

404697

404697

8



PATENTE DE INVENCION

Int. CIA BOIF, C22B, C21B

404697

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
SUSCLASE _____

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"METODO DE INYECCION DE UN GAS DESCARBURIZANTE  
EN UN BAÑO DE METAL FUNDIDO."

-----

Solicitante: La entidad Norteamericana: ALLEGHENY  
LUDLUM INDUSTRIES, INC. - Oliver - -  
Building, PITTSBURGH, Pennsylvania -  
15222 (USA)

-----

Inventores: Mr. Sundaresen Ramachandran - Indu.  
Mr. Basil Uzodinma Nwanne Igwe - Nigeriano.

-----

404697

18 JUL



- Método de inyección de un agente reactivo gaseoso en un baño de metal fundido mediante el empleo de una tobera sumergida para la generación de una masa de burbujas muy finas en una sustancial porción del baño. Las burbujas mezclan y agitan el baño o efectúan una homogeneidad química con un mínimo de salpicadura y derramamiento del metal fundido, persistiendo durante un tiempo suficiente para promover una reacción sustancialmente completa de la fase gaseosa con el fluido circundante. Seleccionando el diámetro de burbuja mediante consideración del deseado ritmo de flujo gaseoso y adecuado número Reynolds, el gas que penetra en el baño fundido se dispersará en pequeñas burbujas de diámetro esencialmente constante para elevar al máximo el área interfacial gas-líquido. Además, controlando la presión del gas forzado a través de la tobera, puede controlarse la penetración de las finas burbujas en el baño para conseguir una máxima agitación y un tiempo óptimo de retención de las burbujas dentro del baño sin dañar el revestimiento refractario del recipiente que contiene a aquel.
- Como es sabido, muchos procedimientos metalúrgicos requieren la introducción de un gas en la superficie o en el interior de un volumen de metal fundido con el fin de que reaccionen elementos impuros de la masa fundida con la fase gaseosa para formar productos de reacción volátiles. La desiliconización, desgasificación y descarburización son algunos de los procedimientos que emplean tal técnica. Así, para disminuir el contenido en silicio del hierro fundido, se inyecta oxígeno en el baño a través de una lanza sumergida por la parte superior, que se consume progresiva
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

404697

18



mente por erosión mecánica y la elevada temperatura del líquido. En el procedimiento de oxígeno básico, el oxígeno --  
refinador se introduce en forma de chorro que sale de una --  
lanza situada encima de la superficie del baño. La interac-  
5. ción de un chorro de gas con el metal líquido tiene por re-  
sultado la oxidación de carbono y de otros elementos capa--  
ces de reaccionar químicamente con el gas oxidante. Sin em-  
bargo, el insuflado de oxígeno sobre la superficie de un --  
baño de metal fundido tiene por resultado un considerable --  
10. salpicamiento y derramamiento de líquido en el recipiente y  
una indeseable oxidación de útiles elementos aleadores.

Idealmente, el oxígeno u otro gas reactivo deberá--  
inyectarse en el interior del baño fundido o sobre él al --  
objeto de reducir al mínimo las salpicaduras y derramamien-  
to, al tiempo que se facilita el máximo de área interfacial-  
15. gas-líquido para asegurar una completa reacción del gas con  
las impurezas de la masa fundida. Al mismo tiempo, los gases  
tales como oxígeno han de inyectarse de tal manera que se --  
evite la erosión de las paredes refractarias del recipiente.

Se ha descubierto que las citadas características  
20. deseables pueden lograrse mejor mediante el uso de una tobe-  
ra sumergida, ya sea una que se proyecte hasta el lado del  
recipiente o bien una que se extienda verticalmente hacia --  
abajo y se sumerja por debajo del nivel superior del baño.--  
25. Es preferible inyectar el gas por debajo de la superficie --  
de la masa fundida con el uso de una serie de toberas. El --  
empleo de una tobera sumergida no constituye de por sí una-  
novedad, mostrándose por ejemplo en la patente estadounidense  
30. se nº 2.855.293, que describe un dispositivo de inyección --  
de gas que penetra en la masa del metal fundido desde el --

404697



fondo o paredes laterales del recipiente de tratamiento. El objetivo principal de tal disposición es el de prolongar -- la duración e integridad del inyector mediante la aplica-- ción de elevadas presiones al gas, sirviendo el efecto refri-- gerante de los chorros a elevada presión para asegurar la in-- tegridad de la tobera inyectora. La patente estadounidense-- nº 3.128.324 describe un método en virtud del cual los gases son inyectados a través de una tubería inferior y de una --- lanza sumergida por la parte superior a efectos de purifica-- ción del metal. La patente de igual nacionalidad nº 3.227.547 a  
5.  
10.  
15.  
20.

