeno, (e) reanudar la inyección de dicho fluido  
exento de nitrógeno antes que el contenido de nitrógeno  
en la masa fundida haya alcanzado sustancialmente su mí-  
nimo, (f) ajustar el caudal de dicho fluido exento de  
25 nitrógeno de tal modo que el caudal total de gas resi-  
dual procedente del convertidor se mantiene al menos i-  
gual al que se habría producido sin dicho fluido exento  
de nitrógeno en el momento del procedimiento de afino en  
que el contenido de nitrógeno de la masa fundida alcan-  
zase su nivel mínimo, y (g) continuar la inyección de di-

30

10088

*2*

1 cho fluido exento de nitrógeno sustancialmente en todo el resto de la duración del soplado con oxígeno.

7ª.- El procedimiento de la reivindicación 6ª, en el que el fluido exento de nitrógeno es argón.

5 8ª.- El procedimiento de la reivindicación 6ª, en el que el fluido exento de nitrógeno se inyecta mezclado con el oxígeno.

10 9ª.- El procedimiento de la reivindicación 6ª, en el que la purga contiene un volumen de gas medido a 21°C y 1 atmósfera sustancialmente igual a la mitad del espacio total de cabeza del convertidor.

15 10ª.- El procedimiento de la reivindicación 6ª, en el que el fluido exento de nitrógeno se inyecta durante el soplado y el resoplado con oxígeno a un caudal constante al menos igual al caudal de gas residual obtenido en el momento del procedimiento de afinado en que el contenido de nitrógeno de la masa fundida ha alcanzado su mínimo.

20 11ª.- UN PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA LA OBTENCION DE ACERO DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO.

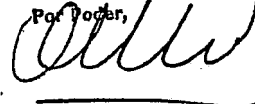
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

25 Esta Memoria consta de veintitres hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 16. AGO. 1978

P.A.

Alberto de Elzaburu  
Por Poder,



30

10088

JMS



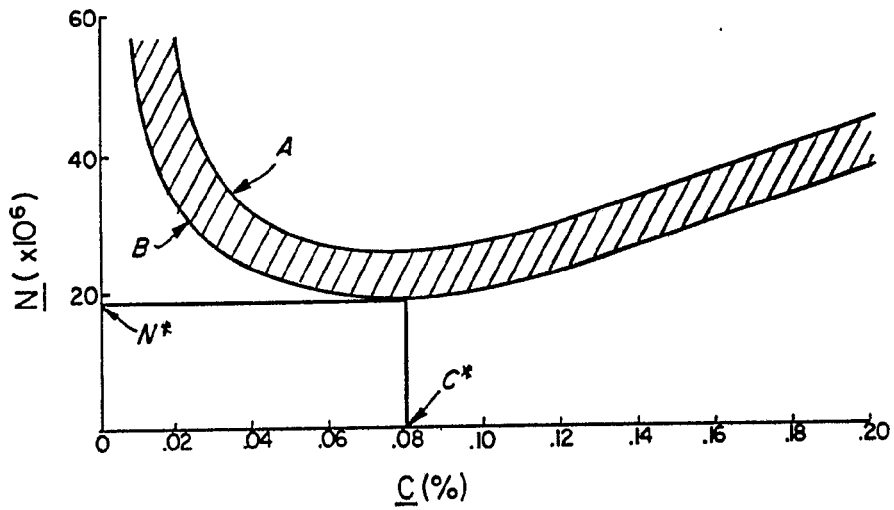


FIG. 1

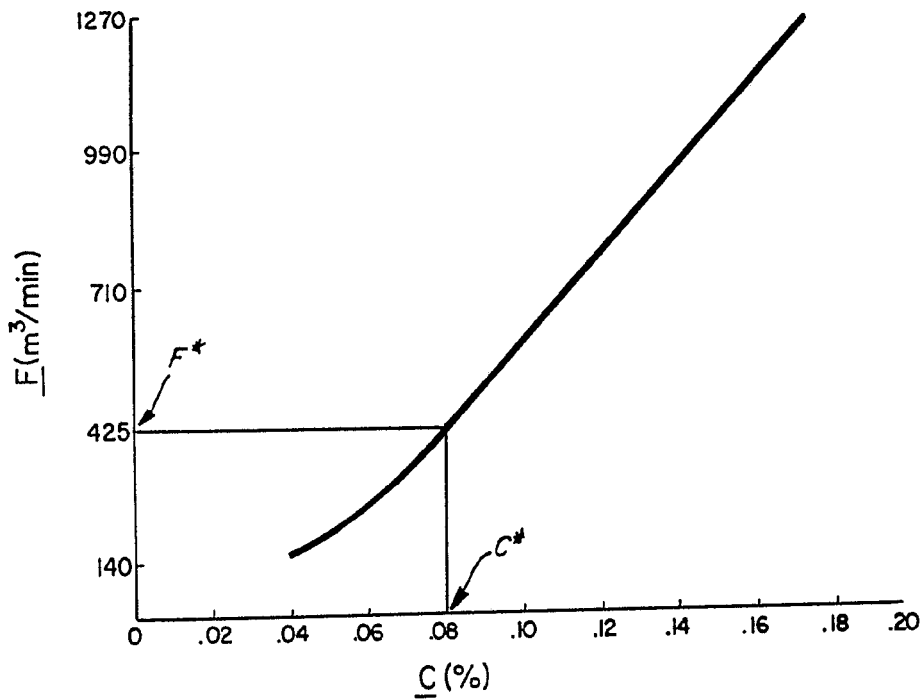


FIG. 2

Alberto d. E. *Alma*  
For *Alma*