



193343

EB.-

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

193343

MEMORIA DESCRIPTIVA

para una patente de Invención, por veinte años, en España, por:  
= Procedimiento para regular los procesos en los hornos de torre =  
a favor de los Sres. Dr. Heinrich Koppenberg y Dr. Werner Wenzel;  
residentes en Karlsruhe/Baden (Alemania) Kaiserallée, 34.

= : = : = : = : = : = : = : = : = : =

Los hornos de torre o pozo se caracterizan porque en la boca o tragante del horno se entrega un material de carga consti-  
tuido por diversos componentes, porque dicho material se hunde  
en el horno, allí se calienta y porque en el curso del descen-  
so reaccionan entre sí los diversos componentes del material de  
carga o reaccionan con los gases ascendentes en la torre.

A continuación se demuestra que los diversos procesos del  
horno solo pueden verificarse convenientemente y obtenerse efec-  
tos determinados cuando se consigue hacer funcionar el horno de  
modo que determinados componentes sólidos, líquidos o gasiformes  
no puedan reaccionar entre sí absolutamente nada o solamente en  
condiciones determinadas. La dirección del proceso del horno en  
este sentido presupone la posibilidad de separar entre sí espa-

5

10

193343

2. -



cialmente los diversos componentes reaccionantes en determinadas zonas del horno. Este es un problema que parece al principio que no puede conseguirse con el carácter de un horno de torre, pues las condiciones de este se caracterizan precisamente por una mezcla íntima e irregular de todos los componentes de la reacción. Pero el estudio del problema ha demostrado que un horno de torre permite dirigir su trabajo, diferenciándolo espacialmente del modo indicado. Para esto nos fundamos ante todo en el hecho de que dosificando adecuadamente las cantidades pueden descender en una torre dos medios sólidos de naturaleza granular contiguos sin mezclarse de modo apreciable. Pero precisamente se tienen las condiciones para que tenga lugar ya una mezcla de los medios contiguos descendentes y se produzca una confusión completa de la superficie separadora y finalmente una mezcla intensa de los medios, cuando en un largo recorrido se mueven hacia abajo contiguos sin una pared separadora. De aquí la importancia de llegar al conocimiento de que el proceso del horno se ha de conducir de modo que los medios sólidos, que no deben mezclarse entre sí, pero que por motivos especiales (por ejemplo el paso libre del gas, la temperatura demasiado elevada, el ataque de corrosión) no pueden tener entre sí una pared sólida separadora, se hayan de mover hacia abajo contiguos en el pozo en un trayecto lo más corto posible. Como medio más importante para lograr la separación descrita de los componentes de la reacción en un horno de torre o pozo, se utiliza según el invento uno (o varios) tubo de guía generalmente cilíndrico, el cual llega desde el tragante hasta la profundidad del horno, en general hasta un poco por encima de la zona de fusión del mismo horno, y en el cual se conduce hacia abajo una parte del material de carga, la parte que no debe reaccionar con la demás carga en la parte



superior del horno.

A continuación se indica una serie de ejemplos de ejecución de la idea del invento.

A. Horno de torre para la obtención de gas y hierro:

5 Se conocen procedimientos para la obtención de gases combustibles y otros adecuados para síntesis, en los que las escorias se expulsan en forma líquida. Como materia bruta para estos procedimientos se utiliza coque en la mayoría de los casos.

10 Aunque bajo el punto de vista técnico y económico tiene gran importancia el gasificar directamente carbón en lugar de coque, estas ideas no se han podido llevar a la práctica en la mayoría de los casos. Y esto de modo especial o cuando el carbón contiene en notable cantidad elementos de grano fino o cuando en la coquización se desmenuza en coque de granos finos. De ordinario  
15 al gasificar estos carbones se produce en el generador cierta cantidad de escoria fundida y de coque fino, que forma adherencias y obstruye el generador o gasógeno.

20 En muchos casos para remediar este inconveniente se ha comprobado ser una buena medida incorporar al lecho de fusión mineral de hierro o sustancias que contengan óxido de hierro. Este óxido de hierro se reduce en la escoria fundida por las partículas de carbón fino encerradas en ella, con lo cual estas mismas partículas se consumen y por eso se eliminan del proceso de gasificación por ser motivo de perturbación.

25 Además de asegurar la marcha buena del horno, la incorporación de mineral de hierro al lecho de fusión de un gasógeno de sangría, se considera también conveniente para obtener, junto con la producción de gas, hierro bruto como producto secundario. De este modo pueden producirse cantidades considerables de hierro  
30 bruto junto con el producto principal del gasógeno, el gas, sin

193343

4. -



que se dificulte el rendimiento gaseoso del mismo gasógeno. El hierro bruto obtenido de este modo es muy económico, pues se produce con carbón en lugar de consumir coque como de ordinario, y prácticamente no está grabado por coste de capital.

5 Si en conformidad con las ideas anteriores al lecho de fusión de un generador de sangría se incorpora mineral de hierro, entonces de modo análogo a lo dicho anteriormente, tiene lugar en la torre del alto horno para hierro una acción química recíproca entre el gas y los óxidos de hierro ya por encima de la zona de fusión del generador. Por el óxido de carbono y por el hidrógeno -generalmente existente- se reducen parcialmente los óxidos de hierro en los gases que ascienden por la torre del generador. (Reducción indirecta). Aquí se transforman porciones correspondientes del gas en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Esto supone un empeoramiento de la calidad del gas -y siempre que el óxido de hierro tenga el cometido de purificar la escoria fundida de las partículas de carbón suspendidas -reducción directa- un efecto reducido del mineral de hierro para garantizar la marcha imperturbada del horno. Mientras que en la producción de gas de calefacción no tiene consecuencias importantes el empeoramiento de la calidad por reducción indirecta en la torre, es intolerable cuando se trata de producir gas para síntesis en el generador de sangría con auxilio de oxígeno y vapor de agua. En este caso la disminución del contenido en  $\text{CO}$  y  $\text{H}_2$  y el correspondiente aumento del  $\text{CO}_2$  y el  $\text{H}_2\text{O}$  resulta inconveniente y perjudicial por lo que respecta a las siguientes fases del procedimiento. Es por consiguiente muy aconsejable el buscar para realizar un proceso de gasificación en el horno de torre medios con los que se suprime lo más posible la reducción indirecta en la torre. Según esta propuesta el problema presente se resuelve del siguiente modo:

10

15

20

25

30

193343

5. -



El mineral de hierro necesario para verificar la gasificación o para la cantidad de hierro bruto que se ha de producir, se incorpora a la zona de fusión del generador sin que tenga la oportunidad de entrar en reacción con los gases reductores en la torre del generador. Esta medida se permite gracias a que el mineral de hierro se introduce en el generador separándolo del carbón y se lleva por uno varios tubos a la torre del generador hasta muy cerca y por encima de la zona de fusión. Estos tubos reciben tales dimensiones que se garantiza el resbalamiento seguro del mineral en ellos. Por su parte inferior deben ser de material refractario. Después de abandonar al tubo protector, el mineral de hierro tiene solo pequeña posibilidad de entrar en reacción con los gases reductores hasta que llega a la zona de fusión. Desciende como columna de mineral esencialmente cerrada y finalmente se funde. Las posibilidades de reacción son tanto menores cuanto más fina es la granulación del mineral, pues con mineral fino el gas se ve impedido de penetrar en la columna del mismo mineral. Por consiguiente el proceso descrito de gasificación trabaja favorablemente empleando minerales de finos granos y desmenuzados, circunstancia muy digna de tenerse en cuenta bajo el punto de vista de la economía.