describe varias modificaciones de un dispositivo inyector -- que incorporan un sistema de aletas que sirven para agitar -- la masa fundida durante la desgasificación del metal e igual-- mente comunican una fuerza cortante a la corriente gaseosa -- al emerger de unos pequeños orificios situados a varios nive-- les de la porción sumergida de una lanza vertical sumergida-- por su parte superior. Las aletas sirven también de planos-- de colisión para las burbujas de gas salientes. A fin de --- asegurar una buena dispersión de las burbujas dentro del ba-- ño, es necesario poner en rotación la lanza o el recipiente-- del metal o ambos entre sí.

Los dispositivos y métodos descritos en las paten-- tes de la técnica anterior, aunque prácticos, no tienen nece-- sariamente por resultado una máxima agitación y un máximo --- tiempo de retención de las burbujas (es decir, un máximo -- área interfacial gas-líquido) para conseguir una máxima reac-- ción del gas con las impurezas de la masa fundida.

25.

De acuerdo con la presente invención, se proporci-- na un método para la inyección de un gas reactivo en un bañ-- o metálico que eleva al máximo la eficiencia de reacción median--

30.

404697



te inyección del gas en el baño de metal en forma de pequeñas burbujas y mediante distribución de las burbujas gaseosas generadas en una sustancial porción del líquido para mezclar y agitar el baño y lograr así una homogeneidad química. Además, controlando la trayectoria de las burbujas inyectadas dentro del baño, puede incrementarse el tiempo de permanencia de aquellas para promover una completa reacción de la fase gaseosa con el líquido circundante, al tiempo que se evita la incidencia de las burbujas sobre el revestimiento refractario del recipiente de reacción, que de lo contrario podría causar la erosión de tal revestimiento.

Específicamente, se proporciona un método de inyección de un gas descarburizante o similar en un baño de metal fundido, que comprende las operaciones de disponer una tobera dotada de un diámetro determinado por un ritmo de flujo gaseoso conocido y un deseado número Reynolds de acuerdo con la ecuación:

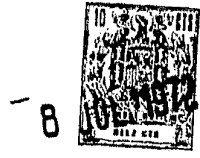
$$N_{Re} = \frac{4W}{\pi d_o \mu}$$

donde:

- $N_{Re}$  es el número Reynolds deseado
- $W$  es el ritmo de flujo gaseoso y
- $\mu$  es la viscosidad del gas.

Se dispone una tobera de un diámetro determinado de acuerdo con la anterior ecuación, de tal manera que se proyecte al interior del baño de metal fundido y quede sumergida en el mismo. La presión del gas forzado a través de la tobera se controla luego teniendo en cuenta las deseadas penetraciones horizontales y verticales de los choques.

404697



rros de burbujas desde la tobera, de acuerdo con las siguientes ecuaciones empíricamente derivadas:

$$L_v = 0,527 + 0,87 P_0 d_0 \text{ Cos } \theta$$

y

$$L_h = 4,16 + 1,526 P_0 d_0 \text{ Sen } \theta$$

5.

donde:

$L_v$  y  $L_h$  son las penetraciones vertical y horizontal, respectivamente.

$P_0$  es la presión del gas suministrado a la tobera.

10.

$d_0$  es el diámetro de la tobera, determinado como anteriormente se indica, y

$\theta$  es el ángulo de la tobera respecto a la vertical.

15.

Los citados objetos y características de la invención, y otros más, resultarán evidentes con la siguiente descripción detallada, considerada en relación con los adjuntos dibujos que forman parte de esta Memoria, en los cuales:

20.

La figura 1 es una vista en sección transversal de una tobera u orificio de un solo chorro, insertada a través de la pared de un recipiente que contiene un baño de metal a purificar, de tal manera que el chorro de fluido formado emerge dentro del volumen de líquido.

25.

La figura 2 es una vista en sección transversal de un baño de metal fundido en el que se inyectan dos o más chorros de gas a través de varias toberas de un solo-orificio distribuidas alrededor de la circunferencia del recipiente de reacción, de manera que cada chorro cubre una porción restringida del volumen de líquido.

30.

404697



5. La figura 3 es una vista en sección transversal de un baño de metal fundido suministrado por uno o más --  
inyectores laterales de orificios múltiples, de modo que la cobertura del baño por las burbujas está determinada --  
por la manera de distribución y el ángulo de inclinación de los respectivos orificios en el armazón de los inyectores.

