



17

MEMORIA DESCRIPTIVA  
correspondiente a la solicitud de una  
PATENTE DE INVENCION

Solicitante: PHELPS DODGE CORPORATION

Residencia: 300 Park Avenue, NEW YORK, N.Y.  
EE.UU.

Enunciado: "APARATO DE TRATAMIENTO POR VACIO".

R/G.



1                   El presente invento se refiere en térmi-  
nos generales a la purificación de los metales, y  
en particular a la extracción de los gases y otras  
impurezas de los metales fundidos mediante aplica-  
5                   ción de vacío. Más particularmente, el presente in-  
vento se refiere al tratamiento por vacío de meta-  
les no ferrosos, tales como el cobre.

10                   El tratamiento por vacío, en el significa-  
do actual, es el procedimiento que consiste en ex-  
poner el metal fundido a una presión de gas muy re-  
ducida en comparación con la presión atmosférica.  
Naturalmente, es muy conocida en la técnica de pu-  
rificación de metales que la aplicación de vacío -  
extrae los gases y las impurezas volátiles de los  
15                   metales fundidos.

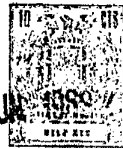
                  En términos generales, el invento incluye  
unos medios para someter de manera continua a un  
tratamiento por vacío una corriente de metal fundi-  
do. Por consiguiente, por ejemplo, el aparato de -  
20                   acuerdo con el invento puede estar interpuesto en-  
tre un horno que funde en continuo el metal y una  
unidad de moldeo que enfría y solidifica de nuevo  
en continuo el metal de manera que se someta con-  
tinuamente a tratamiento por vacío el metal entre  
25                   las operaciones de fundición en continuo y de mol-  
deo en continuo. Las ventajas principales del inven-  
to respecto a la técnica anterior, consisten en la  
sencillez de construcción, así como en la economía  
y eficacia de la operación. El aparato convencio-  
30                   nal más sencillo para el tratamiento por vacío in-

...//...



1 cluye principalmente un recipiente calentado abier-  
to en su parte superior, destinado a contener el -  
metal fundido, un recinto cerrado hermeticamente  
alrededor del recipiente y una bomba para extraer  
5 los gases procedentes del recinto, de forma a crear  
y mantener una presión de gas muy reducida encima  
del metal fundido. Es bien conocido que este apa-  
rato sencillo de tratamiento por vacío presenta dos  
inconvenientes principales: en primer lugar, la -  
10 acción de purificación es muy lenta y en segundo  
lugar este aparato sencillo permite el tratamiento  
por vacío del metal fundido, tan sólo en una tanda  
cada vez. Se sabe además, que existen medios con-  
vencionales para superar estos dos inconvenientes,  
15 estando estos medios convencionales basados sobre  
dos principios que consisten primero en que la agi-  
tación del metal fundido acelera la acción de pu-  
rificación del vacío y segundo en que un recinto  
con presión reducida puede ser alimentado y vaciado  
20 a través de "cierres de presión" sin cambiar las -  
condiciones de presión dentro del recinto. Es de-  
cir, que el aparato de tratamiento por vacío que  
permite obtener ritmos de tratamiento relativamen-  
te elevados en funcionamiento continuo, están in-  
25 cluidos dentro del estado actual de la técnica con-  
vencional. Sin embargo, este aparato convencional  
de tratamiento en continuo por vacío, aunque amplia-  
mente conocido en principio no ha dado frutos prác-  
ticos para el tratamiento de metales no ferrosos a  
30 escala comercial en razón de su complejidad. Esta

...//...



1 complejidad se debe a la combinación inusitada de  
temperaturas elevadas, de gradientes de temperatu-  
ra, de gradientes de presión y de acciones corro-  
sivas y erosivas que se encuentran comunmente en  
5 el tratamiento por vacío de los metales fundidos.

Un propósito principal del presente in-  
vento consiste por consiguiente en proveer medios  
a escala comercial para el tratamiento en vacío -  
rápido y en continuo de los metales fundidos, en  
10 particular de los metales no ferrosos que sea con-  
siderablemente menos complicado que los medios -  
conocidos hasta la fecha o evidentes para los pe-  
ritos en la materia.

Otro propósito importante del presente  
15 invento es el de proveer unos medios comerciales  
más económicos para el tratamiento por vacío de  
los metales fundidos en particular de los metales  
no ferrosos, que los de que se dispone actualmente.  
Otro objeto importante del presente invento es el  
20 de proveer unos medios para purificar los metales  
fundidos, en particular los metales no ferrosos en  
mayor grado de lo que era posible hasta la fecha.

Otros objetos menos importantes del pre-  
sente invento son los siguientes :

25 Primero proveer un aparato menos comple-  
jo, más económico y más eficaz para el tratamiento  
por vacío del cobre fundido;

Segundo proveer un aparato para el tra-  
tamiento por vacío del cobre fundido que sea par-  
30 ticularmente adaptado para el cobre fundido que



1 contiene hidrógeno disuelto;

5 Tercero proveer unas formas del aparato para el tratamiento por vacío del cobre fundido en las cuales las pérdidas caloríficas sean mínimas.

Cuarto proveer unas formas del aparato para el tratamiento por vacío del cobre fundido en las cuales la relación entre la superficie expuesta y el caudal volumétrico sea máxima;

10 Quinto proveer unas formas del aparato para el tratamiento por vacío del cobre fundido, de construcción sencilla y de fácil utilización y mantenimiento;

15 Sexto proveer unas formas del aparato para el tratamiento por vacío del cobre fundido en las cuales las dificultades de diseño debidas a los gradientes de presión, los gradientes de temperatura y los efectos de corrosión sean reducidas;

20 Séptimo proveer unas formas del aparato para el tratamiento por vacío del cobre fundido en las cuales se pueda tolerar un cierto grado de porosidad en el material de fabricación; y

25 Octavo proveer un aparato para el tratamiento por vacío del cobre fundido en el cual el material de construcción en contacto con el cobre fundido y sometido a las temperaturas del cobre fundido sea constituido de manera sustancialmente completa por grafito;

30 Se obtendrá una comprensión de los varios



1 objetos del presente invento y de la manera según  
la cual se consiguen, a partir de las siguientes  
descripciones y dibujos en los cuales :

5 La figura 1 ilustra un aparato de trata-  
miento por vacío "frío" del tipo de "depósito se-  
parado".

La figura 2 ilustra un aparato de trata-  
miento por vacío "frío" del tipo de "depósito ex-  
terior".

10 La figura 3 ilustra un dispositivo de tu-  
bo en forma de U y un depósito interior destinados  
al aparato de tratamiento por vacío "frío".

15 La figura 4 es una serie de representacio-  
nes diagramáticas de varios aparatos de tratamiento  
por vacío "frío".

20 Las figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10 represen-  
tan una serie de vistas en corte transversal y de  
otras vistas de adaptaciones de "bloque cilíndrico"  
del aparato de la figura 4 de acuerdo con el presen-  
te invento.

La figura 11 es una vista en corte trans-  
versal de un aparato típico de tratamiento por va-  
cío "caliente" de acuerdo con el presente invento.

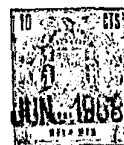
25 Tal y como se ha mencionado ya en la in-  
troducción, la combinación de las condiciones adver-  
sas encontradas en el tratamiento por vacío del me-  
tal fundido crea numerosas dificultades de diseño  
poco corrientes. Estas condiciones adversas inclu-  
yen las temperaturas elevadas, los elevados gradien-  
tes de temperatura, los gradientes de presión y los  
30



1 efectos corrosivos de los metales fundidos. Las  
dificultades de diseño se deben principalmente  
al hecho de que los materiales de construcción  
capaces de aguantar estas condiciones adversas  
5 simultaneamente, no están generalmente disponi-  
bles. Por consiguiente, en las partes de los apa-  
ratos convencionales típicos de tratamiento por  
vacío en que estas condiciones adversas se produ-  
cen simultaneamente, se necesitan generalmente arte-  
10 factos especiales que incluyen combinaciones de ma-  
teriales, para superar estas dificultades. Una -  
apreciación de la manera en que estas condiciones  
adversas producen dificultades en el diseño de un  
aparato de tratamiento por vacío de metal fundido  
15 y de la manera en que estas dificultades pueden -  
ser superadas se obtendrá a partir de la siguien-  
te comparación entre un aparato de tratamiento por  
vacío "frío" y un aparato de tratamiento por vacío  
"caliente".

20 Se observará ahora la figura 1 que ilus-  
tra un aparato para el tratamiento por vacío "frío"  
del mercurio. El aparato de la figura 1, el cual,  
como es sabido, no se utiliza practicamente porque  
otros medios conocidos de purificación del mercurio  
25 son mucho más eficaces, es convencional en el  
sentido de que el aparato no incluye nada que sea  
nuevo o que no sea evidente. Referente a la figura  
1, 1 representa un depósito para el mercurio no -  
purificado 2, 3 es un tubo que se extiende a par-  
30 tir de la parte inferior del mercurio 2 dentro del

...//...



1 depósito 1 hasta el interior del recinto 4, 5 es  
un tubo que se extiende desde el recinto 4 hacia  
abajo hasta la parte inferior de la superficie -  
del mercurio purificado 6 contenido en el depósi-  
5 to 7, 8 es una bomba de vacío y 9 es un tubo que  
conecta la bomba de vacío 8 al recinto 4. El apa-  
rato completo de la figura 1, con excepción de la  
bomba de vacío 8 está realizado por ejemplo de -  
vidrio. Tal y como se indica en la figura 1 por  
10 las flechas 10 y 11, el mercurio sale del depósito  
1 sube en el tubo 3, a lo largo de la parte infe-  
rior del recinto 9 y baja por el tubo 5 en el de-  
pósito 7. Esta circulación de mercurio es natural-  
mente debida a las diferencias de presión entre la  
15 presión atmosférica que actúa sobre el mercurio en  
los depósitos 1 y 7 y la presión muy reducida, res-  
pecto a la presión atmosférica, que actúa sobre el  
mercurio en el recinto 4 y que está mantenida por  
la bomba de vacío 8. La altura 12 del tubo 3 y la  
20 altura 13 del tubo 5 son por supuesto respectiva-  
mente, inferior y superior a la columna de mercurio  
equivalente a la diferencia de presión mencio-  
nada más arriba. Es decir, que suponiendo que la  
presión en el recinto 4 sea equivalente a 1 mm.  
25 de mercurio y que la presión atmosférica sea de  
760 mm. de mercurio, la altura 12 es inferior a  
759 mm. y la altura 13 es superior a 759 mm. De  
esta forma, puesto que el mercurio sale del depó-  
sito 1 y pasa al depósito 7, las alturas 12 y 13  
30 no cambian, y se ve que el depósito 1 está conti-

...//...