El procedimiento propuesto permite una variante que resulta especialmente favorable cuando se trata de producir grandes cantidades de hierro bruto como producto secundario, o cuando por ejemplo en los hornos de pozo bajo servidos con oxígeno, se ha de producir hierro como producto principal y gas de la mejor calidad posible como producto secundario. El carbón para la gasificación en el generador o en los hornos de pozo bajo debe tener un tamaño en los trozos no inferior a 5 mm., en cuanto sea posible, superior a 10 mm. El procedimiento propuesto ofrece la va-

193343

6. -



5 liosa posibilidad de aprovechar en el procedimiento el carbón fi-  
no. Este carbón fino y el mineral fino se mezclan entre sí y se  
parados del carbón en trozos se introducen en el generador por  
los tubos descritos que llegan profundamente hasta el pozo del  
mismo generador.

10 A medida que la mezcla de mineral y carbón al descender  
en el pozo se calienta a través de la pared del tubo, comenzando  
por unos 700°, tiene lugar la reducción directa del óxido de hie-  
rro por el carbón. Por abajo a partir de la zona de reducción,  
los tubos preferentemente se perforan para permitir la salida al  
pozo, de los gases originados en la reacción.

15 Cuando se han de producir grandes cantidades de hierro  
es conveniente entre otras cosas cargar el mineral en trozos grue-  
sos con el carbón en trozos, con el fin de llevar directamente a  
la zona de fusión del horno el mineral de hierro o una mezcla de  
mineral fino con carbón fino a través de los tubos de conducción.

20 Con las dimensiones dadas del horno de pozo y con la dis-  
posición propuesta para la introducción directa del mineral en la  
zona de fusión, la cantidad de mineral de hierro que hay que fun-  
dir por unidad de carbón gasificado depende grandemente de la tem-  
peratura que reina en la zona de fusión. La cantidad de mineral  
de hierro es tanto mayor cuanto más elevada es la temperatura.  
En la gasificación con oxígeno pueden lograrse temperaturas más  
altas por delante de los moldes, las cuales permiten regularse  
25 incorporando cantidades convenientes de vapor de agua para obte-  
ner temperatura del grado requerido.

30 Para la carga del mineral o de la mezcla de mineral y car-  
bón junto con carbón para la gasificación, existen diversas posi-  
bilidades. La forma de ejecución es distinta según que los tubos  
o el tubo protector se conduzcan perpendicularmente hacia arriba

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

193343

7. -



por debajo del dispositivo de carga, o se saquen del pozo oblicua-  
mente por el lado. Se obtiene un dispositivo muy sencillo para  
la carga cuando se elige la disposición ilustrada en el croquis I.  
Un tubo vertical central se dispone en el centro del pozo. El dis-  
positivo de carga compuesto de los elementos conocidos, vierte to-  
da la carga en el tubo central. El efecto perseguido puede lograr-  
se con este dispositivo siguiendo el procedimiento de carga des-  
crito a continuación:

Quando el contenido del pozo ha descendido tanto que el  
tubo central puede ya recibir una nueva carga, se entrega una car-  
ga de mineral o de mezcla de mineral y carbón. De este modo el  
tubo central se llena de nuevo hasta arriba. A continuación se  
carga el carbón en trozos, el cual, como el tubo central está lle-  
no, cae totalmente en el espacio anular del pozo. Es también posi-  
ble cambiar las dos composiciones de la carga y entregar al tubo  
central el carbón en trozos, mientras el espacio anular reciba  
la mezcla de mineral y carbón. Esta solución se presta de modo  
especial cuando el hierro es el producto principal del horno.

Otra conformación del dispositivo de carga consiste en  
proveer al tubo central de una tapa que pueda moverse desde fuera  
del horno, de suerte que deje libre la boca del tubo central cuan-  
do esto se requiera para la carga.

El dibujo adjunto I es una vista esquemática del procedi-  
miento propuesto.

En el horno de pozo -1- con las boquillas -2-, la sangría  
-3- y el dispositivo de carga -4- se encuentra el tubo central  
-5-. Por el dispositivo de carga -4- se lleva al espacio anular  
del pozo el carbón en trozos -6- y en el tubo central se introdu-  
ce una mezcla de carbón fino y mineral -7-. La escoria -8- que  
se acumula en el crisol o fondo del horno y el hierro líquido -9-

193343

8. -



se extraen por el agujero de sangría -3-.

B. Horno de torre o pozo para obtener ferroaleaciones y similares.

5 Se ha comprobado que los dispositivos descritos variando convenientemente el proceso, pueden también servir para obtener aleaciones muy valiosas en un horno de pozo, en especial en el servicio con oxígeno.

10 Las condiciones para obtener aleaciones metálicas muy valiosas, como ferrosilicio, ferromanganeso, ferrocromo, ferroaluminio, ferrosilicioaluminio, aluminiosilicio, etc., son las siguientes:

- 15 a/ los correspondientes óxidos metálicos y el carbón reductor deben ponerse en contacto recíproco a la temperatura más alta posible. En la mayoría de los casos la temperatura de reducción es de 2000° C y superior.
- b/ los gases  $O_2$ ,  $CO_2$  y  $H_2O$  fuertemente oxidantes no deben estar presentes en la zona de reducción.
- 20 c/ antes de que el metal reducido desde la zona más caliente del aparato reductor entre en zonas más frías, en las que se somete a la acción de  $CO$ , el material reducido debe hallarse reunido con las porciones mayores de la aleación.
- 25 d/ si uno de los componentes de la reacción se presenta en forma de vapor a consecuencia de la elevada temperatura, de la reducción, entonces otro componente sólido o líquido de la aleación debe hallarse presente en la cámara de reducción para que sea capaz de disolver el vapor metálico en una fase sólida o líquida.

Si algunas de estas condiciones no se cumplen o se cumplen imperfectamente, entonces se perturba el proceso de reducción y

193343

9.



no pueden obtenerse aleaciones o solo de bajo tanto por ciento.