10. La figura 4 es una vista en sección trasversal de un baño de metal fundido suministrado con un gas de --  
reacción mediante un orificio situado al final de una lanza vertical de suministro del mismo, presentando una inclinación el eje del orificio y del chorro saliente con --  
un ángulo adecuado respecto al eje vertical de la lanza.

15. La figura 5 es una vista en sección transversal de un baño de metal fundido, que muestra una lanza sumergida en el mismo, que está equipada con una serie de orificios inclinados con ángulos adecuados respecto al eje --  
de la lanza, de manera que el chorro de cada orificio -- emerge paralelamente al eje del orificio.

20. La figura 6 es una vista en sección transversal que muestra una lanza sumergida dentro de un baño de metal fundido y provista de chorros arremolinados, comprendiendo una serie de orificios, cada uno de los cuales se caracteriza por un codo de un determinado ángulo incluído;  
25. y

La figura 7 es un trazado del número Reynolds -- de los orificios frente al diámetro medio de las burbujas, para varios diámetros de orificios.

30. Con referencia ahora a los dibujos y, particularmente a la figura 1, se muestra un recipiente de reac-

404697



ción que comprende una envoltura exterior 10 de acero o material análogo, provista de un revestimiento refractario interior 12. El extremo superior del recipiente de reacción 10 está abierto en 14 para permitir el escape de gases, --

5. ordinariamente a través de una cubierta que tapa la abertura 14. Dentro del recipiente de reacción hay un baño de metal fundido 16, tal como acero fundido a purificar. El gas refinador, tal como oxígeno, se inyecta en el baño de metal fundido 16 a través de un inyector lateral que comprende --

10. un dispositivo de tobera refractaria 18 que se proyecta a través del lado del recipiente de reacción junto al fondo del mismo. Cuando se fuerza así oxígeno a través de la tobera 18, genera unas burbujas dentro del citado baño, indicándose la envoltura de tales burbujas en su conjunto por el número de referencia 20. Como se verá, la presente invención proporciona un medio para asegurar la generación --

15. de burbujas turbulentas de diámetro esencialmente constante destinadas a asegurar una completa reacción del agente gaseoso, tal como oxígeno, con impurezas presentes en el --

20. baño de metal 16. Además, la invención proporciona un medio para controlar la penetración de burbujas dentro del baño. A este respecto, si la penetración es demasiado grande, de manera que la envoltura de las burbujas corte el --

25. revestimiento refractario 12, el oxígeno contenido en tales burbujas oxidará y erosionará tal revestimiento.

En la figura 2 se muestra otra versión de la invención en la que los elementos correspondientes a los de la figura 1 se identifican por los mismos números de referencia. Sin embargo, en este caso una serie de toberas 22 --

30. está circunferencialmente espaciada alrededor del fondo --

404697



- del recipiente de reacción para producir una serie de penetraciones de burbujas. Con esta disposición, el metal fundido del baño 16 se elevará por el centro y luego circulará descendientemente a lo largo de las paredes del recipiente de reacción hasta el fondo (a lo largo de la dirección marcada por las flechas 17), desde donde se eleva de nuevo por el centro, asegurando así un completo mezclado del baño de metal fundido y la reacción de las burbujas gaseosas con las impurezas contenidas en la masa fundida.
- 5.
10. En la figura 3 se muestra otra versión de la invención en la que la operación es esencialmente igual a la de la figura 2, pero en la que cada tobera 24, circunferencialmente espaciada alrededor del fondo del recipiente de reacción, está provista de una serie de orificios 26. Este
15. permite un mezclado adicional y más completo de las burbujas con el baño de metal fundido 16.
- Los inyectores laterales mostrados en las figuras 1 a 3 generan unos trazados de circulación del líquido, mostrados por las flechas 17 en la figura 2, que siguen --
20. estrechamente la trayectoria de las burbujas dentro de la masa líquida ascendientemente por el centro. El flujo de -- líquido desciende luego a lo largo de las paredes del recipiente, donde están situados el inyector o inyectores. Por consiguiente, siempre que la penetración del chorro se extienda por la menos hasta la mitad del diámetro del reci--
25. piente, tendrá lugar una circulación y mezclado continuos del líquido. Aunque pueden usarse de acuerdo con la invención inyectores laterales tales como los mostrados en las figuras 1 a 3, ordinariamente tienen por resultado la salpicadura y derremamiento de una gran cantidad de líquido --
- 30.

404697 18



5. fuera del recipiente a unos elevados ritmos de flujo delgas. Además, cuando se usa un solo inyector como en la figura 1, o cuando se sitúan varios inyectores alrededor del recipiente, de tal manera que las fuerzas de reacción generadas por los chorros no se contrarresten exactamente -- entre sí, se produce un indeseable movimiento oscilante -- del recipiente que a veces resulta violento, dando lugar -- a más salpicaduras y derramientos.