1 nuamente llenado por las gotas 14 y el depósito  
7 esta continuamente vaciado por la salida de las  
gotas 15. Debido a estas entradas y salidas conti-  
nuas del líquido de los depósitos 1 y 7 respecti-  
5 vamente, se entenderá fácilmente que la circula-  
ción del mercurio a través del recinto 4 es tam-  
bien continua.

Se entiende ahora que el aparato de vi-  
drio de la figura 1 constituye un medio para expo-  
ner el mercurio a una presión de gas muy reducida,  
10 en comparación con la presión atmosférica, con una  
circulación continua y que en este sentido consti-  
tuye un aparato para el tratamiento en continuo por  
vacío del mercurio. Se entiende ahora también, de-  
15 jando de momento aparte el rendimiento de purifi-  
cación de un aparato de este tipo, que el aparato  
de la figura 1 podría servir perfectamente bien -  
para el tratamiento por vacío de otros metales -  
distintos del mercurio si se puede mantenerlos bas-  
20 tante calientes para que estos metales queden fun-  
didos. Por ejemplo, calentando la totalidad del -  
aparato de vidrio de la figura 1 en un horno que  
incluya todos los elementos salvo la bomba de va-  
cío 8, cualquier metal fundido a una temperatura  
25 inferior al punto de "ablandamiento" del cristal  
podría ser tratado por vacío a condición de que  
el metal fundido no ataque al vidrio y a condición  
de que las alturas 12 y 13 sean conveniente ajus-  
tadas. Naturalmente, utilizando un material dife-  
30 rente, tal como cuarzo fundido en lugar de vidrio

...//...



1 para construir el aparato de la figura 1, se po-  
dría ampliar considerablemente la temperatura má-  
xima de utilización del aparato. Por este motivo,  
en el caso límite a condición de que los materia-  
5 les de construcción adecuados estén disponibles,  
el aparato según la figura 1 podría ser capaz de  
tratar por vacío los metales sin reserva en lo que  
se refiere al punto de fusión. Desgraciadamente,  
para el tratamiento por vacío de metales con punto  
10 de fusión superiores a 800°C, los materiales de -  
construcción convenientes para construir aparatos  
según la figura 1, o bien no están disponibles o  
bien son prohibitivamente caros, en el caso de que  
el aparato tenga un tamaño apropiado a un uso co-  
15 mercial. En el caso del cobre, por ejemplo, que  
funde a aproximadamente 1.080°C, tan sólo los me-  
tales refractarios tales como el molibdeno, el -  
tantalio y el tungsteno tienen una posibilidad prác-  
tica de realizar un aparato según la figura 1 para  
20 el tratamiento por vacío del cobre fundido, supo-  
niendo que el aparato entero haya de ser mantenido  
por encima de 1.080°C. Actualmente, estos meta- --  
les refractarios no están disponibles comercia-  
mente en formas y tamaños adecuados para la cons-  
25 trucción de aparatos del tipo del aparato de la -  
figura 1 con un tamaño que sea comercialmente útil.  
Además, en el caso de que estos metales refracta-  
rios pudiesen obtenerse en formas y tamaños conve-  
nientes, serían extremadamente caros. Sin embargo,  
30 este precio elevado no debería de ser un impedi-

...//...



1968

1                   mento si el aparato construido con ellos fuese  
seguro y de larga duraci3n. Es decir, que si es-  
tos metales refractarios tuvieran buenas propie-  
dades mec3nicas durante un largo per3odo de tiem-  
5                   po a pesar de las temperaturas elevadas y de las  
variaciones entre altas y bajas temperaturas y si,  
adem3s, estos metales refractarios fueran sustan-  
cialmente inaceptados por los metales fundidos con  
los cuales han de ser utilizados y por las impure-  
10                   zas contenidas en ellos, entonces el elevado coste  
inicial del aparato podr3a ser ampliamente justi-  
ficado. Queda por demostrar si estos metales o -  
aleaciones refractarios pueden conservar durante  
mucho tiempo sus propiedades mec3nicas y su inmu-  
15                   nidad a la corrosi3n cuando est3n sometidos a tem-  
peraturas elevadas, pero esta posibilidad no puede  
descartarse y por consiguiente, un aparato conforme  
al de la figura 1 construido con metal o aleaci3n  
de metal refractario en lugar de vidrio aunque no  
20                   sea actualmente pr3ctico a escala comercial, re-  
presenta tal vez una posibilidad futura para que  
pueda realizarse de esta forma el tratamiento por  
vac3o de metales tales como el cobre. Naturalmente,  
hay que notar que puesto que los metales refracta-  
25                   rios tales como el molibdeno y el columbio se oxi-  
dan rapidamente en el aire a temperaturas elevadas,  
ser3a necesario rodear este aparato calentado, rea-  
lizado con metales refractarios, de una atmosfera  
inerte tal como nitrogeno.

30                   Se entiende ahora que el aparato de tra-

...//...



1 tamiento por vacío "frío" de la figura 1 podría,  
utilizando un material de construcción apropiado  
tal como un metal refractario y además proveyendo  
unos medios de calentamiento tal como un horno -  
5 envolvente, ser adaptado directamente al trata-  
miento por vacío de los metales con puntos de fu-  
sión elevados tales como el cobre. Sin embargo, -  
se entiende que los materiales de construcción ade-  
cuados no están actualmente disponibles en forma y  
10 tamaño convenientes salvo a un precio prohibitivo  
y que el comportamiento mecánico y las propiedades  
de corrosión de estos materiales, durante tratamien-  
tos por vacío prolongados son ampliamente descono-  
cidos. Por consiguiente, se entiende que la adap-  
15 tación directa del aparato de la figura 1 para su  
utilización en el tratamiento por vacío de metales  
tales como el cobre, aunque concebible no es ac-  
tualmente práctica y que, en consecuencia, la adap-  
tación indirecta del aparato de la figura 1 utili-  
20 zando combinaciones de materiales de construcción,  
de técnicas de construcción especiales y calentando  
el aparato selectivamente en parte en lugar de  
en su totalidad, es actualmente más práctica. De  
esta forma, por ejemplo, en la adaptación indirecta  
25 del aparato de la figura 1, el recinto 4 podría  
ser convenientemente constituido con un material  
distinto del material de los tubos 2 y 5, a fin  
de adaptarse a las condiciones distintas, de pre-  
sión, temperatura y corrosión encontradas y esta  
30 utilización de materiales diferentes para los tu-

...//...



17

1                   bos 2 y 5 y el recinto 4 necesitaría, por consi-  
                    guiente, unos dispositivos especiales para unir  
                    los tubos 2 y 5 al recinto 4, teniendo en cuenta  
                    estas diferencias y estas dilataciones térmicas  
5                   distintas. Además, por ejemplo, los tubos 2 y 5  
                    deberían estar ellos mismos compuestos adecuada-  
                    mente de dos partes, cada una de ellas de un ma-  
                    terial distinto, una envoltura exterior a base de  
                    un material que tiene una resistencia mecánica y  
10                   una corrosividad elevada y un revestimiento in-  
                    terior de material con corrosividad reducida y  
                    resistencia mecánica reducida. Sin embargo, ade-  
                    más, por ejemplo, el tubo 2 debería desembocar  
                    convenientemente no a la base del recinto 4, como  
15                   en la figura 1, sino dentro de un recipiente ca-  
                    lentado dispuesto dentro del recinto 4, evitando  
                    así la necesidad de calentar directamente el recin-  
                    to 4 en sí. Estas posibilidades según los ejemplos  
                    anteriores para adaptar el aparato de la figura 1  
20                   de manera indirecta a fin de reducir la necesidad  
                    de materiales de construcción que puedan simulta-  
                    neamente resistir a una presión elevada y unos -  
                    gradientes de temperatura elevados, unas tempera-  
                    turas fuertes y unos efectos corrosivos extremados,  
25                   son naturalmente innumerables y son más o menos -  
                    evidentes para los especialistas de la técnica de  
                    tratamiento por vacío. Los especialistas de la -  
                    técnica de tratamiento por vacío, saben también -  
                    que la adaptación indirecta convencional de este  
30                   tipo de aparato de la figura 1, aunque permita una

...//...



1 elección amplia de materiales y técnicas, resul-  
ta inexcusablemente en un aparato de complicación  
considerable. Es evidente también, para los peritos  
5 en la materia que esta complicación inevitable  
resulta de la adaptación del aparato de la -  
figura 1 de manera indirecta, a fin de permitir  
el tratamiento por vacío "caliente" de los meta-  
les fundidos tales como el cobre puede en parte  
ser debida a la forma geométrica y a la disposi-  
10 ción del aparato de la figura 1. Por consiguiente,  
los peritos en la materia reconocerán fácilmente  
que el aparato de tratamiento por vacío "frío" si-  
milar en líneas generales al aparato de la figura  
1, pero que tiene una disposición geométrica dife-  
15 rente podría ser más conveniente para su adapta-  
ción indirecta a las necesidades del tratamiento  
por vacío "caliente". Al respecto, se examinará  
ahora la figura 2 que ilustra un aparato de trata-  
miento por vacío en continuo similar de manera ge-  
20 neral al aparato de la figura 1. Como el aparato  
convencional de la figura 1, el aparato de la fi-  
gura 2 está destinado al tratamiento por vacío -  
"frío" de los materiales líquidos tales como el mer-  
curio. Se ha de entender, naturalmente que como en  
25 lo que antecede, el tratamiento por vacío "frío"  
de los líquidos tal como el mercurio, es de la -  
incumbencia del presente invento principalmente  
porque el aparato de tratamiento por vacío "frío"  
se transforma en un aparato de tratamiento por va-  
30 cío "caliente" y porque la descripción del apar-

...//...



1 to de tratamiento por vacío "frío" sirve como base de discusión del último.

5 Haciendo referencia a la figura 2, 20 es un depósito de entrada circular destinado al mercurio no tratado 21; 22 es un tubo que se extiende a través de la base del depósito 20 que tiene una superficie superior exterior 23, una superficie superior interior 24 y una superficie inferior interior 25; 26 es un depósito circular de salida destinado al mercurio tratado 27; 28 es un tubo central que se extiende hacia arriba a partir de la base de depósito 26 dentro de la parte inferior del tubo 22; 29 es un tubo que tiene una superficie interior 30 que envuelve la parte superior del tubo 22 y 31 es una bomba de vacío conectada al tubo 29. El aparato entero de la figura 2, con excepción de la bomba de vacío 31 está realizado por ejemplo a base de vidrio.