De este modo sorprendente pueden cumplirse las condiciones establecidas para la mayor parte de las aleaciones usuales en la industria en un horno eléctrico de pozo bajo, por lo cual es éste el que hasta ahora se ha empleado exclusivamente para dicho objeto. Pero la reducción en el horno eléctrico de pozo bajo cuesta grandes cantidades de energía eléctrica y por eso es caro y solo puede trabajar económicamente en regiones con precios muy bajos para la corriente. De aquí que constituya un gran proceso el que empleando el procedimiento según el invento puedan las indicadas aleaciones obtenerse también en un horno de pozo bajo servido con oxígeno.

Aún cuando en un horno de pozo bajo servido con oxígeno pueden lograrse las mismas elevadas temperaturas que en un horno eléctrico de pozo hasta el presente solo se han podido obtener aleaciones con un contenido relativamente pequeño en elementos difíciles de reducir, por ejemplo ferrosilicio con unos 35 % de Si, mientras que en el horno eléctrico se llega hasta el silicio metálico. Como las propiedades de los elementos del lecho de fusión y la reacción de su partición puede en ambos tipos de horno regularse del modo exactamente igual, el fallo del horno de oxígeno puede evidentemente encontrarse solo en el hecho de que en su crisol estén presentes  $O_2$  y su primer producto de combustión  $CO_2$ . De hecho estos componentes gaseosos deben ejercer una fuerte acción oxidante sobre los elementos de la aleación con elevada afinidad para el oxígeno. Ciertamente primero bajo el influjo de la elevada temperatura y ante todo cuando se trabaja con briquetas de carbón mineral, en las que los elementos de la reacción están íntimamente mezclados entre sí, se presentará la formación de aleaciones de elevado tanto por ciento. Pero antes al chorrear a

193343

10. -



través de la zona de oxidación se descomponen secundariamente en aleaciones de bajo tanto por ciento.

5 En este punto interviene el invento. Un horno de pozo con soplante posee en el plano de los moldes una composición gaseosa muy variable. Con el aire usual a presión la zona con gas oxigenado penetra por ejemplo desde el pico de los moldes hasta próximamente un metro dentro del horno.

10 La zona con gas conteniendo  $\text{CO}_2$  o  $\text{H}_2\text{O}$ , llega todavía hasta un poco por encima. Pero todo el interior del horno está libre de  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Por ejemplo en un horno con 5 m de diámetro interior se tendría una columna interior con unos 3 m de diámetro y una fase gaseosa constituida únicamente por óxido de carbono o por gases inertes eventualmente existentes. Reduciendo la presión del aire (o agrandando la sección transversal de los moldes) se podría agrandar todavía el espacio libre de gases oxidantes.

15 En el interior del horno de pozo, de modo especial cuando se sirve con oxígeno de elevada concentración, se presentan según esto fundamentalmente las mismas condiciones, o pueden provocarse, que en un horno eléctrico de pozo, caracterizadas por temperatura elevada, fase gaseosa  $\text{CO}$  y un grado favorecedor de la reducción, de distribución entre el óxido y el medio de reducción. Para lograr las condiciones más favorables para la obtención de las indicadas aleaciones en un horno de pozo con soplante, se adoptan según el invento las siguientes medidas:

25 Se emplea un horno de pozo con tubo de guía central para la carga. La boca inferior del tubo de carga se encuentra lo más cerca posible por encima de la zona de fusión del horno, de suerte que el contenido del tubo de carga esencialmente sin mezclarse con la parte de la misma carga conducida por fuera del tubo, penetre en la zona de reducción y fusión. La relación del diámetro

30

193343

11. -



del tubo de guía respecto al diámetro inferior total del horno se concuerda de tal modo con la presión de inyección del aire y la sección transversal de los moldes, que la superficie interior limitante de la zona conteniendo  $O_2$ ,  $CO_2$  y  $H_2O$ , coincida aproximadamente con la superficie de manto de la columna de carga bajada por el tubo de guía. En este tubo se carga una mezcla del mineral a reducir con el carbón reductor, y en el espacio anular alrededor de éste se pone el carbón de calefacción.

Adoptando medidas especiales conviene cuidar de que el calor producido por la combustión del carbón ad hoc llegue al carbón reductor del horno. Esto puede lograrse creando en el tubo central de guía tales condiciones que en él exista una resistencia a la corriente considerablemente menor que en el espacio anular. Esto puede realizarse por ejemplo gracias a que la carga en el tubo central sea de trozos más gruesos que en el espacio anular o gracias a que en el tubo central se tenga una altura menor en la capa que se ha de atravesar. Finalmente en el espacio anular puede también aumentarse la resistencia a la corriente por medios mecánicos, por ejemplo mediante una cubierta móvil y eliminable. Todos estos medios sirven para conducir el gas altamente calentado y que se forma por delante de los moldes, al centro del horno, donde cede su calor para efectuar el trabajo de reducción.

Otra medida importante, especialmente para conseguir aleaciones muy concentradas, es la de cargar en el tubo central, no una mezcla en trozos gruesos de los elementos de la reacción, sino briquetas, en las que estos están contenidos y mezclados íntimamente entre sí en la debida proporción.

Las modalidades aquí señaladas para el procedimiento pueden también utilizarse ventajosamente para la obtención de carbu

193343

12. -



ros líquidos en el horno de pozo, por ejemplo para la obtención de carburo de calcio.

El procedimiento según el invento se ilustra en el adjunto dibujo II:

- 5
- 1/ es el manto de un horno de pozo,
  - 2/ son las boquillas,
  - 3/ el agujero de sangría,
  - 4/ el dispositivo de carga,
  - 5/ el tubo central.

10

En el espacio anular alrededor del tubo central se carga el carbón de calefacción 6/ de granulación en trozos hasta de granos finos: en el mismo tubo central se introduce una mezcla de mineral de trozos gruesos con carbón reductor también de trozos gruesos o de briquetas 7/ de carbón y mineral. Por debajo del plano de los moldes se separan las escorias 8/ y el producto me-

15

tálico 9/ según su peso específico.

Por delante de las boquillas se encuentra un espacio 10/ en el que junto con los productos de la combustión se contiene oxígeno libre. Alrededor de este espacio existe una zona 11/ en

20

que ya no hay oxígeno libre, pero se encuentra el producto primario de la combustión del carbón, el anhídrido carbónico, además de pequeñas cantidades de vapor de agua. En el espacio restante del horno 12/ la fase gaseosa se compone solamente de óxido de carbono o de los gases inertes eventualmente existentes.