10. En consecuencia, aunque no absolutamente necesario, es deseable utilizar una lanza sumergida en la parte superior, tal como la mostrada en las figuras 4 a 6. Como se ilustra en la figura 4, el gas se suministra al baño de líquido 16 a través de un solo orificio 28 situado al final de una lanza vertical 30 e inclinado con un ángulo  $\theta$  --  
15. respecto al eje vertical de la lanza. Como se verá, el valor de  $\theta$  está determinado por el tamaño del baño (en términos de profundidad y anchura), que a su vez determina las componentes vertical y horizontal de penetración del chorro. El dispositivo ilustrado en la figura 4 efectúa una adecuada dispersión de las burbujas, siempre que se utilicen los principios de la invención, así como un movimiento de circulación del líquido que sigue estrechamente la trayectoria de las burbujas. Sin embargo, para asegurar un óptimo mezclado del baño, la efectiva penetración horizontal del chorro deberá ser igual por lo menos a un tercio de la distancia desde los orificios a la opuesta pared del recipiente y la penetración efectiva vertical deberá ser igual por lo menos a un tercio de la profundidad del baño.

20. Los dispositivos ilustrados en las figuras 5 y 6  
30. comprenden variaciones de lanzas de múltiples chorros sumer

404697



1972

5. gidas por la parte superior. En la figura 5, una lanza 32-  
 está provista de una serie de chorros o toberas 34 circun-  
 ferencialmente espaciadas en su fondo. Las características-  
 de cada chorro son similares a las de la figura 4 y ángulo  
 de inclinación  $\theta$  de los orificios varía de 0 a 180° (es --  
 decir, verticalmente hacia arriba), dependiendo del valor-  
 adecuado de  $\theta$ , determinado de la manera que se describirá-  
 más adelante.

10. El dispositivo de la figura 6 es una modifica- -  
 ción del ilustrado en la figura 5, presentando todas las -  
 características de salpicadura, dispersión de burbujas y -  
 circulación del líquido de éste último. Comprende una serie  
 de chorros o toberas 36 que se proyectan hacia el exterior-  
 desde el lado de una lanza sumergida 38. Cada tobera 36 tie-  
 15. ne una primera porción 36A inclinada hacia abajo y extendi-  
 da en un plano alineado con el eje de la lanza 38 y una se-  
 gunda porción 36B que se extiende descendientemente y hacia-  
 atrás (es decir, sesgada respecto al eje de la lanza). De -  
 esta manera, el gas que sale de las toberas 36 produce una-  
 acción rotatoria, arremolinada, dentro del baño, que permi-  
 20. te un excelente mezclado y agitación sin salpicaduras.

Como se indicó anteriormente, es deseable, a fin-  
 de elevar al máximo el área interfacial gas-metal, inyectar  
 el agente reactivo gaseoso en el baño de metal para produ-  
 25. cir un gran número de burbujas turbulentas relativamente pe-  
 queñas. El diámetro de las burbujas la turbulencia están a-  
 su vez en función del diámetro y número Reynolds de flujo -  
 del orificio, que se define así:

30. (1) 
$$N_{Re} = \frac{v d_o \rho}{\mu} = \frac{4W}{\pi d_o \mu}$$

404697



donde:

$N_{Re}$  = número Reynolds

$V$  = velocidad de salida del chorro gaseoso

$d_o$  = Diámetro del cuello del orificio o tobera

5.

$e$  = densidad del gas

$\mu$  = viscosidad del gas, y

$W$  = ritmo de flujo de la masa gaseosa.

La variación del diámetro medio de las burbujas-  
en función del número Reynolds y diámetro del orificio se-  
muestra en la figura 7. Cuando el número Reynolds  $N_{Re}$  es -  
10. inferior a 10.000, se produce un flujo laminar y cuando di-  
cho número excede de la citada cifra tiene lugar una turbu-  
lencia. Además, se observará en la zona del flujo laminar-  
(es decir, un número Reynolds inferior a 10.000) que el --  
diámetro medio de burbujas está en función del diámetro de  
15. los orificios, por lo menos hasta que el número Reynolds -  
alcanza un valor 4000. En todos los casos, el tamaño de las  
burbujas está en función solamente del sistema físico y con-  
diciones del flujo gaseoso a través del mismo, independien-  
temente de las propiedades del líquido en que se forman las  
20. burbujas.