10

15

20 Tal y como se indica en la figura 2 por las flechas 32 y 33, el mercurio sale del depósito 20 sube en el espacio anular situado entre la superficie exterior 23 del tubo 22 y la superficie interior 30 del tubo 29, baja a la superficie interior 24 del tubo 22, atraviesa el espacio anular situado entre la superficie interior inferior 25 del tubo 22 y del tubo 28 y penetra en el depósito de salida 26. Este mercurio circula naturalmente debido a la diferencia de presión entre la presión atmosférica que actúa sobre el mercurio en los depósitos 20 y 26 y la presión muy reducida en rela-

25

30

...//...



1 ción con la presión atmosférica, que actúa sobre  
el mercurio dentro de los tubos 22 y 29 y que es-  
tá mantenida por la bomba de vacío 31. La altura  
34 del espacio anular de entrada 35 y la altura  
5 36 del espacio anular de salida 37 son desde lue-  
go respectivamente inferior y superior a la colum-  
na de mercurio equivalente a la diferencia de pre-  
sión mencionada más arriba. Es decir que, suponien-  
do por ejemplo que la presión en los tubos 22 y 29  
10 es igual a 1 mm. de mercurio y que la presión at-  
mosférica es de 760 mm. de mercurio, la altura 34  
es inferior a 759 mm. y la altura 36 es mayor que  
759 mm. Puesto que el mercurio sale del depósito  
20 y penetra en el depósito 26, las alturas 34 y  
15 36 no cambian; el depósito 20 se representa con  
las gotas 38 que lo llenan continuamente y el de-  
pósito 26 se representa con las gotas 39 que lo  
vacían continuamente. Debido a esta entrada y a  
esta salida continua del mercurio de los depósi-  
20 tos 20 y 26, respectivamente, se ve que la circu-  
lación del mercurio a través del aparato es también  
continua.

Está ahora claro que el aparato de vi-  
drio de la figura 2 cumple exactamente la misma  
25 función que el aparato de vidrio de la figura 1,  
y de una manera sustancialmente idéntica. Sin em-  
bargo, está también claro que la forma geométrica  
y la disposición del aparato de la figura 2 son  
completamente diferentes de las del aparato de la  
30 figura 1. La diferencia más notable consiste en

...//...



1            la disposición de alimentación del aparato de  
descarga anular de la figura 2 y en comparación  
con la disposición de alimentación y de descarga  
tubular del aparato de la figura 1. Es evidente  
5            que el aparato de la figura 2 es mucho más com-  
pacto que el aparato de la figura 1 para la misma  
superficie expuesta de líquido a la baja presión  
y, por consiguiente, que el aparato de la figura 2  
se presta mucho más fácilmente a un calentamiento  
10           en un espacio reducido, por ejemplo al estar enco-  
rrado dentro de un horno cilíndrico. Por consiguien-  
te, en la adaptación directa del aparato de la fi-  
gura 2 al tratamiento por vacío "caliente" de los  
metales tales como el cobre utilizando un metal -  
15           refractario en lugar de vidrio como material de  
construcción, en la forma propuesta anteriormente  
para la adaptación directa del aparato de la figu-  
ra 1, se entiende fácilmente que un aparato de tra-  
tamiento por vacío "caliente" más compacto se de-  
20           riva del aparato de la figura 2. Sin embargo, las  
ventajas ofrecidas por el aparato de la figura 2  
para su adaptación directa a las necesidades del  
tratamiento por vacío "caliente" destinado a me-  
tales tales como el cobre a base de materiales dis-  
25           ponibles actualmente y relativamente baratos, no  
están todavía claras.

                 Sin embargo, antes de discurrir más am-  
pliamente sobre la influencia de la forma geometri-  
ca del aparato de tratamiento por vacío "frío" so-  
30           bre las dificultades de la adaptación indirecta de

...//...



1 este aparato a las necesidades del tratamiento  
por vacío "caliente", hay que resaltar que ade-  
más del aparato de la figura 1 y del aparato de  
la figura 2 existen otras numerosas formas geome-  
5 tricas de aparatos de tratamiento por vacío "frío"  
similares en términos generales, que son bien -  
conocidas o bien evidentes. Al respecto se obser-  
varán ahora las figuras 3 y 4. La figura 3 ilus-  
tra en vista en corte transversal otros dos dis-  
10 positivos de depósito diferentes respecto a los  
dispositivos de las figuras 1 y 2. Refiriéndose  
a las figuras 1, 2 y 3, se notará que el disposi-  
tivo de depósito 40 de la figura 3 puede sustituir  
al dispositivo de depósito de entrada de la figura  
15 1 (representado debajo de la línea 16 en la figura  
1) y que el dispositivo de depósito 41 de la fi-  
gura 3 podría sustituir al dispositivo de depósito  
de entrada de la figura 2 (representado encima de  
la línea 42 de la figura 2). La figura 4 ilustra  
20 en representación diagramática algunos de los nu-  
merosos aparatos, los de las figuras 1 y 2 inclu-  
sive a fines de comparación, cuyos aparatos pueden  
ser derivados de los cuatro dispositivos de depó-  
sito distintos representados en las figuras 1, 2  
25 y 3.

Al objeto de identificar los varios apa-  
ratos de la figura 4 y los demás aparatos no re-  
presentados en la figura 4, pero relacionados con  
los de la figura 4, se usa a continuación una ter-  
30 minología que en algunos casos es familiar en esta

...//...



1                   técnica, pero que, en otros casos, se ha elegido  
de manera algo arbitraria, se utiliza la palabra  
"tubular" para identificar el aparato de aliment-  
tación representado en la figura 1 y en la refe-  
5                   rencia 40 de la figura 3, y la palabra "anular"  
para identificar el tipo de alimentación represen-  
tado en la figura 2 y en la referencia 41 de la fi-  
gura 3. Los tipos de depósitos representados en -  
relación con la alimentación tubular, es decir,  
10                   los de la figura 1 y de referencia 40 de la figura  
3, se llaman, "separado" y "tubo en U". Se utiliza  
la palabra "separado" respecto al depósito de la  
figura 1 porque está separado o no sujeto al dis-  
positivo de alimentación tubular, contrariamente  
15                   a lo que ocurre para el dispositivo de tubo en U,  
el cual es una extensión del dispositivo de ali-  
mentación tubular sujeta a éste. Los tipos de de-  
pósitos representados en relación con la alimenta-  
ción anular, es decir, los de la figura 2 y de la  
20                   referencia 41 de la figura 3, se llaman "exterior"  
é "interior", respectivamente, para indicar en el  
caso de la figura 2 que el depósito está situado  
exteriormente respecto al trayecto de alimenta-  
ción y en el caso de la referencia 41 que el depó-  
25                   sito está situado por dentro respecto al trayecto  
de alimentación.

                  Sin embargo, esta terminología es algo  
engorrosa, cuando se hace necesario discutir las  
varias combinaciones de trayecto de alimentación  
y de depósitos útiles según el invento. Por consi-  
30

...//...



1 guiente, se ha comprobado que era conveniente de-  
signar los tipos de alimentación y los tipos de de-  
pósitos por letras. Por consiguiente, la alimenta-  
ción tubular se representa por la letra "A" y la  
5 alimentación anular por la letra "B". Un depósito  
separado se designa por "a", un depósito de tubo  
en U por "b", un depósito exterior por "c", y un  
depósito interior por "d". Por consiguiente, el  
aparato de la figura 1 se llama "aparato con ali-  
10 mentación tubular y depósito de entrada separado  
con alimentación tubular y depósito de salida se-  
parado" y se representa por AAAa, el aparato de la  
figura 2 se llama "aparato con alimentación anular  
y depósito de entrada exterior con alimentación -  
15 anular y depósito de salida exterior" y se designa  
por BcBc, y por consiguiente, de la misma manera  
los varios aparatos 50 a 59 de la figura 4 se de-  
signan respectivamente por AaAa, AbAb, BcBc, BdBd,  
AaAb, AaBc, AaBd, AbBc, AbBd, BcBd y tienen las -  
20 denominaciones correspondientes. Es evidente que,  
intercambiando los dispositivos de depósito de en-  
trada y de salida de los aparatos 54 a 59 de la -  
figura 4, se crean seis aparatos supletorios, de-  
signados, respectivamente por AbAa, BcAa, BdAa,  
25 BcAb, BdAb, BdBc y estos aparatos tienen las deno-  
minaciones correspondientes. Por consiguiente, se  
entiende que por lo menos dieciseis aparatos de -  
tratamiento por vacío diferentes pueden ser ima-  
ginados a partir de los cuatro tipos de disposi-  
30 tivos de depósito representados en las figuras 1,

...//...



1                   2 y 3 y que estos dieciseis aparatos están desig-  
naados y denominados de una manera no ambigua, tal  
y como se ha explicado más arriba. Para mayor sen-  
cillez, los aparatos de la figura 4 están repre-  
5                   sentados sin sus respectivas bombas de vacío, es-  
tando las conexiones hacia estas bombas indicadas  
en cada caso por una flecha. Igualmente, por ra-  
zones de sencillez, los aparatos de la figura 4  
están representados vacíos, estando los depósitos  
10                   de entrada y de salida representados en cada caso  
por las letras "i" y "o", respectivamente. A la  
vista de las descripciones anteriores respecto al  
modo de funcionamiento de los aparatos de las fi-  
guras 1 y 2 (50 y 52 en la figura 4) el modo de  
15                   funcionamiento de todos los aparatos de la figura  
4, así como el de los aparatos que no están inclui-  
dos en la figura 4, pero que se mencionan más arri-  
ba podrá deducirse sin otra descripción puesto que  
el principio barométrico de la operación de todos  
20                   los aparatos es idéntico.

Cada uno de los dieciseis aparatos de  
tratamiento por vacío "frío", mencionado más arri-  
ba en relación con la figura 4, podrían naturalmen-  
te adaptarse directamente a las necesidades del -  
25                   tratamiento por vacío "caliente" de la manera pro-  
puesta anteriormente para los aparatos de las fi-  
guras 1 y 2, es decir, construyendo cada uno de -  
ellos a base de metal refractario y encerrando ca-  
da uno en un horno. Sin embargo, como se ha hecho  
30                   notar más arriba, construir de esta forma un apar-

...//...