25

C. Horno de pozo para la obtención de acero o productos análogos al acero.

Las modalidades antes caracterizadas del procedimiento, pueden completarse y mejorarse mediante otras variantes del mismo. Encierran especial importancia las medidas tendentes a obtener

30

en el horno de pozo directamente acero o productos análogos al

193343

13. -



acero. La disposición fundamental para este proceso es la misma que por ejemplo se ha descrito antes para la obtención de ferroaleaciones. Para la obtención de acero se carga en el tubo central el mineral de hierro con el carbón reductor. Es muy ventajoso también en este caso el emplear el mineral y el carbón reductor en forma de briquetas, en las que se contienen contiguos los elementos de la reacción en estado de finos granos. Con éste método es posible mediante adecuada composición de la briqueta conseguir la obtención de un hierro en el crisol con bajo contenido de carbono situado dentro de estrechos límites.

El contenido de carbón en la briqueta debe hacerse teniendo especialmente en cuenta el hecho de que en la superficie de manto de la columna central de carga, ésta se encuentra en contacto con el carbón calentador, de suerte que gracias a éste se presenta en la zona límite un efecto adicional de reducción y carburación. Las medidas especiales para obtener acero en el horno de pozo se extienden ahora a mantener los demás elementos acompañantes e impurificaciones del hierro dentro de los límites que se requieren para emplearlo como acero. Como elementos del lecho de fusión del horno de pozo pueden arrastrarse al acero normalmente solo los siguientes: Mn, Si, C, P, S, O.

El contenido de manganeso en el hierro puede ajustarse fácilmente al valor requerido mediante conveniente mezcla de las cargas. El contenido de Si depende de la temperatura de reducción, de la cantidad relativa del carbón reductor y del contenido de  $\text{SiO}_2$  de la escoria. Si se trabaja con briquetas de carbón y mineral, entonces la magnitud de mayor influencia es la relación de la cantidad de carbón reductor a la cantidad del oxígeno del mineral. Si la composición de la briqueta es por ejemplo tal que después de consumirse todo el carbón reductor, quede todavía en la

193343

14. -



escoria un pequeño tanto por ciento de  $\text{FeO}$ , entonces no es posible la formación de  $\text{Si}$ .

La reducción del silicio puede dentro del marco del presente invento aprovecharse para compensar o equilibrar la distribución de la temperatura y el calor en la zona de reacción. Los gases que salen de la zona de combustión por delante de los moldes a través del tubo central a la boca o tragante, calientan a temperaturas elevadas los elementos del lecho de fusión tocados en su recorrido. Respondiendo a la marcha de la corriente en el horno la zona de temperaturas elevadas que se necesitan para realizar reacciones endotérmicas de reducción, se encuentra por delante del plano de los moldes hasta cerca de la boca inferior del tubo central. Por efecto de las reacciones que tienen lugar en la zona, se reduce de arriba a bajo el tamaño de los trozos de los elementos del lecho de fusión, de suerte que por ejemplo las briquetas de carbón y mineral introducidas en el tubo central y que al principio tenían el tamaño aproximado de un puño, en el plano de los moldes tienen por término medio solo un tamaño de  $1/3$  hasta  $1/4$  del anterior. Esto da por resultado que la resistencia a la corriente de la columna de carga aumente hacia abajo, de manera que las porciones más bajas de la misma se atraviesan por cantidades gaseosas reducidas, de suerte que resulta menor el calor disponible, la temperatura y la velocidad de reacción. Para aprovechar la parte central del horno en el plano de los moldes y por abajo para realizar las reacciones, se propone el siguiente procedimiento: las briquetas de carbón y mineral contienen un exceso de mineral, de suerte que al consumirse todo el carbón contenido en ellas, quede todavía en la escoria un residuo de óxido de hierro. El carbón necesario para la reducción de este residuo se carga como carbón en trozos con las briquetas. Eso da por resultado

193343

15. -



5 el que en la zona más caliente del centro del horno, que es atravesada por los gases calientes de la combustión, se encuentre en la periferia de las briquetas siempre un exceso de carbono, el cual unido a la temperatura elevada conduce a una fuerte reducción del silicio. El hierro más siliciado originado en esta zona, en la zona más baja de la columna de carga se pone en contacto con el mineral ya no reducido por el carbón a consecuencia de faltar el mismo, y reacciona con este mineral formando hierro y ácido silícico y dejando libre calor. El horno con este método se calienta por consiguiente en sus capas medias inferiores más frías gracias a la oxidación de los productos originados en las capas superiores más calientes.

15 Otra conformación de este procedimiento consiste en cargar con las briquetas de carbón y mineral escasas de carbón, otras en conveniente relación y las cuales por efecto de su composición produzcan por las reacciones reductoras originadas en el interior, en la zona más caliente del horno una aleación de hierro muy siliciada. El tamaño de estas briquetas es con preferencia menor que el de las demás; tan grande que reaccionen por completo en su mayor parte en la zona más caliente del horno. La eliminación del fósforo y del azufre es un problema que se resuelve por las operaciones de las escorias. De por sí existe la posibilidad de incorporar la cal necesaria para el desfosforado y desazufrado al lecho de fusión cargado en el tubo central o el mezclarla a las briquetas de carbón y mineral como otro componente. Pero si la proporción de cal con ganga mala y/o con un pequeño contenido Fe del mineral es elevada, entonces es más conveniente no cargar la cal con el lecho de fusión en el tubo central, sino con el carbón calentador en el espacio anular del horno, pues la cal de elevado punto de fusión se encuentra como sustancia indiferente entre los elementos

193343

16. -



reaccionantes, óxido de hierro y carbón y reduce la velocidad de la reducción. El desfosforado y desazufrado se efectúa entonces haciendo chorrear el hierro a través de la escoria básica formada en el crisol del horno.

5           La desoxidación del hierro del horno de pozo es fundamentalmente posible con los mismos medios que antes se han descrito al explicar la reducción del silicio. Para esto se debe cuidar el que lleguen a la parte inferior del horno sustancias desoxidantes de modo regulable y allí se combinen con el oxígeno disuelto en  
10 el hierro. Esto puede realizarse según el invento en la forma descrita, produciendo en la zona más caliente del horno parcialmente un hierro muy siliciado el cual luego se transforma en la parte inferior del horno.

D. Horno de pozo compound.

15           Otra forma muy importante de llevar a la práctica el principio del procedimiento del presente invento consiste en realizar en hornos de pozo separados los procesos que se han de mantener separados espacialmente entre sí, hornos que se comuniquen recíprocamente en la zona de fusión y de gasificación. Gracias a esta medida los elementos de la reacción líquidos y gaseosos sometidos a  
20 la gravedad se mantienen ampliamente alejados entre sí, mientras que los procesos verificados en ambos hornos se acoplan esencialmente entre sí solo por la fase gaseosa. Dada la multitud de procesos en cuestión, se trata de transmitir el calor sensible producido en uno de los pozos por combustión de carbón con oxígeno, a los  
25 participantes de la reacción en el otro pozo, valiéndose para la transmisión, de los productos gasiformes de la combustión. En general, por consiguiente, en uno de los pozos se realiza un proceso exotérmico y en el otro uno endotérmico.