Por la anterior ecuación (1) y la figura 7, puede  
verse que el diámetro medio de las burbujas generadas pue-  
de controlarse predecible y convenientemente haciendo que  
el flujo gaseoso tenga lugar de tal manera que el número -  
25. Reynolds de flujo de los orificios se encuentre en la zona  
turbulenta (es decir, por encima de 10.000), independiente-  
mente del tamaño de orificio. Bajo estas condiciones, las -  
burbujas serán inferiores a un diámetro de 4,57 mm. Es decir,  
30. el diámetro  $d_p$  de las burbujas para un flujo gaseoso turbu-

404697



lento se define así:

(2)  $d_b = 0,28 N_{Re} - 0,05$

5. Al diseñar un adecuado sistema de inyección, es primeramente necesario determinar el ritmo de flujo de la masa gaseosa, que a su vez dependerá del volumen y características metalúrgicas del baño de metal fundido. Una vez determinado esto, puede calcularse el correcto diámetro de los orificios a partir de la ecuación (1) anterior, usando un número Reynolds de 10.000 ó mayor. En el caso en que se empleen orificios múltiples, el diámetro de ellos, determinado de acuerdo con la ecuación (1) anterior, será el diámetro de cada uno de los orificios individuales.

10. Para la mayoría de los gases de importancia metalúrgica, las variaciones de densidad y viscosidad bajo idénticas condiciones de flujo son pequeñas. Por consiguiente, el número Reynolds depende en gran parte de la velocidad del flujo gaseoso, del diámetro de orificio y del ritmo de flujo de la masa gaseosa. El diámetro de orificio está regido por el deseado ritmo de flujo gaseoso a través del mismo, que a su vez está en función de la presión de accionamiento por detrás del cuello del orificio. Cuando la relación entre la presión absoluta inmediatamente por delante del cuello,  $P_0$ , y en el orificio de salida  $P$ , es inferior al valor crítico dado por:

25. 
$$\frac{P}{P_0} = \left[ \frac{2}{k + 1} \right]^{\frac{k}{k-1}}$$

30. donde  $k$  es la relación entre el calor específico del gas a presión y volumen constantes, entonces el ritmo teórico-máximo de flujo de la masa gaseosa a través del orificio viene dado por:

404697

8 J



(4) 
$$W = \left[ \frac{gk}{RT} \left( \frac{2}{1+k} \right)^{\frac{k+1}{R-1}} \right]^{1/2} \cdot PA$$

donde:

- 5. A = área transversal del cuello del orificio
- g = constante gravitatoria
- R = constante del gas, y
- T = temperatura del gas.

10. Para la mayoría de los gases diatómicos de valor metalúrgico, la relación del calor específico es igual a 1,404 y si se supone una temperatura del gas de 15,5°C la anterior expresión en la ecuación (4) puede transformarse en términos del ritmo de flujo de volumen de gas por minuto, Q, y el diámetro d<sub>0</sub> del cuello del orificio, como sigue:

15.

(5) 
$$Q' = 13,5 P_0 d_0^2$$

20. Cuando la relación de presión es inferior al valor crítico definido por la anterior ecuación (3), la velocidad del chorro de gas en el cuello del orificio es sónica y la velocidad de salida del chorro es por lo menos sónica, dependiendo del específico diseño de orificio empleado. Unas toberas convergentes y orificios rectos no son capaces de proporcionar velocidades de salida de chorro de un orden supersónico. Por consiguiente, el número Reynolds de flujo gaseoso a través de orificios de estos diseños se controla mediante el ritmo de flujo gaseoso y el diámetro del orificio. Sobre esta base puede calcularse el diámetro del orificio de acuerdo con la anterior ecuación (1). Por otra parte, las toberas convergentes-divergentes pueden generar chorros supersónicos a relaciones de presión infe---

25.

30.



riores al valor crítico dado por la ecuación (3).

El diseño de una sección divergente de una tobera supersónica está regida por la relación:

5.

$$(6) \quad d_e = d_o \left[ \frac{\left[ 1 - \left( \frac{P}{P_o} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]^{1/2} \cdot \left( \frac{P}{P_o} \right)^{\frac{1}{k}}}{\left( \frac{k-1}{2} \right)^{1/2} \cdot \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}} \right]^{1/2}$$

10.

donde:

$d_e$  es el diámetro de salida de la tobera y los otros símbolos son iguales a los anteriormente definidos. - La velocidad teórica alcanzable en la salida de la tobera, siendo sónica la velocidad en el cuello, viene dada por:

15.

$$(7) \quad V = \sqrt{\frac{k+1}{k-1}} \left[ 1 - \left( \frac{P}{P_o} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]^{1/2} \cdot V_s$$

20.

donde:

$V_s$  es la velocidad sónica a la temperatura y presión del gas.