1 to de tratamiento por vacío "caliente" a escala  
comercial, utilizando metales refractarios, no  
es actualmente razonable debido al gasto y a las  
incognitas relativas a las propiedades de estos  
5 metales refractarios durante una utilización pro-  
longada por vacío en "caliente". Además, cada uno  
de los dieciseis aparatos mencionados más arriba  
podrían naturalmente ser adaptados indirectamente  
a las necesidades de tratamiento por vacío "calien-  
10 te" en una gran variedad de formas, de las cuales  
se han mencionado algunas a título de ejemplo res-  
pecto al aparato de la figura 1. Como se ha indica-  
do ya, las dificultades de esta adaptación indirecta  
dependen en cierto grado de la forma geométrica  
15 del aparato que se adapta y se entiende ya que al-  
guno de los dieciseis aparatos mencionados más -  
arriba pueden presentar ciertas ventajas sobre -  
otros aparatos, según la manera particular de rea-  
lizar la adaptación. La tarea de valuar de manera  
20 general los méritos respectivos de los dieciseis  
aparatos de tratamiento por vacío "frío", menciona-  
dos más arriba en vista de una adaptación indirecta  
a las necesidades del tratamiento por vacío "calien-  
te" representa como se entenderá fácilmente un tra-  
25 bajo enorme en razón de número tan elevado de los  
puntos que han de tenerse en cuenta. Por consi-  
guiente, se limitará aquí el estudio a la discusión  
de los dieciseis aparatos de tratamiento por vacío  
"frío" mencionados más arriba en lo que se refiere  
30 a su adaptación indirecta a las necesidades del -

...//...



1                   tratamiento por vacío "caliente" según el presen-  
te invento. Esta nueva manera de adaptar indirectamente el aparato de tratamiento por vacío "frío" a las necesidades del tratamiento por vacío "ca-  
5                   liente" consiste en construir el aparato en su mayor parte a base de uno o varios bloques tales como los bloques cilíndricos de material refractario, tal como grafito comprimido y esta nueva manera se describirá ahora.

10                   Se observarán ahora las figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10, las cuales son bien vistas en corte transversal o vistas transparentes, según lo que conviene para la mayor claridad, de adaptaciones realizadas de acuerdo con el presente invento,  
15                   de seis aparatos entre los dieciseis aparatos de tratamiento por vacío mencionados más arriba. Las seis adaptaciones de las figuras 5 a 10 son bastante representativas para ilustrar claramente como uno cualquiera de los diez aparatos restantes  
20                   puede ser también adaptado de acuerdo con el presente invento. Para las necesidades de la presente descripción, se entiende que los aparatos de las figuras 5-10 están destinados al tratamiento por vacío "frío" de líquidos tales como el mercurio,  
25                   y se representará más adelante como puede realizarse su adaptación a las necesidades del tratamiento por vacío "caliente" de los metales fundidos tales como el cobre fundido. Como en el caso de las ilustraciones diagramáticas de la figura  
30                   4, para mayor sencillez no se han representado -

...//...



1 bombas de vacío en las figuras 5 a 10, estando  
sus conexiones indicadas por una flecha y estan-  
do los aparatos representados vacíos, con los --  
depósitos de entrada y de salida indicados por  
5 las letras "i" y "o". Para acortar las descrip-  
ciones, los depósitos de las figuras 5 a 10 están  
indicados por las letras "a" o "b" o "c" o "d" se-  
gún el tipo de depósito, de acuerdo con las desig-  
naciones indicadas previamente respecto a la figu-  
10 ra 4, y los caminos de alimentación para los cua-  
les el material líquido circula a partir del depó-  
sito de entrada hasta la superficie expuesta y de  
ahí hasta el depósito de salida están indicados  
por las letras "A" o "B" según el tipo de recorri-  
15 do igualmente de acuerdo con las designaciones in-  
dicadas previamente. Por ejemplo, la figura 5 que  
representa un aparato del tipo AaAa tiene un de-  
pósito de entrada del tipo separado y por consi-  
guiente marcado "a", un recorrido que va desde el  
20 depósito de entrada hasta la cámara de exposición  
del tipo tubular y por consiguiente marcada "A",  
un depósito de salida del tipo separado y por con-  
siguiente marcado "a" y un recorrido que conduce  
desde la cámara de exposición hasta el depósito  
25 de salida del tipo tubular y por consiguiente mar-  
cado "A".

Respecto a la figura 5, se representa  
en vista en corte transversal un aparato de tra-  
tamiento por vacío de acuerdo con el presente in-  
30 vento, del tipo AaAa es decir, idéntico en lo que

...//...



1 se refiere a los tipos de depósito y trayectos  
de alimentación del aparato 50 de la figura 4,  
la cual a su vez es una representación diagramati  
ca del aparato de la figura 1. Por consiguiente,  
5 se entiende que el modo de funcionamiento del apa-  
rato de la figura 5 en lo que se refiere al medio  
por el cual el material líquido circula a través  
del aparato debido a las acciones combinadas de  
la gravedad y de la presión barométrica, es iden-  
10 tica a la del aparato de la figura 1 descrito pre-  
viamente. Examinando la figura 5 se notará que es-  
te modo de realización particular del presente in-  
vento incluye dos bloques, un bloque superior 64  
y un bloque inferior 65, los cuales en sus porcio-  
15 nes en contacto tienen una forma tal que constitu-  
yen los depósitos de entrada y de salida separados.  
(indicados, respectivamente por a (i) y a (o)) en-  
tre los dos bloques de suerte que el bloque infe-  
rior 65 forme un pedestal sobre el cual se apoya  
20 el bloque 64. Se notará también que los recorri-  
dos de entrada y de salida (indicados en cada caso  
por A) son unos agujeros circulares realizados en  
el bloque 64, los cuales se extienden a partir de  
los depósitos hacia arriba hasta la superficie de  
25 exposición 63 que forma la base de la cavidad 66  
en la extremidad superior del bloque 64. Estos re-  
corridos de entrada y de salida se llaman "agujeros  
de alimentación" y se ve que el agujero de alimen-  
tación de entrada, que se extiende a partir del de-  
30 pósito de entrada, penetra en la superficie de expo-

...//...



1                   sición 63 en el centro de una depresión circular  
68 y que el agujero de alimentación de salida,  
que se extiende a partir del depósito de salida,  
penetra en la superficie de exposición 63, en la  
5                   periferia de la depresión anular 67. Además de -  
los depósitos de entrada y de salida, de los ori-  
ficios de alimentación y de las superficies de ex-  
posición 63 que tienen su contrapartida en el apa-  
rato 50 de la figura 4, se notará que el aparato  
10                   de la figura 5 tiene también un agujero 62 que -  
conduce a partir del depósito de salida hasta la  
parte exterior del bloque 65; un agujero 60 que  
une los depósitos de entrada y de salida y un ca-  
nal 61 entre el depósito de entrada y la parte ex-  
15                   terior del bloque 65. Los agujeros 60 y 62 y el ca-  
nal 61 no tienen contrapartida en el aparato 50 de  
la figura 4 pero tienen tan sólo una función auxi-  
liar respecto a la alimentación, la descarga y la  
puesta en marcha del aparato que aparecerá más ade-  
20                   lante en la descripción que acompaña a la figura 11.  
Respecto a la situación de los orificios de ali-  
mentación sobre la superficie 63 se entenderá fa-  
cilmente que las posiciones de los orificios de -  
alimentación de entrada y de salida podrían inter-  
25                   cambiarse sin afectar a la configuración básica.  
Es decir que el orificio de alimentación de entra-  
da podría penetrar periféricamente en la superfi-  
cie 63, mientras que el orificio de alimentación  
de salida podría penetrar en el centro en lugar  
30                   de la situación inversa representada en la figura 5,

...//...



1                   pero en este caso la superficie 63 tendría que  
                  tener una pendiente a partir del borde hacia el  
                  centro, en lugar de tenerla a partir del centro  
                  hasta el borde como se ha representado. Desde el  
5                   punto de vista del funcionamiento una entrada cen-  
                  tral del orificio de alimentación de entrada es -  
                  preferible cuando el material líquido que se ha  
                  de tratar por vacío contiene una cantidad de gas  
                  suficiente para provocar una pulverización fuerte  
10                   del material al penetrar en la cámara de vacío,  
                  creando así un efecto de "fuente" a la salida del  
                  orificio de alimentación de entrada. Por otra par-  
                  te, una entrada periférica del orificio de alimen-  
                  tación de entrada es preferible si la cantidad de  
15                   gas es tal que la acción de pulverización es rela-  
                  tivamente pequeña. Naturalmente, se entiende que  
                  otros factores tales como la velocidad de alimen-  
                  tación y la capacidad de bombeo del sistema de va-  
                  cío, además del contenido de gas determinan también  
20                   parcialmente el grado de importancia de la acción  
                  de pulverización. Otros aspectos de la superficie  
                  de exposición 63, por ejemplo, el objeto de la de-  
                  presión anular 67, se expondrán más adelante en -  
                  relación con la figura 11.

25                   Para las necesidades del momento que  
                  consisten en hacer resaltar la flexibilidad y sen-  
                  cillez del método constructivo de conformidad con  
                  el presente invento, el punto principal es el as-  
                  pecto constructivo del aparato de la figura 5. Al  
30                   respecto, se entenderá fácilmente que suponiendo

...//...



1 que un material constructivo utilizable adecuado  
sea disponible, los bloques 64 y 65 se fabrican  
facilmente por medio de técnicas de mecanización  
convencionales sencillas. Naturalmente, si el apa-  
5 rato de la figura 5 ha de utilizarse para necesi-  
dades de tratamiento por vacío "frío", existen ma-  
teriales mucho más convenientes para su fabrica-  
ción que si el aparato ha de utilizarse para ne-  
cesidades de tratamiento por vacío "caliente", tal  
10 y como se ha precisado ya y como se explicará más  
completamente a continuación, pero en ambos casos  
el requisito más difícil de cumplir consiste en  
la capacidad del material en resistir a la corro-  
sión y a la erosión producidas por la circulación  
15 de material líquido. En relación con estas difi-  
cultades debidas a la corrosión y a la erosión,  
conviene mencionar que el aparato de la figura 5  
está en posición de inferioridad debido a las su-  
perficies transversales relativamente pequeñas de  
20 los orificios de alimentación respecto a la super-  
ficie de exposición, lo que implica una velocidad  
relativamente elevada del flujo a lo largo de los  
orificios de alimentación. Sin embargo, hay que no-  
tar que el problema de la erosión abusiva en los  
25 orificios de alimentación puede ser en algunos ca-  
sos superada de manera económica utilizando acceso-  
rios tubulares dispuestos en los orificios de ali-  
mentación, cuyos accesorios están realizados con  
un metal resistente a la erosión o construídos de  
30 una manera tal que su sustitución frecuente sea -

...//...