30           Las secciones transversales de los hornos de pozo que tra

193343

17. -



bajan en compound serán en general distintas entre sí en tamaño y entre otras cosas también en forma. Resultan muy ventajosos dos o varios hornos acoplados entre sí con secciones transversales rectangulares y colocados paralelas recíprocamente por sus lados largos. La magnitud de la sección transversal de cada pozo acoplado es una función de la velocidad de reacción del proceso verificado en él.

También por su altura se diferencian normalmente entre sí los hornos en compound, pues los procesos realizados en los diversos pozos están sometidos a diversas condiciones respecto a la marcha temporal, las temperaturas necesarias, las cantidades de gas pasantes, etc.

Los hornos de pozo de trabajo en compound pueden marchar con el tragante abierto todos o parte de ellos. Otras diferencias pueden presentarse en la subdivisión y evacuación de los productos líquidos acumulados en la parte inferior del horno. Puede por ejemplo ser conveniente que los productos líquidos originados en las diversas capas se acumulen en un fondo común. En este caso pueden lograrse efectos especiales gracias a que situando convenientemente el agujero o los agujeros de sangría, el producto líquido formado en uno de los pozos deba pasar al salir, al agujero de sangría, y atravesar la parte inferior del otro pozo. También montando puentes especiales refrigerados entre los crisoles de los hornos acoplados entre sí puede conseguirse que los productos líquidos de los pozos vecinos no se mezclen entre sí y puedan sacarse separadamente.

Finalmente pueden también conducirse los procesos de modo que en lugar de uno o varios agujeros de sangría abiertos discontinuamente, se empleen sangrías en funcionamiento permanente.

Los dibujos III y IV ilustran dos ejemplos:

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



18. -

193343

La figura III se refiere a la obtención de acero, ferroaleaciones, escorias carburadas y similares en un horno de pozo bajo interesando en este caso especial el que la escoria líquida del combustible no pueda mezclarse ni reaccionar con los productos líquidos principales. Por 1 se indica el pozo para gasificación del carbón. Por 2 un pozo de reacción para la reducción de minerales oxidicos. Cada pozo tiene su dispositivo de carga. La pared separadora entre los dos hornos se lleva hacia abajo tanto como lo permite la resistencia al calor del material de que esté compuesta. Por regla general la temperatura en su borde inferior se escogerá tan alta como sea posible para mantener lo más baja posible la zona en que puede tener lugar la mezcla de los materiales de carga descendentes en los pozos vecinos. Por debajo del borde inferior de la pared separadora entre los dos pozos vecinos se forma una superficie de contacto directo 3 entre los materiales de carga de dichos pozos vecinos. Para impedir toda mezcla de modo bastante eficaz, es conveniente cuidar mediante dimensiones adecuadas de las secciones transversales del pozo, que las cargas vecinas desciendan aproximadamente con igual velocidad.

Por la boquilla 4 se inyecta oxígeno o un gas que lo contenga, en el lecho de carbón. Los gases de la combustión formados y muy calientes pasan todos o en su mayor parte a la zona de reducción, ceden a la carga su calor sensible y de este modo hacen posibles las diversas reacciones endotérmicas, por ejemplo la reducción del óxido de hierro con carbón. Los gases pueden por lo demás iniciar también en el pozo reacciones químicas, por ejemplo pueden reducir los minerales de hierro formando ácido carbónico y vapor de agua. Creando condiciones adecuadas de presión puede procurarse que una parte del gas escape por la salida 5 del pozo de gasificación 1 y arrastre consigo los productos de la baja com



bustión del carbón, mientras que otra parte, después de atravesar la carga por la zona de reducción 2, se evacue por el escape gaseoso 6 de esta zona. Para evitar que la escoria líquida del carbón 8 se mezcle con los productos líquidos de la reacción de la zona reductora, la solera del pozo de gasificación 6 se construye por ejemplo con un declive que aleje del pozo vecino. Para obtener en el pozo 2 productos completamente puros, la traviesa 7 entre los dos pozos se desplaza preferentemente hacia el pozo 2 tanto que la superficie separadora 3 entre las dos columnas de carga se encuentre todavía en la zona de la solera 6 del pozo 1. La escoria del carbón 8 se evacua por el agujero de sangría 9, la escoria 12 del pozo 2 se separa y sale por el agujero de sangría 13. El producto metálico 10 se evacua por la sangría 11 sin que pueda ponerse en contacto con la escoria del carbón.

La figura IV ilustra la aplicación de la idea fundamental del invento a un proceso de horno de pozo para fundir chatarra de hierro y acero. Por 1 se indica el pozo con tragante abierto 3, en el que se carga la chatarra. Este pozo es bastante ancho con objeto de que pueda cargarse también chatarra voluminosa. Por 2 se indica el pozo de gasificación para el carbón con el dispositivo de carga 4. La superficie lateral separadora del carbón 5 tiene en parte la forma de un talud formado libremente, y en parte se determina por las piezas de chatarra del pozo 1. Por las boquillas 6 se inyecta en el carbón aire frío o previamente calentado y en ciertas circunstancias también enriquecido de oxígeno. Los gases calientes de la combustión corren a través del pozo de chatarra al exterior y calientan la chatarra a temperatura elevada. En el pozo de la chatarra se inyecta más aire por las boquillas 7 y 12, el cual sirve total o parcialmente para quemar por completo los gases combustibles formados en el pozo de gasifica\_

193343

20. -



ción. El aire inyectado por la boquilla 7 sirve también para la combustión parcial del hierro. El hierro se calienta allí fuertísimamente y se funde y si ya está líquido, puede mezclarse con el hierro producido por el calor de la combustión. La boquilla 5 7 se dirige preferentemente oblicua desde arriba hacia la superficie del hierro líquido acumulado en el crisol. Por la boquilla 7 puede también inyectarse oxígeno más concentrado o gas que contenga oxígeno en estado previamente calentado. Por la combustión del hierro por delante de la boquilla 7 se forma allí una escoria 10 de óxido de hierro que se mezcla con la escoria de carbón en la zona del horno de gasificación. La sangría 10 para la escoria 9 se encuentra por el lado del pozo de gasificación, de suerte que la escoria de óxido de hierro formada en el pozo de la chatarra, al salir a la sangría de la escoria debe pasar por el pozo de gasificación y reducirse allí por el carbón. La sangría 11 para el 15 hierro líquido 8 se encuentra también por el lado de la gasificación, de suerte que el hierro oxigenado formado en el pozo de la chatarra, se desoxida al atravesar el pozo de gasificación. Para lograr condiciones permanentes conviene en este caso trabajar con 20 sangría en función permanente. Si en este procedimiento se quiere destilar el carbón a baja temperatura, entonces se eleva convenientemente la presión en el sistema de modo que una parte del gas formado por encima de la carga de carbón en el pozo gasificador pueda evacuarse con sobrepresión juntamente con los productos de baja destilación del carbón. Este aumento de presión en el sistema 25 se logra oportunamente proyectando de una tapa móvil el tragante abierto del pozo de escoria, tapa que deje libre solo un estrecho agujero para la salida de los gases de la combustión y la cual pueda quitarse para la carga del horno.