Por consiguiente, es evidente que la velocidad de salida  $V$ , la presión  $P_o$  de accionamiento del chorro, los diámetros de salida y del cuello del orificio y el ritmo de flujo del gas a través del orificio son todos ellos susceptibles de un fácil control. Por consiguiente, el diámetro medio de las burbujas es predecible y controlable y el diámetro  $d_o$  del orificio puede calcularse a partir de las anteriores ecuaciones.

25.

30.

404697

8 JUL



5. Como se indicó anteriormente, es también necesario determinar la penetración de las burbujas turbulentas dentro del baño a fin de evitar el contacto de las mismas con las paredes refractarias del recipiente y asegurar un mezclado circulatorio de las burbujas con la masa fundida. Se ha determinado empíricamente que en baños de metal fundido la penetración vertical  $L_v$  y la penetración horizontal  $L_h$  están regidas por las siguientes ecuaciones:

10. (8)  $L_v = 0,527 + 0,87 P_o d_o \text{ Cos } \theta$   
(9)  $L_h = 4,16 + 1,526 P_o d_o \text{ Sen } \theta$

donde:

$\theta$  es el ángulo de inclinación de la tobera, como se ilustra en la figura 4.

15.  $P_o$  es la presión inmediatamente por delante del cuello de la tobera, y

$d_o$  es el diámetro de la tobera o los diámetros-acumulativos de las toberas en el caso de sistemas de toberas de chorros múltiples.

20. En la práctica de la invención, es primeramente necesario determinar el ritmo de flujo de la masa gaseosa, que depende del volumen y características metalúrgicas -- del baño de metal fundido a tratar. Apartir de esta información y de un número Reynolds seleccionado, ordinariamente 10.000 ó superior, puede seleccionarse el diámetro de tobera  $d_o$  por la ecuación (1) anterior en el caso de una tobera recta, o por la ecuación (6), en el caso de una tobera divergente. Una vez determinado el diámetro de la tobera, y mediante una consideración de las deseadas penetraciones horizontal y vertical definidas por las ecuaciones (8) y (9), puede determinarse la presión deseada  $P_o$  -

25.

30.

404697

8



5. por delante del cuello y controlarse mediante un regulador de presión situado por delante de la tobera o lanza sumergida en el baño de metal. Controlando la presión, por consiguiente, puede controlarse la penetración deseada y como se ha seleccionado el diámetro de la tobera para asegurar unas condiciones de burbujas turbulentas, siendo esencialmente constante el diámetro de las mismas, puede controlarse un proceso de refinado u otro tratamiento del baño de metal para conseguir una máxima eficacia.

10. Puede verse por consiguiente que la invención proporciona un medio para suministrar una cantidad determinada de gas a un especificado ritmo de flujo y presión de accionamiento a través de uno o más orificios sumergidos por debajo de la superficie de un baño de metal líquido a tratar, determinando la salida de la fase gaseosa a la masa de líquido en forma de chorro a elevada velocidad. La fase gaseosa, al encontrar la masa líquida, se disocia en burbujas de pequeño diámetro que recorren el baño líquido de manera controlada y predeterminada. Durante el período de contacto líquido-gas tienen lugar unas interacciones químicas o de otra naturaleza, que tienen por resultado la purificación de la especie líquida.

15. Aunque se ha mostrado la invención en relación con ciertas versiones específicas, resultará evidente para los expertos en la materia que pueden efectuarse varios cambios en las operaciones del método para adaptarse a determinados requisitos sin apartarse del espíritu y ámbito de la invención.

N O T A

20. La Patente de Invención que se solicita por vein

404697 8 JUL 1972



- te años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "METODO DE INYECCION DE UN GAS DESCARBURIZANTE EN UN BAÑO DE METAL FUNDIDO", con Prioridad de la Demanda de Patente en U.S.A., Serial nº 161.040 de fecha 9 de Julio de 1.971, según las características esenciales de las siguientes:

REIVINDICACIONES

10. 1ª.- Método de inyección de un gas descarburizante en un baño de metal fundido, que comprende las operaciones de disponer una tobera de un diámetro determinado por un ritmo de flujo gaseoso conocido y un número Reynolds deseado, disponer dicha tobera de tal modo que se proyecte al interior del citado baño de metal fundido y quede sumergida en él y, mediante una consideración de la deseada penetración del chorro de burbujas desde la tobera, controlar la presión de un gas suministrado a aquella para conseguir la penetración deseada.