1 factible. A pesar de estas posibilidades de adap-  
tación sencilla del aparato tipo Aaaa de la figura  
5, para superar los problemas debidos a la erosión  
como se ha indicado más arriba, puede decirse de  
5 manera general que el aparato del tipo Aaaa es -  
mejor adaptado a su utilización cuando las difi-  
cultades de erosión no son grandes. Conviene saber  
que los problemas debidos a la erosión y a la co-  
rrosión no radican necesariamente tan sólo en los  
10 efectos de pérdida de material durante el funcio-  
namiento del aparato sino que pueden, y a veces de  
manera muy importante, radicar en la inclusión in-  
debidamente de material corrido o desgastado procedente  
del aparato de vacío en el material líquido sometido  
15 a tratamiento por vacío. Por consiguiente, se  
entiende cuan importante es poner la debida aten-  
ción a los efectos de corrosión y de erosión en  
el diseño del aparato de tratamiento por vacío.

Se observará ahora la figura 6, la cual  
20 ilustra en transparencia un aparato de acuerdo con  
el presente invento, del tipo AbAb es decir, iden-  
tico en lo que se refiere a los tipos de depósitos  
y a los tipos de trayecto de alimentación al apa-  
rato 51 de la figura 4. Se notará que el aparato  
25 de la figura 6 incluye un bloque único 74 que con-  
tiene en una sola pieza los depósitos de entrada  
y de salida (representados respectivamente por b (i) y  
b (o)), los trayectos de alimentación de entrada y sali-  
da (representados en cada caso por A) y la super-  
30 ficie de exposición 73. Los depósitos de entrada y

...//...



JUN. 1966

1 de salida son unas cavidades cilíndricas, realiza-  
das perforando el bloque 74 a partir del costado  
en un cierto ángulo respecto a la base, hasta las  
extremidades inferiores en unas cavidades más pe-  
5 queñas, pero formadas de la misma manera que se  
unen a los trayectos de alimentación en las ex-  
tremidades inferiores. Los trayectos de alimenta-  
ción de entrada y de salida son unos agujeros que  
se extienden hacia abajo respectivamente a partir  
10 de la periferia y del centro de la superficie 73;  
es evidente que, en el caso de la figura 5, la -  
situación de entrada de los agujeros de alimentación de entrada  
y de salida en la superficie 73 podrían intercambiarse  
sin afectar a la configuración básica. El  
15 agujero 70 que une los depósitos de entrada y de  
salida y el agujero 71 que une el depósito de sa-  
lida con la parte exterior del bloque 74 no tienen  
contrapartida en el aparato 51 de la figura 4, pe-  
ro tienen tan sólo una función subsidiaria en la  
20 descarga y la puesta en marcha del aparato como  
se notará más adelante en relación con la figura  
11. De acuerdo con las indicaciones anteriores res-  
pecto a las dificultades debidas a la erosión que  
existen en el aparato AaAa de la figura 5 conviene  
25 notar que el aparato AbAb de la figura 6 presenta  
dificultades casi idénticas, debidas naturalmente  
a la similitud de los tipos de trayecto de alimen-  
tación de los dos aparatos. Sin embargo, mientras  
que en el aparato AaAa de la figura 5 las dificul-  
30 tades debidas a la erosión pueden ser superadas -

...//...



JUN. 1968

1            en algunos casos, como se ha indicado mas arriba,  
por medio de accesorios tubulares introducidos en  
los agujeros, este dispositivo no puede aplicarse  
con tanta facilidad al aparato de la figura 6 pues-  
5            to que los orificios de alimentación no atraviesan  
el bloque en su extremidad inferior para permitir  
que los accesorios estén mantenidos fácilmente com-  
pensando su tendencia a flotar o a ser desplazados.  
Por consiguiente, aunque las dificultades debidas a  
10           la erosión que se presentan en el aparato de la fi-  
gura 6 no sean insuperables (por ejemplo se puede  
disponer un revestimiento resistente a la erosión  
sobre las superficies de los agujeros de alimenta-  
ción por ejemplo por el método de revestimiento  
15           pirolítico) cuesta dificultad combatir los proble-  
mas de erosión al realizar el aparato en un blo-  
que en lugar de dos como en la figura 5. Sin em-  
bargo, la conveniencia de construir un aparato de  
vacío a partir de un bloque único es considerable  
20           puesto que además de resultar en un aparato algo  
mas económico, el aparato es también algo más  
fuerte y compacto, se monta más facilmente, y como  
se verá a continuación en relación con las po-  
sibilidades del tratamiento por vacío "caliente",  
25           puede ser calentado algo mas fácilmente que el  
aparato que incluye mas de un bloque. Se entende-  
rá naturalmente que la elección entre el aparato  
de la figura 5, el aparato de la figura 6 y otros  
aparatos todavía no descritos, para un uso particu-  
30           lar, depende de una evaluación de las ventajas --

...//...



7 JUN 1939

1 y de los inconvenientes que se aplican a cada uti-  
lización particular. En tal evaluación otros fac-  
tores todavía no mencionados tendrán un signifi-  
cado y alguno de estos otros factores aparecerán  
5 más abajo con motivo de otras descripciones de  
aparatos de acuerdo con el presente invento.

Se observará ahora la figura 7 que ilus-  
tra en vista en corte transversal un aparato de  
acuerdo con el presente invento, del tipo BcBc es  
10 decir, idéntico en lo que se refiere a los tipos  
de depósito y tipos de trayectos de alimentación,  
al aparato 52 de la figura 4. El aparato de la fi-  
gura 7 incluye cuatro bloques -dos bloques infe-  
riores 83 y 84 y dos bloques superiores 85 y 86-  
15 estando formados, el depósito de entrada (representado por c (i)) y el trayecto de alimentación de entrada (representado por 3) por unos espacios anulares situados entre los bloques 85 y 86 y el dispositivo de salida (representado por c (o)) y estando el  
20 trayecto de alimentación de salida (representado por B) formado por unos espacios anulares entre los bloques 83 y 84. Los canales 81 y 82 no tienen contrapartida en el aparato 52 de la figura 4, pero existen tan sólo para la conveniencia de la alimentación y de la descarga, como se explicará  
25 mas adelante. El orificio 80 que no tienen contrapartida en el aparato 52 de la figura 4 es una característica en variante que permite la sujeción de un sistema de bomba de vacío supletorio de manera que  
30 se obtenga un aumento de la velocidad de bombeo de

...//...



Jul. 1968

1                   vacío. A partir de las indicaciones anteriores  
referente a los aparatos de las figuras 5 y 6  
se entenderá fácilmente que una ventaja del apa-  
5                   rato BcBc de la figura 7 consiste en sus trayec-  
tos de alimentación anulares, los cuales, al te-  
ner una superficie transversal relativamente im-  
portante, reducen las dificultades de erosión y  
que un inconveniente de este aparato está repre-  
10                   sentado por la complejidad relativa de la cons-  
trucción que necesita cuatro bloques. Otras ven-  
tajas son la facilidad con la cual la velocidad  
de bombeo de vacío se aumenta disponiendo un ori-  
ficio supletorio 80 y la naturaleza vertical y la  
superficie de exposición 87 relativamente impor-  
15                   tantes. Estas últimas ventajas son importantes si  
por ejemplo el principal propósito del tratamiento  
por vacío es la eliminación del gas en grado ele-  
vado. Al respecto, la caída por gravedad relativa-  
mente importante de la superficie vertical 87 en  
20                   comparación por ejemplo con la caída por gravedad  
más pequeña de la superficie 73 de la figura 6 pro-  
vee una capa más fina de líquido sobre la superfi-  
cie de exposición para una velocidad de circulación  
dada y el orificio supletorio de bombeo 80 permite  
25                   la obtención de una presión de vacío más reducida,  
contribuyendo ambos factores a un mayor grado de  
eliminación del gas. Sin embargo, en este aspecto,  
se ha de notar que la configuración tubular de la  
superficie de exposición 87 impide el acceso direc-  
30                   to de las impurezas sólidas volatilizadas hasta las

...//...



JUN 1968

1 superficies de condensación, tal y como se ex-  
plicará a continuación, y por consiguiente, re-  
presenta un cierto inconveniente respecto a la  
eliminación de las impurezas sólidas. Además,  
5 sin embargo, el orificio de bombeo supletorio 80  
aumenta de manera importante la velocidad de bom-  
beo de vacío tan sólo para las presiones de vacío  
muy reducidas para las cuales el recorrido libre  
medio de las moléculas de gas es del mismo orden  
10 de magnitud que las dimensiones interiores del -  
aparato y, por consiguiente, no representa una  
adición interesante para las presiones de vacío  
moderadamente elevadas utilizadas más comunmente  
en el tratamiento por vacío. De las indicaciones  
15 anteriores se deduce que las ventajas y los incon-  
venientes del aparato de la figura 7, de la misma  
forma que las ventajas é inconvenientes de los apa-  
ratos de las figuras 5 y 6 han de ser sopesadas y  
comparadas la una con la otra según la utilización  
20 particular que se quiere hacer del aparato.

Se observará ahora la figura 8 que ilus-  
tra en vista en corte transversal un aparato de -  
acuerdo con el presente invento del tipo BdBd, es  
decir idéntico en lo que se refiere a los tipos  
25 de depósitos y tipos de circuitos de alimentación,  
al aparato 53 de la figura 4. El aparato incluye  
cinco bloques -dos bloques inferiores 91 y 92, un  
bloque medio 93 y dos bloques superiores 94 y 95-.  
El depósito de entrada (representado por d (i)) y el  
30 circuito de alimentación de entrada (indicado por B) están rea

...//...



JUN 1968

1 lizados en los bloques 91 y 92. Las superficies  
de exposición 96 y 96a, es decir, las superfi-  
cies sobre las cuales el líquido circula pasando  
a través de la cámara 97, están compuestas por  
5 la superficie interior del bloque 93 salvo el  
orificio de bombeo 98 y la superficie exterior  
superior del bloque 92. El orificio de bombeo 98  
está inclinado hacia arriba a partir del interior  
hacia el exterior del bloque 93 para evitar que  
10 el líquido que entra en la cámara 97 procedente del  
circuito de alimentación de entrada penetre en el  
sistema de bombeo de vacío. Las características prin-  
cipales del aparato BdBd de la figura 8 en lo que se  
refiere a las ventajas e inconvenientes que este  
15 aparato puede presentar comparativamente con los  
aparatos AaAa, AbAb, y BcBd de las figuras 5, 6 y  
7, respectivamente, son las siguientes: en lo que  
se refiere a las dificultades debidas a la erosión  
el tipo de circuito de alimentación, al ser anular,  
20 sitúa el aparato de la figura 8, así como el apa-  
rato de la figura 7, en posición ventajosa sobre  
los aparatos de las figuras 5 y 6 que tienen cir-  
cuitos de alimentación tubulares. En lo que se re-  
fiere a las propiedades de la configuración de la  
25 superficie de exposición, el cierre casi completo  
de la superficie 96 debido a la cámara 97 y a la  
entrada periférica en la parte superior del cir-  
cuito de alimentación de entrada en la cámara 97  
constituyen una disposición particularmente adecua-  
30 da para el tratamiento de líquidos que contienen

...//...