---

193343

21. -



N O T A

La presente patente de Invención, consta de las siguientes reivindicaciones:

5 1. - Procedimiento para regular los procesos en los hornos de torre o pozo, o para el servicio de uno o varios hornos de torre que trabajen en combinación, caracterizado porque el horno o los hornos se cargan con dos o varios componentes sólidos de diversa composición química y separadamente entre sí, los cuales forman en el horno columnas de carga separadas entre sí y  
10 que tienen superficies de contacto con paredes separadoras recíprocas.

15 2. - Procedimiento, según lo reivindicado en el punto 1, caracterizado porque una parte de la carga se conduce en tubos especiales por dentro de la restante carga hasta la zona de reacción con las demás partes de la carga o de la masa fundida.

3. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 y 2, caracterizado porque dichos tubos de guía se introducen a través de la pared del horno y en dirección oblicua llegan a la zona de fusión.

20 4. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 y 2, caracterizado porque esos tubos de guía se disponen verticalmente y sus extremos superiores se sacan del horno.

25 5. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1, 2 y 4, caracterizado porque la boca superior de los tubos de guía cae dentro del pozo a la altura del escape de gases.

6. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1, 2, 4 y 5, caracterizado porque se emplea un tubo central de guía, el cual y la cámara anular se sirven por un dispositivo común de carga, de tal suerte que siempre se llena primero el tu

193343

22. -



bo central y después la cámara anular.

5 7. - Procedimiento según lo reivindicado en los puntos 1 á 6, caracterizado porque para gasificar carbón en un horno de torre con sangría líquida de la escoria obteniendo simultáneamente hierro líquido por reducción de sus minerales mediante carbón, se lleva el mineral de hierro directamente a la zona de fusión del horno, sin que se exponga al influjo reductor de los gases ascendentes en la torre de gasificación.

10 8. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 á 7, caracterizado porque la corriente de gas por los tubos de guía para el mineral se impide total o parcialmente empleando mineral de finos granos u otros medios para aumentar la resistencia a la corriente en los tubos de guía.

15 9. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 8, caracterizado porque al mineral entregado en los tubos de guía se incorpora tanto carbón fino como sea necesario para la reducción directa del óxido de hierro con carbono.

20 10. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 9, caracterizado porque el carbón de la gasificación se carga en los tubos de guía, mientras que el mineral de hierro o la mezcla de carbón y mineral la recibe el espacio alrededor de los tubos.

25 11. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 á 10, caracterizado porque en los puntos de los tubos, en que se debe contar con un desarrollo de gases en el mineral o mezcla de mineral y carbón por efecto de la acción del calor, se practican agujeros en la pared de los tubos para el paso de estos gases a la cámara de gasificación.

30 12. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 11, caracterizado porque el mineral de trozos gruesos se carga

193343

23. -



mezclado con el carbón en trozos -carbón de gasificación- y porque el mineral de hierro se lleva directamente por los tubos de guía a la zona de fusión.

5  
10  
13. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 á 6, caracterizado porque para obtener aleaciones de elevado tanto por ciento con uno o varios componentes de afinidad elevada para el oxígeno en un horno con inyección de aire conteniendo oxígeno, la mezcla de los óxidos con el carbón reductor se conduce en un tubo central de guía hasta la proximidad de la zona de fusión o reducción del horno, mientras que en el espacio anular restante se carga el carbón para la calefacción.

15  
14. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6 y 13, caracterizado porque la relación del diámetro del tubo de guía respecto al diámetro interior de la torre se concuerda de tal modo con la presión de inyección del aire y con la sección transversal de las boquillas, que la superficie interior limitante de la zona que contiene  $O_2$  y  $H_2O$ , coincida aproximadamente con la superficie exterior del manto de la columna de carga proporcionada por el tubo de guía.

20  
15. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6, 13 y 14, caracterizado porque la resistencia a la corriente en el tubo central se mantiene menor que en el espacio anular.

25  
16. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6, y 13 a 15, caracterizado porque la carga proporcionada por el tubo central presenta una granulación mayor que la suministrada por el espacio anular.

17. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 á 6 y 13 a 16, caracterizado porque la altura de la carga en el tubo central se mantiene más baja que en el espacio anular.

30  
18. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 á 6 y 13 a 17, caracterizado porque el espacio anular puede cu

193343

24. -



brirse mecánicamente durante algún tiempo.

19. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6, y 13 a 18, caracterizado porque las porciones de carga proporcionadas por el tubo central se briquetan entre sí en estado de finos granos y el horno se carga con las briquetas.

20. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6, y 13 a 19, caracterizado porque las briquetas de carbón y mineral presentan un contenido de carbono menor de lo que, teniendo en cuenta la reducción indirecta, se necesita para la reducción completa del mineral y para la carburación del hierro producido.

21. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6, y 13 a 20, caracterizado porque al lecho de fusión del tubo central junto con las briquetas de carbón y mineral se agrega carbón en trozos.

22. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6, y 13, 19 y 20, caracterizado porque al lecho de fusión del tubo central junto con las briquetas de carbón y mineral de hierro se agregan briquetas que se componen de los óxidos de los otros elementos que se reducen en el proceso, y del carbón de su reducción.

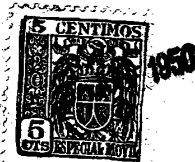
23. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6, y 13, 19-20 y 22, caracterizado porque las dos clases de briquetas son de diversos tamaños de trozos.

24. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6, y 13 a 20 y 22 y 23, caracterizado porque la segunda clase de briquetas se compone de briquetas más pequeñas que en la zona más caliente del horno proporcionan un hierro más siliciado.

25. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 6 y 13 a 19, y 24, caracterizado porque a las briquetas de carbón y mineral se incorpora tanta cal u otra sustancia básica

193343

25. -



equivalente que se produzca un hierro con suficiente fósforo y exento de azufre.

5 26. - Procedimiento según lo reivindicado en los puntos 1 a 6 y 13 a 19 y 25, caracterizado porque los componentes de las escorias, con los que debe reaccionar el hierro producido en el horno se incorporan al carbón calentador cargado en el espacio anular.

10 27. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 26, caracterizado porque las porciones de la carga que se han de separar en torres o pezos especiales con dispositivos especiales de carga, se llevan a la zona común de reacción y fusión.