20. 2ª.- Método de inyección de un gas descarburizante en un baño de metal fundido, según la reivindicación 1ª, en el que el diámetro de dicha tobera está determinado por un conocido ritmo de flujo gaseoso y el deseado número Reynolds, de acuerdo con la ecuación:

$$N_{Re} = \frac{4W}{\pi d_o \mu}$$

25. donde  $N_{Re}$  es el número Reynolds deseado, W es el ritmo de flujo gaseoso y  $\mu$  es la viscosidad del gas.

30. 3ª.- Método de inyección de un gas descarburizante en un baño de metal fundido, según la reivindicación 1ª, en el que la presión del gas suministrado a la tobera está determinada y controlada de acuerdo con las ecuaciones:

404697



$$L_v = 0,527 + 0,87 P_o d_o \text{ Cos } \theta$$

$$L_h = 4,16 + 1,526 P_o d_o \text{ Sen } \theta$$

donde  $L_v$  es la penetración vertical de las burbujas,  $L_h$  es la penetración horizontal de las mismas,  $d_o$  es el diámetro de la tobera y  $\theta$  es el ángulo de inclinación de la tobera respecto a la horizontal.

5.

4ª.- Método de inyección de un gas descarburizante en un baño de metal fundido, según la reivindicación 2ª, en el que hay una serie de toberas y la cantidad  $d_o$  comprende el diámetro de cada tobera individual.

10.

5ª.- Método de inyección de un gas descarburizante en un baño de metal fundido, según la reivindicación 1ª, en el que dicha tobera se proyecta a través de una pared lateral de un recipiente que contiene al referido baño de metal fundido.

15.

6ª.- Método de inyección de un gas descarburizante en un baño de metal fundido, según la reivindicación 1ª, en el que la citada tobera se dispone en el fondo de una lanza que se proyecta al interior del baño de metal fundido y a través de su superficie.

20.

7ª.- METODO DE INYECCION DE UN GAS DESCARBURIZANTE EN UN BAÑO DE METAL FUNDIDO.

Según queda sustancialmente descrito en la pre-

...../.....

Rey

404697



sente Memoria Descriptiva, que consta de veinte hojas, -  
escritas a máquina por una sola cara y acompañada de di-  
bujos.

*Rey*

5.

Madrid, 8 JUL. 1972

ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES, INC.

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P.P.

Firmada: M.<sup>a</sup> Dolores Jerquera

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over the typed name "FRANCISCO GARCIA CABRERIZO". The signature is highly cursive and difficult to decipher.



8

FIG. 1.

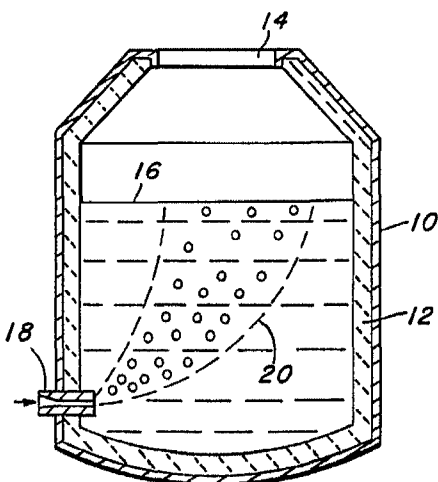


FIG. 2.

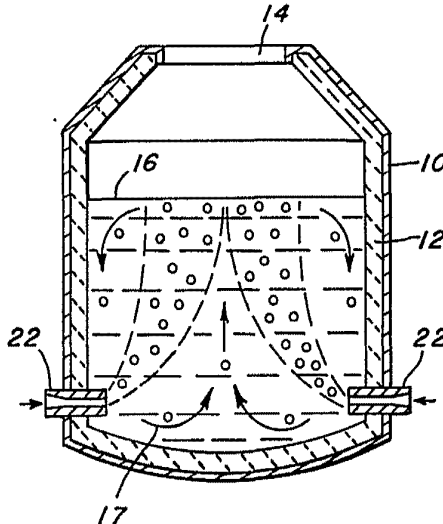


FIG. 3.

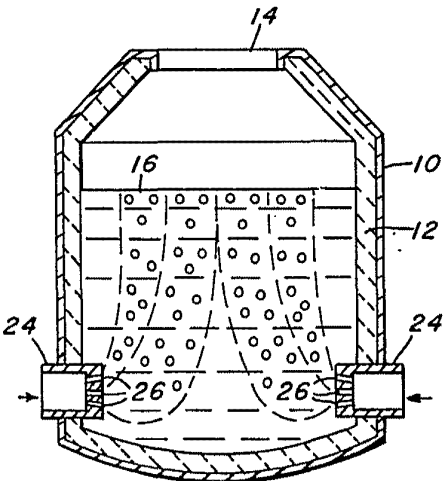
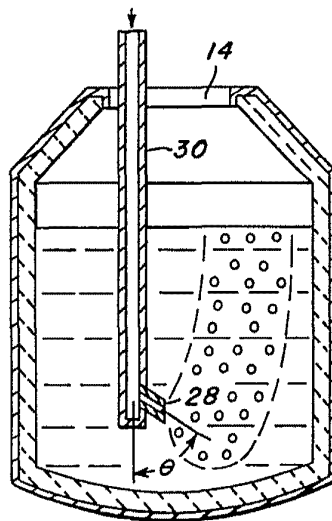


FIG. 4.