1 cantidades relativamente importantes de gas y  
que requieren un grado de eliminación de gas re-  
lativamente modesto. Es decir, que el dispositivo  
de la figura 8 está bien adaptado para limitar la  
5 acción de pulverización violenta de un líquido  
fuertemente contaminado por el gas dirigido en la  
cámara 97 por chaflán periférico 99 alrededor del  
borde interno superior del bloque 93; es decir  
también, que el grado de eliminación de gas en  
10 estas circunstancias es relativamente modesto é  
implica que la presión de vacío dentro de la cáma-  
ra 97 es bastante fuerte y que el tamaño del ori-  
ficio 98 no es crítico de ninguna manera, y por  
consiguiente, puede tener dimensiones pequeñas en  
15 comparación con los orificios de bombeo de las fi-  
guras 5, 6 y 7. Se entenderá naturalmente, a la  
luz de las indicaciones anteriores que en razón  
del acceso limitado de la cámara 97 y de las su-  
perficies 96 y 96a a las superficies de condensa-  
20 ción, el aparato BdBd de la figura 8 no está adap-  
tado para la eliminación eficaz de las impurezas  
sólidas volátiles. Además de presentar las ventajas  
indicadas mas arriba para una eliminación parcial  
eficaz del gas procedente del líquido fuertemente con-  
25 taminado por el gas, el aparato BdBd de la figura 8  
presenta una ventaja en ciertos casos porque tiene  
unos orificios de entrada en la parte superior y  
unos orificios de salida en la parte inferior que per-  
miten la alimentación y la salida del material líquido  
30 en comparación con los orificios de entrada y de sa-



1 lida laterales de los aparatos AaAa, AbAb y BcBc.  
Esta ventaja es importante si por ejemplo la su-  
perficie disponible es limitada y por consiguien-  
te es la disposición más conveniente en el caso  
5 de una colocación en sentido vertical de los apa-  
ratos asociados.

Después de haber indicado más arriba en  
líneas generales algunas ventajas y algunos incon-  
venientes de los cuatro tipos básicos de aparatos  
de tratamiento por vacío es decir, los cuatro apa-  
ratos que tienen cada uno tipos de depósitos de en-  
trada y de salida idénticos y tipos de circuitos  
de alimentación de entrada y de salida idénticos,  
10 concretamente los aparatos AaAa, AbAb, BcBc y BdBd,  
se hace constar que en ciertos casos se pueden ob-  
tener ciertas ventajas y eliminar ciertos inconve-  
nientes combinando un tipo de depósito de entrada  
con otro tipo de depósito de salida o combinando  
un tipo de circuito de alimentación de entrada con  
un tipo de circuito de alimentación de salida. Al  
20 respecto, se observarán ahora las figuras 9 y 10,  
las cuales ilustran ambos aparatos de tratamiento  
por vacío de acuerdo con el presente invento, del  
tipo "híbrido" es decir, aparatos que tienen tipos  
distintos de depósitos de entrada y de salida y  
25 tipos distintos de circuitos de alimentación de  
entrada y de salida.

La figura 9 ilustra en vista transparen-  
te un aparato de acuerdo con el presente invento,  
30 del tipo AbAa, idéntico en lo que se refiere a los

...//...



1968

1 tipos de depósito y tipos de circuito de alimen-  
tación al aparato 54 de la figura 4, pero con los  
dispositivos de entrada y de salida invertidos.  
El aparato incluye dos bloques -un bloque infe-  
5 rior 102 y un bloque superior 103-. Estando el -  
depósito de entrada (representado por b (i)) y  
los orificios de alimentación de entrada y de sa-  
lida (representado cada uno por A) contenidos co-  
mo parte integrante en el bloque 103, y estando  
10 dispuesto el depósito de salida (representado por  
a (o)) entre los bloques 102 y 103. El agujero 101,  
que une los depósitos de entrada y de salida y el  
canal 100, que une el depósito de salida con el  
exterior del bloque 102 no tienen contrapartida  
15 en el aparato 54 de la figura 4, pero como se in-  
dicará más adelante en conexión con la figura 11,  
tienen una función meramente auxiliar en el arran-  
que y en la descarga del aparato. El objeto de la  
figura 9, aparte de servir de ejemplo típico de  
20 un aparato de tratamiento de vacío del tipo "hi-  
brido" de acuerdo con el presente invento, consis-  
te, tal y como se indicó ya, en hacer ver las ven-  
tajas típicas obtenidas mediante dispositivos "hi-  
bridos" de este tipo. Una ventaja típica del apa-  
25 rato AbAa de la figura 9 consiste en la mayor fle-  
xibilidad de colocación de los niveles relativos  
de las extremidades superiores de los orificios de  
alimentación de entrada y de salida, respecto a la  
que es posible con los aparatos AaAa, o AbAb y por  
30 consiguiente en una mayor flexibilidad para deter-

...//...



1968

1 minar la configuración de la superficie expuesta,  
en ciertos casos particulares. Esta flexibilidad  
se ve en la figura 9 gracias a los cortes verti-  
cales y horizontales 104 y 104a de la superficie  
5 expuesta. Se entenderá fácilmente que la misma ven-  
taja se aplica también si la situación de los ori-  
ficios de alimentación de entrada y de salida al  
penetrar en la superficie de exposición se inter-  
cambian y si se dibuja de nuevo naturalmente la  
10 superficie expuesta.

Se observará ahora la figura 10 que ilus-  
tra en vista en sección transversal un aparato de  
acuerdo con el presente invento, del tipo BcAa es  
decir, idéntico en lo que se refiere a los tipos  
15 de depósito y de circuito de alimentación al apa-  
rato 56 de la figura 4, pero con la disposición in-  
versa de entrada y de salida. El aparato está com-  
puesto por tres bloques -un bloque inferior 113,  
un bloque intermedio 114 y un bloque superior 115-  
estando el depósito de entrada (representado por c  
20 (i)) y el circuito de alimentación de entrada (re-  
presentado por B) por medio de espacios anulares  
entre los bloques 114 y 115, estando constituido  
el circuito de salida (representado por A), por  
25 un agujero a través del bloque 114, y estando for-  
mado el depósito de salida (representado por a (o))  
entre los bloques 113 y 114. El agujero 110, que  
une los depósitos de entrada y de salida y los ca-  
nales 111 y 112, que unen los depósitos de entrada  
30 y de salida con las partes exteriores de los blo-

...//...



1968

1                   ques 114 y 113, respectivamente, tienen una función  
meramente auxiliar en el arranque, la alimentación  
y la descarga del aparato, tal y como se explica-  
rá más adelante en relación con la figura 11. La  
5                   ventaja principal del aparato de la figura 10 con-  
siste en el hecho de que, en ciertos casos, si el  
líquido que se ha de tratar por vacío contiene im-  
purezas volátiles responsables en grado importan-  
te de los problemas de corrosión y de erosión, al  
10                   estar estas impurezas eliminadas sustancialmente  
por el tratamiento por vacío, estos problemas de  
corrosión y de erosión, son mucho más fuertes en  
el circuito de alimentación de entrada que en el  
circuito de salida. Por consiguiente, en un caso  
15                   de este tipo el aparato BcAc de la figura 10, que  
combina un circuito de alimentación de entrada de  
tipo anular con un circuito de salida de tipo tu-  
bular, provee una solución adecuada a los proble-  
mas de erosión y de corrosión y resulta más eco-  
nómico utilizado en bloque, que, por ejemplo, el  
20                   aparato BcBc de la figura 7 que tiene ambos cir-  
cuitos de alimentación de entrada y de salida del  
tipo anular.

                  Se observará ahora de manera general  
25                   las figuras 5 a 10. Se notará en las figuras 5 a  
10 que la características de construcción común  
de los aparatos representados, es una construcción  
"de tipo bloque". Es decir, por ejemplo, que si se dis  
pone un material de acuerdo de construcción que pue-  
30                   de ser mecanizado en forma de bloques cilíndricos,

...//...



1            cada uno de los aparatos 5-10 puede ser fabricado  
a partir de uno o varios de dichos bloques cilín-  
dricos. Se entenderá, naturalmente, que los apa-  
ratos 5-10 pueden ser fabricados también a partir  
5            de un bloque o de varios bloques fundidos, dándo-  
les una forma apropiada o a partir de bloques par-  
cialmente fundidos y parcialmente mecanizados en  
la forma apropiada. Se entenderá igualmente que  
la forma exterior cilíndrica y la simetría circu-  
lar de la configuración interna representadas en  
10            las figuras 5-10, son unas características que co-  
rresponden más a motivos de conveniencia que a una  
verdadera necesidad y que se podría utilizar una  
forma rectangular ú otra, así como se podría evi-  
15            tar la simetría circular interior sin apartarse  
del método constructivo "de tipo bloque" y sin -  
cambiar de manera importante el funcionamiento del  
aparato. Por consiguiente, se entiende ahora que  
el tipo constructivo a base de bloques para la fa-  
20            bricación del aparato de tratamiento por vacío -  
"frío", tal y como se ilustra a título de ejemplo  
ilustrativo en las figuras 5-10 que utiliza uno o  
varios bloques que tienen una forma exterior ci-  
líndrica y varios grados de simetría circular in-  
25            terior, pueden ser utilizado para fabricar una -  
cualquiera de las dieciseis formas del aparato de  
tratamiento por vacío "frío" descritas más arriba  
en relación con la figura 4, utilizando bloques de  
forma cilíndrica, rectangular ú otra y que tienen  
30            una simetría circular ú otra configuración inte-

...//...



JUL 1968

1 rior. Además, se entenderá que para determinar  
el tipo particular de aparato preferido se han de  
tener en cuenta una multiplicidad de factores,  
que varían según la aplicación proyectada, y al-  
5 gunos de los cuales han sido descritos más arri-  
ba en relación con las figuras 5-10.

10 La adaptación de los aparatos de trata-  
miento por vacío en "frío" del "tipo bloque" de  
acuerdo con el presente invento, tal y como está  
descrito más arriba, para las necesidades del tra-  
tamiento por vacío "caliente" se describirá ahora.  
Como se ha mencionado previamente, la principal  
ventaja del método de construcción del "tipo blo-  
que" es la facilidad con la cual los aparatos de  
15 tratamiento por vacío en "frío" contruidos de -  
esta manera se adaptan a las necesidades del tra-  
tamiento por vacío en "caliente".