15 28. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 27, caracterizado porque en una de las torres se quema o gasifica carbón, mientras que los productos de la combustión o gasificación se evacuan totalmente en su mayor parte por la otra torre.

20 29. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 28, caracterizado porque una parte del gas formado en la torre gasificadora se evacua por la torre gasificadora y porque se obtienen los productos azufrados contenidos en los gases salientes de dicha torre gasificadora.

30. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 29, caracterizado porque en una torre se quema o gasifica carbón, mientras que en la torre que trabaja en combinación con ella, se realizan reacciones reductoras.

25 31. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 30, caracterizado porque entre las torres que trabajan en combinación se dispone una cámara o espacio común para recibir los productos líquidos de la reacción y fusión.

30 32. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 31, caracterizado porque los productos líquidos de fusión y

193343

26. -



reacción de una torre se conducen por la vía del agujero de sangría a través de una torre que trabaja en combinación con ella.

5 33. - Procedimiento según lo reivindicado en los puntos 1 a 31, caracterizado porque los productos líquidos de la fusión y reacción de torres que trabajan en combinación, se recogen en cubas separadas y se evacuan separadamente.

10 34. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 31 y 33, caracterizado porque la superficie separadora entre las columnas de carga de pozos o torres que trabajan en combinación o compound con cubas separadas, se encuentra por encima de una de las cubas del horno.

15 35. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 34, caracterizado porque se trabaja con sangría corriente permanentemente o corriente permanentemente durante períodos grandes.

36. - Procedimiento, según lo reivindicado en los puntos 1 a 35, caracterizado porque se queman con oxígeno hierro y otros elementos en la parte de la torre y libre de carbón.

20 37. - Procedimiento para regular los procesos en los hornos de torre -

Según se describe y reivindica en esta memoria descriptiva. Se detalla e ilustra con los planos que a la misma se acompañan.

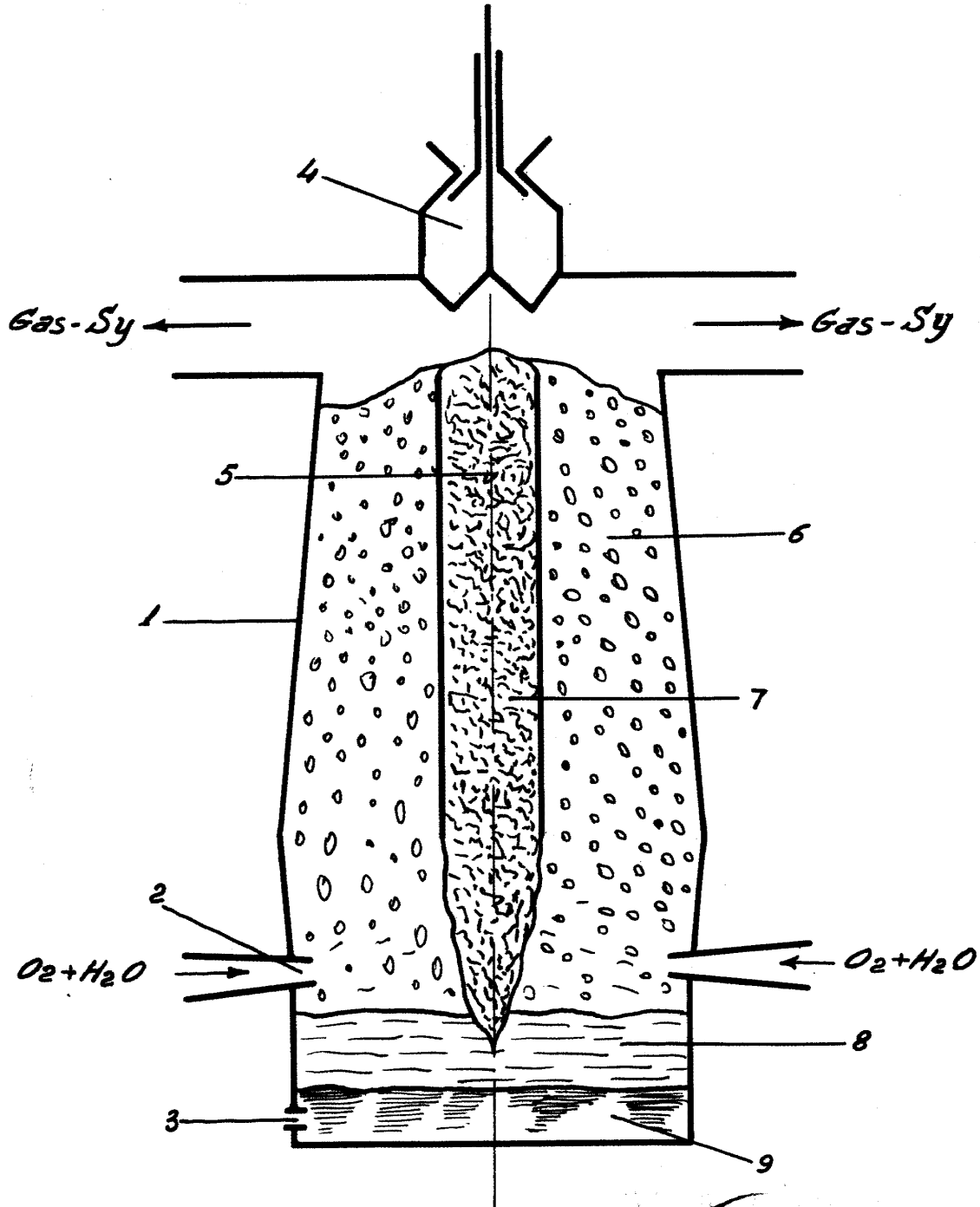
25 Consta esta memoria de veintiséis hojas, foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 9 de Junio de 1950. -