18 JUL. 1972

Madrid.  
ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES, INC  
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P. P.

Firmado: M.ª E.ª Jorquera

Escala variable

FIG. 5.

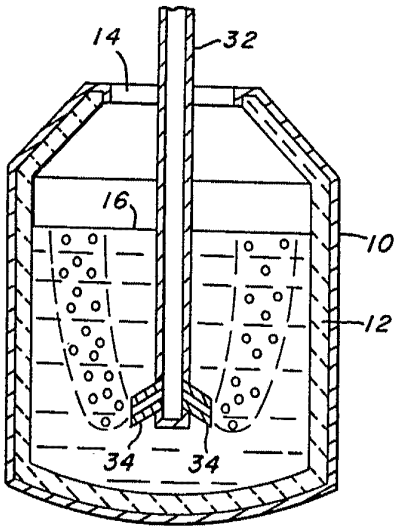
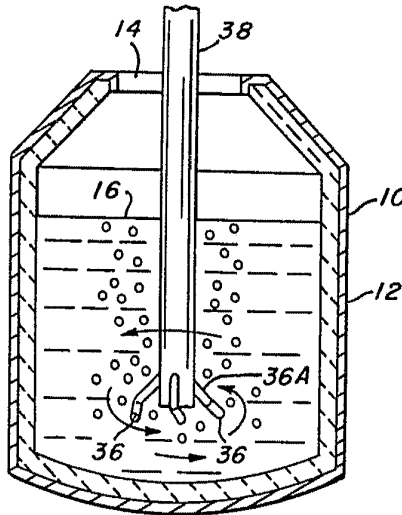
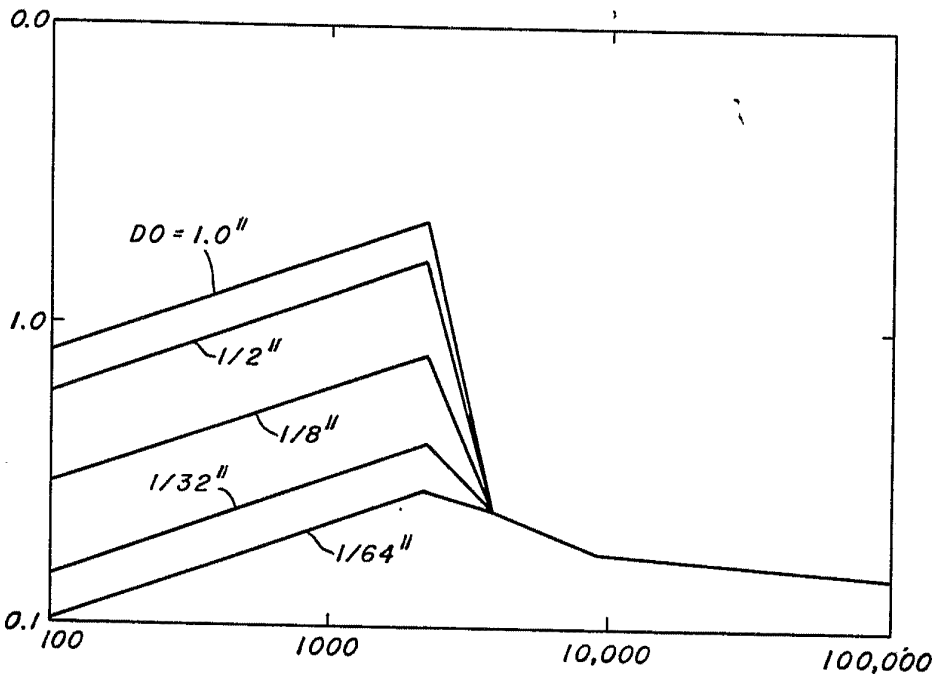


FIG. 6.



8 JUL 1972

FIG. 7.



8 JUL. 1972

Madrid.  
ALLEGHENY LUDLUM INDUSTRIES INC  
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P. P.

*[Handwritten signature]*

Firmado: M.ª Dolores Jarquera

Escala variable