20 Se observará ahora la figura 11 que re-  
presenta en vista en corte transversal un aparato  
de tratamiento por vacío completo, destinado al  
tratamiento por vacío del cobre fundido, de acuo-  
do con el presente invento. El aparato de la fi-  
gura 11 está constituido esencialmente por un apa-  
rato de tratamiento por vacío "frío" del "tipo -  
25 bloque", según la descripción anterior, adaptado  
a las necesidades del tratamiento por vacío "ca-  
liente", gracias a unos dispositivos especiales  
de alimentación, de salida, de calentamiento, y  
de cierre. Haciendo referencia a la figura 11, el  
30 bloque depósito 120, el bloque de alimentación 121

...//...

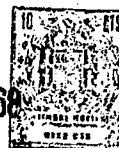


JUN. 1968

1 y el bloque de extensión 122 constituyen un aparato de tratamiento por vacío en bloque del tipo "frío", según la descripción anterior; 123 es el conducto de entrada y 124 es el conducto de salida; 125 es el distribuidor de vacío; 126 es la caja de aislamiento de calor; 127 es la base de aislamiento de calor; 128 es la envoltura; 129 es el devanado de calentamiento por inducción y 130 es la plataforma de soporte. Más detalladamente, en los bloques 120, 121 y 122, se representa por 131 el depósito de entrada realizado entre los bloques 120 y 121; se representa por 132 el depósito de salida realizado entre los bloques 120 y 121; se representa por 133 el orificio de salida que conecta el depósito de salida 132 con la parte exterior del bloque 120; se representa por 134 el canal de alimentación que conecta la parte exterior del bloque 120 al depósito de entrada 131; se representa por 135 uno de los doce orificios de alimentación de entrada igualmente espaciados que unen el depósito de entrada 131 a la superficie de exposición al vacío 136 del bloque 121; se representa por 137 el orificio de alimentación de salida que une la superficie de exposición 136 al depósito de salida 132; se representa por 138 el anillo de cierre hermético al vacío menor entre los bloques 121 y 122 y se representa por 139 el anillo de cierre hermético al vacío mayor entre el bloque 122 y el distribuidor de vacío 125. Más detalladamente, en el conducto

...//...

17 JUN 1968



1 123 y también en el conducto 124, se representa  
por 140 el tubo del conducto; por 141 el elemen-  
to de calentamiento por resistencias; por 142 y  
5 143 las cajas de aislamiento térmico y por 144 la  
envoltura del conducto. Examinando con más deta-  
lles el distribuidor de vacío 125, se ve que 145  
es la tapa móvil, 146 es un tubo de enfriamiento  
por agua y 147 es una de las dos tuberías de cone-  
xión provistas de brida con el sistema de bombeo  
10 de vacío no representado en la figura 11. Examinan-  
do con más detalle el recinto 128, se ve que 148  
es la tubería de entrada de nitrógeno y que 149 es  
la tubería de salida de nitrógeno.

Haciendo de nuevo referencia a la figura  
15 11, los materiales de construcción importantes -  
preferidos tienen las siguientes características.  
Los bloques 120, 121 y 122 están realizados a base  
de grafito compacto de baja porosidad y de fuerte resis-  
tencia estructural, por ejemplo del tipo de grafito vendi-  
do bajo la marca comercial ATL por la UNION CARBIDE  
20 CORPORATION. La envoltura de aislamiento 126 está  
realizada con cualquier material refractario que  
tenga buenas propiedades aislantes del calor. La  
base de aislamiento 127 está constituida con un  
25 material similar al de la envoltura 126, pero ne-  
cesita además una buena resistencia y una buena es-  
tabilidad estructural. Los tubos de los conductos  
140 están realizados a base de grafito compacto de  
cualquier calidad con resistencia estructural razo-  
30 nable y reducida erosión mecánica por el cobre fun-

...//...



1           dido. El distribuidor de vacío 125, el recinto 128,  
la plataforma 130 y las envolturas de los conduc-  
tos 144 son de acero. El anillo de cierre hermético  
5           al vacío 138 está realizado en molibdeno y el  
anillo de cierre hermético al vacío 139 es de ni-  
quel. Haciendo de nuevo referencia a la figura 11  
el funcionamiento del aparato es el siguiente: su-  
poniendo que el aparato está vacío tal y como se  
10           representa, que el aparato entero está frío, es  
decir que no se aplica ninguna energía al elemento  
de calentamiento del conducto 141 y al devanado  
de calentamiento por inducción 129, y que el inte-  
rior del aparato está sometido a la presión atmos-  
férica es decir, que el sistema de bombeo de vacío  
15           está parado y que no se suministra nitrógeno al re-  
cinto 128, la primera etapa para poner en marcha el  
aparato es la de vaciar el recinto 128 del aire in-  
troduciendo nitrógeno en el orificio de entrada 148  
de manera que circule a través del orificio de sa-  
20           lida 149, manteniendo una presión de nitrógeno li-  
geramente superior a la presión atmosférica, en el  
recinto 128. Se puede notar que el nitrógeno sale  
también del recinto 128 a través de los tubos de  
los conductos 140 y se supone que estos están ce-  
25           rrados o sellados de cualquier manera por otro apa-  
rato conectado a ellos, en el caso del conducto de  
entrada 123 por el aparato que suministra el cobre  
fundido que ha de ser sometido a tratamiento y en  
el caso del conducto de salida 124 por el aparato  
30           que recibe el cobre fundido tratado por vacío. Se

...//...



1 ha de notar también que para que el nitrógeno en-  
tre y purge la cámara 150 de exposición al vacío,  
el sistema de bombeo de vacío necesita tener una  
5 salida en dirección a la atmósfera exterior y se  
supone que esto está realizado. Una vez que el apa-  
rato está vaciado del aire y lleno de nitrógeno,  
la siguiente etapa del proceso de puesta en marcha  
es la de aplicar energía a los elementos de calenta-  
miento del conducto 141 y al devanado de inducción  
10 129, de manera que los conductos 123 y 124 así co-  
mo los bloques 120, 121 y 122 se calienten a la -  
temperatura de funcionamiento, la cual es aproxi-  
madamente de 1.204°C (2.200°F). A la vez que se -  
aplica energía se aplica naturalmente agua a los  
15 devanados de enfriamiento por agua 146 y al deva-  
nado de inducción 129, los cuales están enfriados  
por agua y se mantiene la circulación de agua. Des-  
pués de que se haya alcanzado en todos los elemen-  
tos la temperatura de funcionamiento, según se de-  
20 termina, observando los termopares situados en va-  
rios emplazamientos del aparato, pero que no se re-  
presentan en la figura 11, la tercera etapa del pro-  
ceso de puesta en marcha es la de empezar a intro-  
ducir cobre fundido en el conducto de entrada 123  
25 y, por consiguiente, en el depósito de entrada 131.  
Se notará en la figura 11 que el depósito de entra-  
da 131 y el depósito de salida 132 están conectados  
por el espacio 151 que existe entre los bloques  
120 y 121 y se notará también además, que, estando  
30 la cámara de exposición al vacío 150 aproximadamen-

...//...



1 te a la presión atmosférica, el cobre fundido que  
entra en el depósito 131 sobresale a veces a tra-  
vés del espacio 151 pasando en el depósito 132  
5 hasta que el depósito 132, a su vez desborde por  
el orificio 133 y, por consiguiente, hasta el con-  
ducto de salida 124. Cuando el cobre fundido sumi-  
nistrado inicialmente al conducto 123 como en la  
tercera etapa indicada más arriba sale del orifi-  
cio 133 y entra en el conducto 124 se realiza la  
10 cuarta etapa del proceso de puesta en marcha, la  
cual consiste en activar el sistema de bombeo de  
vacío. El sistema de bombeo de vacío una vez en  
funcionamiento, puesto que se extrae nitrógeno de  
la cámara 150 por el sistema de bombeo de vacío y  
15 que, por consiguiente, se reduce la presión en la  
cámara 150, el cobre fundido sube por los orifi-  
cios 135 y 137. En este momento, hay que notar que  
la capacidad del depósito 131 es algo superior a  
dos veces la capacidad de los doce orificios de  
20 alimentación 135 y que la capacidad del depósito  
132 es por lo menos superior a la capacidad del ori-  
ficio de alimentación 137. Esto viene a decir que,  
con el depósito 131 lleno hasta el punto de que  
el líquido sobresalga a través del espacio 151,  
25 con el depósito 132 lleno hasta el punto de que  
el líquido sobresalga a través del orificio de sa-  
lida 133 y con la cámara 150 sometida aproxima-  
damente a la presión atmosférica, cuando la presión  
en la cámara 150 se reduce a aproximadamente 1 mm.  
30 de mercurio, el cobre fundido sube totalmente en

...//...



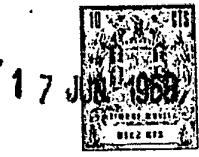
1 los orificios de alimentación 135 y casi completa-  
mente en el orificio de alimentación 137, reduciendo  
las cantidades contenidas en los depósitos 131  
y 132 a, respectivamente, una cantidad algo superior  
5 a la mitad y a la cuarta parte de las cantidades  
que se han derramado. Estas cantidades residuales  
contenidas en los depósitos 131 y 132 no son naturalmente  
críticas, toda vez que sean suficientes, teniendo en  
cuenta los cambios de capacidad de los depósitos y de  
10 los orificios de alimentación en uso prolongado debidos  
a la erosión, para evitar que estos depósitos se vacien  
y que se pierda en consecuencia el cierre hermético al  
vacío del cobre fundido, durante el proceso de puesta  
15 en marcha. En ese momento hay que hacer constar  
además que la altura vertical de los orificios de  
alimentación 135 y 137, medida a partir de la superficie  
de exposición 136 hasta una línea horizontal que  
atraviesa la superficie de derrame del espacio 151  
20 es aproximadamente de 25 mm. (1 pulgada) inferior  
a la altura barométrica del cobre fundido, la cual  
es aproximadamente de 1.175 mm. (47 pulgadas).  
Esto viene a decir que, puesto que el nivel de  
derrame del depósito 131 a través del espacio 151  
25 está situado a 50 o 75 mm. (2 o 3 pulgadas)  
por encima del nivel de derrame del depósito 132  
a través del orificio 133, el cobre fundido  
introducido en el depósito 131 circula hacia arriba  
por los orificios de alimentación 135, atravesando  
30 la superficie de exposición 136 y hacia abajo

...//...