193343



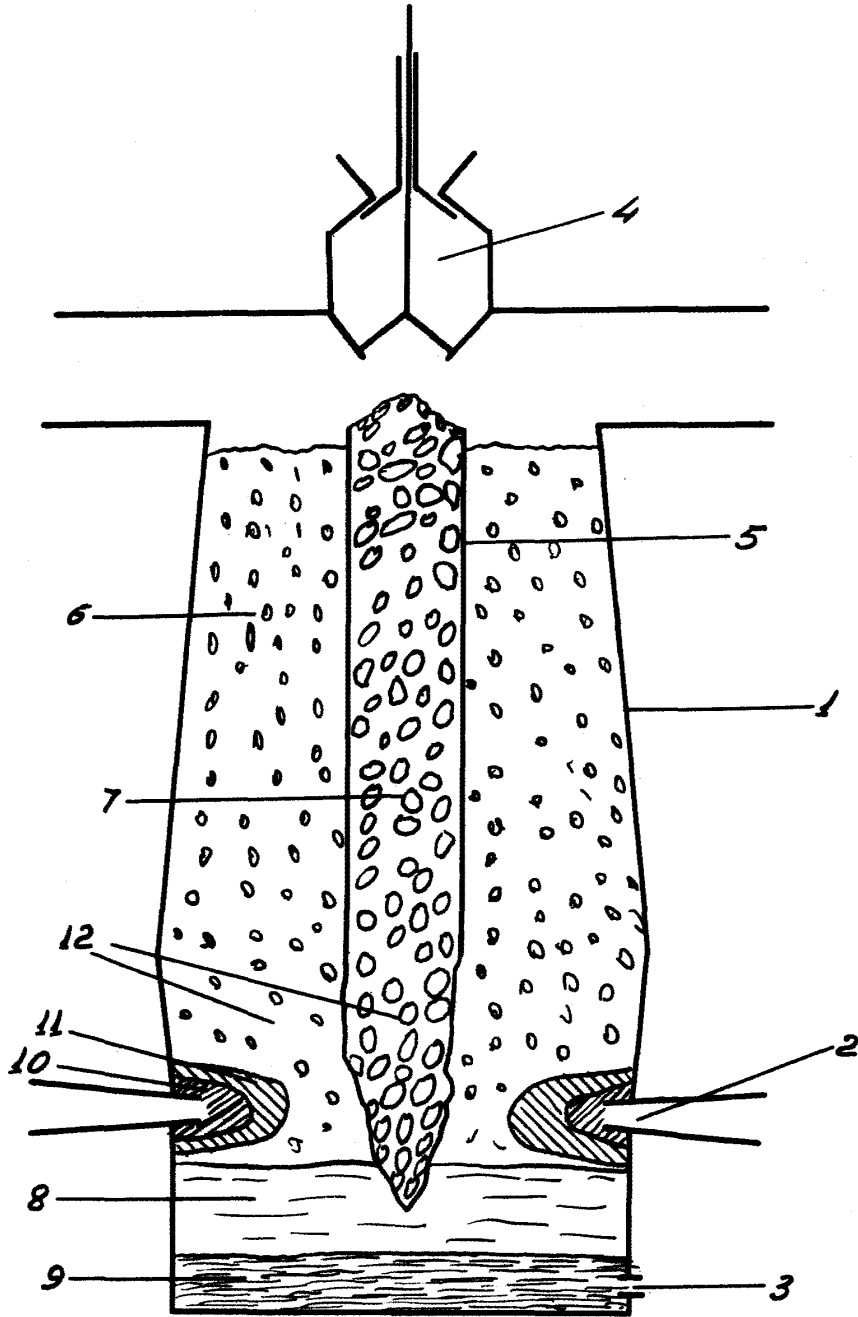
Fig. 1.



*Alvarez*

193343

Fig. II.



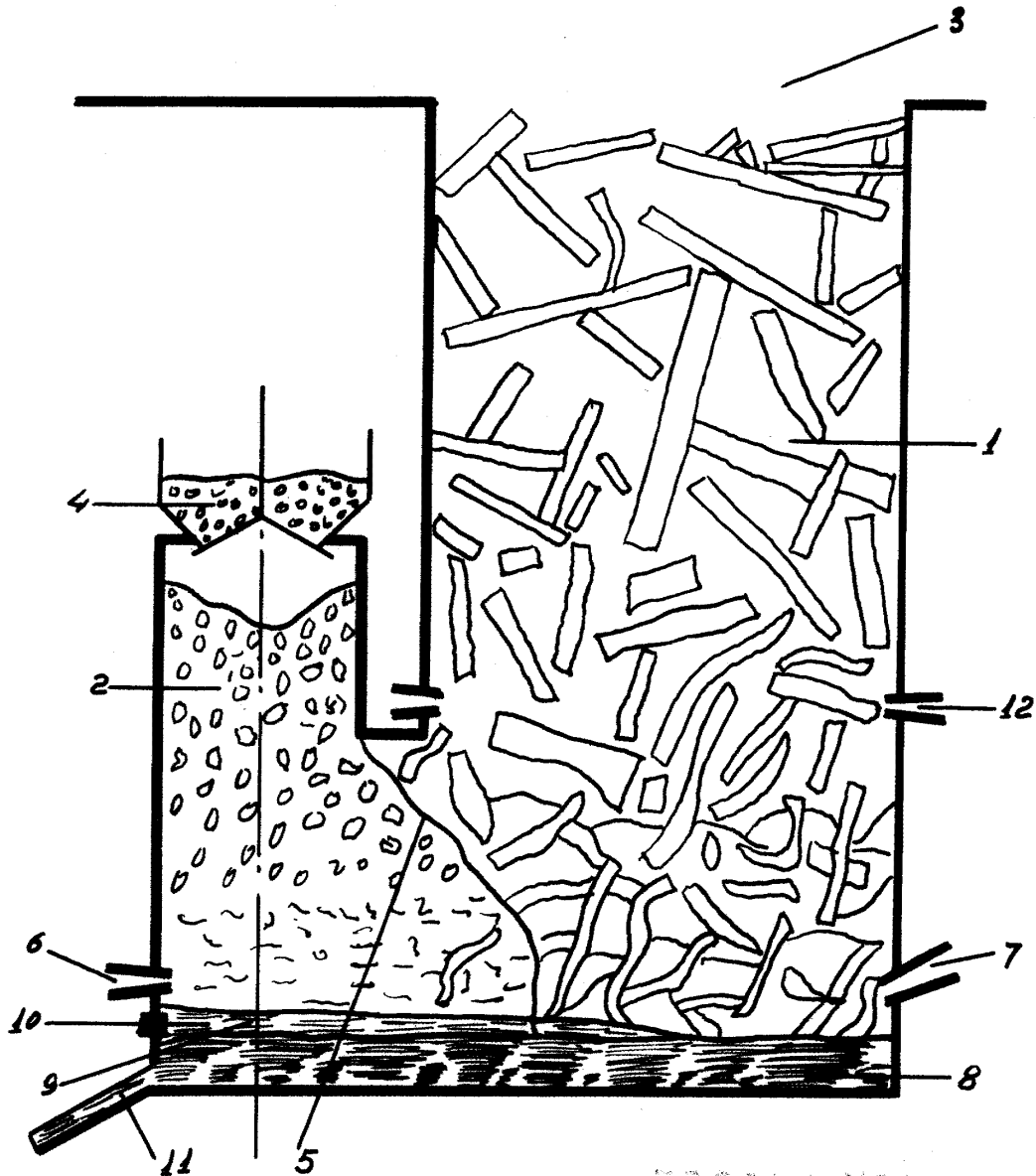
*Handwritten signature or name.*



193343



Fig. IV.



ESCALA VARIABLE  
*Alvarez*