1 por el orificio de alimentación 137 penetrando en  
el depósito 132 y saliendo a continuación por el  
orificio 133, en lugar de derramarse a través del  
espacio 151 toda vez que la presión en la cámara  
5 de exposición al vacío 150 no sea mayor que el  
equivalente de 25 mm. aproximadamente ( 1 pulga-  
da) de cobre fundido. Además, esto quiere decir que  
introduciendo continuamente el cobre fundido en  
el depósito 131 a partir del conducto 123 y con  
10 una presión de aproximadamente 1 mm. de mercurio  
en la cámara 150, el cobre fundido circula a par-  
tir del depósito 131 subiendo por los orificios de  
alimentación 135, a través de la superficie de ex-  
posición 136, hacia abajo por el orificio de alimen-  
15 tación 137, pasando al depósito 132, saliendo por el  
orificio 133 y hacia abajo por el conducto 124, man-  
teniéndose el nivel del cobre fundido en el depó-  
sito 131, automáticamente a 25 mm. aproximadamente  
(1 pulgada) por debajo del nivel de derrame a tra-  
20 vés del espacio 151. Se observará ahora que la cuar-  
ta etapa del proceso de puesta en marcha que con-  
siste en accionar el sistema de bombeo de vacío  
tal y como se ha explicado más arriba, representa  
la etapa final y que habiendo sido el aparato de  
25 la figura 11 puesto en funcionamiento continuo, el  
tratamiento por vacío del cobre fundido se prosigue  
continuamente mientras se introduce cobre fundido  
sin interrupción en el conducto 123. Haciendo otra  
vez mas referencia a la figura 11 y después de  
30 haber descrito la construcción, el proceso de pues-

...//...



1 ta en marcha y los principios básicos de su fun-  
cionamiento, se describirán ahora otros detalles  
generales y ventajas del aparato de la figura 11.  
Se puede precisar ahora que los bloques 120, 121  
5 y 122 constituyen un aparato de exposición al va-  
cío del "tipo bloque", el cual aunque similar en  
líneas generales a los aparatos del "tipo bloque"  
descritos en unión con las figuras 5-10 y en rela-  
ción con la figura 4 no representa una forma des-  
crita más arriba. Es decir, que el aparato compues-  
to esencialmente de los bloques 120 y 121 (el blo-  
que 122 no es esencial como se explicará más ade-  
lante) no corresponde a ninguna de las diez formas  
de aparatos de la figura 4 ni tampoco a ninguna de  
10 las seis formas de aparatos relacionados con los  
aparatos de la figura 4, pero no representados en  
la figura 4 es decir, los aparatos con las refe-  
rencias AbAa, BcAa, BdAa, BcAb, BdAb y BdBc. Sin  
embargo, hay que notar, comparando las figuras 10  
15 y 11, que los bloques 120 y 121 de la figura 11  
constituyen un aparato algo similar al aparato de  
la figura 10, el cual es del tipo BcAa. Haciendo  
referencia a la figura 10 se notará que este apa-  
rato BcAa está compuesto de tres bloques 113, 114  
20 y 115 y que el depósito de alimentación anular 116  
(también representado por B) que une el depósito  
de entrada 117 con la superficie de exposición 118  
está realizado entre una superficie interior de 114  
y una superficie exterior del bloque 115. Haciendo  
25 ahora referencia a la figura 11 se notará que la  
30

...//...



1                   contrapartida del dispositivo de alimentación anular 116 de la figura 10 está constituida por doce orificios de alimentación 135 realizados en el bloque 120 de la figura 11.

5                   Por consiguiente, se notará además la utilización de un cierto número de orificios de alimentación en un sólo bloque como el bloque 120 de la figura 11, en lugar de un espacio de alimentación anular como por ejemplo entre los bloques 11A y 115 de la figura 10, permite la realización de un dispositivo de depósito de entrada exterior (representado por "c") el cual en asociación con un dispositivo de depósito exterior separado (representado por "a") requiere la utilización de dos bloques tan sólo para el aparato completo como en la figura 11, en lugar de tres bloques como en la figura 10. Es decir, en términos generales, que el dispositivo de alimentación anular (representado por "d") puede ser sustituido por un dispositivo de alimentación tubular múltiple en los aparatos del tipo "B" con ventajas en ciertos casos, y que para los aparatos contruidos a base de bloques de acuerdo con el presente invento, se requieren menos bloques. Una designación conveniente para el dispositivo de alimentación tubular múltiple, como en el aparato de la figura 11, es "mA", y por consiguiente el aparato constituido por los bloques 120 y 121 de la figura 11, tiene la referencia "mAaAa". Por consiguiente, se entiende que puede existir otro grupo de aparatos de tratamiento por vacío en

10

15

20

25

30



1 "frío", además de los dieciseis aparatos descritos  
más arriba en relación con la figura 4, sustituyen-  
do sencillamente el "dispositivo de alimentación  
5 anular" por un "dispositivo de alimentación tubu-  
lar múltiple" y que este ultimo grupo puede presen-  
tar ventajas particulares en ciertas circunstancias  
determinadas si la construcción de los aparatos es  
del "tipo bloque", de acuerdo con el presente inven-  
to, tal y como se representa a título de ejemplo por  
10 el aparato de la figura 11. Por consiguiente, se -  
puede indicar ahora, además, que sustituyendo el -  
dispositivo de alimentación anular por un disposi-  
tivo de alimentación tubular múltiple, se pueden -  
idear otros grupos más de aparatos de tratamiento  
15 por vacío en "frío" que presentan ventajas particu-  
lares en ciertas circunstancias determinadas si se  
utiliza el bloque de construcción de acuerdo con el  
presente invento. Por consiguiente, haciendo ahora  
un recuento de las características generales y de  
20 las ventajas del aparato de la figura 11, se entien-  
de que los bloques 120 y 121 son tan sólo unas re-  
presentaciones de un número muy grande de disposi-  
tivos de bloques posibles utilizables sustancial-  
mente para la realización del mismo tratamiento por  
25 vacío y que, por consiguiente, las indicaciones si-  
guientes han de entenderse como de aplicación gene-  
ral.

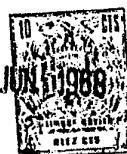
La elección del grafito destinado al ma-  
terial de construcción de los bloques 120, 121 y  
30 122 ha sido hecha debido a un cierto número de ra-

...//...



1            zonas bien conocidas. En primer lugar, el grafito  
             es un excelente material refractario que tiene una  
             buena resistencia estructural y una buena estabi-  
5            lidad dimensional a las temperaturas del cobre-  
             fundido. En segundo lugar, el grafito reacciona  
             con el cobre fundido tan sólo en el grado en que  
             el cobre contiene oxígeno y el grafito presenta  
             una resistencia elevada a la erosión mecánica pro-  
10            ducida por el cobre fundido. En tercer lugar, el  
             grafito es un conductor de la electricidad en un  
             grado que permite el calentamiento fácil por in-  
             ducción, por ejemplo por medio del enrollamiento  
             129. En cuarto lugar, el grafito puede mecanizarse  
15            fácilmente utilizando métodos normales de trabajo  
             del metal. Finalmente, el grafito está disponible  
             en el comercio en grandes bloques y en calidades  
             adecuadas a un precio relativamente bajo. Entre  
             estas cinco razones para elegir el grafito, la  
             tercera -el hecho de que el grafito es conductor  
20            de la electricidad y que permite por consiguiente  
             el calentamiento por inducción- es la que menos  
             importancia tiene puesto que aunque el calentamien-  
             to inductivo es un método de calentamiento adecua-  
             do, se pueden naturalmente utilizar otros métodos  
25            de calentamiento que no utilizan la conductividad  
             eléctrica de los bloques 120, 121 y 122; por ejem-  
             plo, se podrían utilizar unos dispositivos de ca-  
             lentamiento por resistencia dispuestos entre los  
             bloques 120, 121 y 122 y la envoltura aislante 126.  
30            La cuarta y la quinta razón -el hecho de que el -

...//...



1           grafito puede ser facilmente mecanizado y que es-  
          ta disponible en tamaños grandes a precio relativa-  
          mente reducido- tienen también una importancia más  
5           reducida que las dos primeras puesto que, tal y  
          como se ha indicado ya, se pueden fabricar bloques  
          tales como los bloques 120, 121 y 122, utilizando  
          métodos que no sean métodos de mecanización sencilla  
          y el costo tiene importancia tan sólo en rela-  
10           ción con una utilización prolongada. Por consiguiente,  
          se puede declarar que aunque el grafito sea el  
          material de construcción preferido para los blo-  
          ques 120, 121 y 122, otro material con buena resis-  
          tencia estructural y buena estabilidad a las tempe-  
15           raturas del cobre fundido y que no reaccione ni -  
          tampoco esté sometido a erosión por el cobre fundi-  
          do puede utilizarse convenientemente. A pesar de -  
          las numerosas propiedades ventajosas del grafito  
          para el objeto actual, tal y como se ha detallado  
          más arriba, existe una propiedad indeseable que ha  
20           de ser mencionada. Esta propiedad indeseable es la  
          porosidad, es decir, que el gradiente de presión -  
          entre las presiones reducidas dentro de la estruc-  
          tura del bloque, en la cámara 150 por ejemplo, y  
          la presión aproximadamente igual a la presión at-  
25           mosférica fuera de la estructura de bloque, entre  
          la envoltura 126 y el bloque 122 por ejemplo, hace  
          que el nitrógeno pase a través del grafito, a tra-  
          vés del bloque 122, por ejemplo. La importancia de  
          esta porosidad y por consiguiente la cantidad del  
30           nitrógeno que fluye a través del grafito varía mu-

...//...



JUN 1968

1 cho de una calidad de grafito a la otra y por  
consiguiente constituye un factor que se ha de  
tener en cuenta para elegir la calidad del grafito  
que se utilizará. En cualquier caso, cualquiera -  
5 que sea la porosidad de la calidad del grafito uti-  
lizada, esta porosidad puede ser muy reducida pin-  
tando la parte exterior de los bloques 120, 121 y  
122 con una dispersión coloidal de partículas de  
grafito en agua, que se venden con el nombre co-  
10 mercial "aquadag" mientras se mantiene una baja  
presión en el interior de los bloques 120, 121 y  
122. Por consiguiente, este procedimiento de pin-  
tura es un paso importante en la construcción del  
aparato. La pequeña porosidad residual del grafito  
15 después de que haya sido pintado con aquadag tiene  
generalmente poca influencia sobre el funcionamien-  
to del aparato en razón de la elevada capacidad de  
bombeo del sistema de bombeo de vacío y porque gran-  
des cantidades de gas están constantemente evacua-  
20 das del cobre fundido conforme circula a través de  
la cámara de tratamiento por vacío. Es importante  
que el gas que fluye a través del grafito, en ra-  
zón de la porosidad del grafito, pasando a la cáma-  
ra 150 sea inerte al cobre fundido, y esto es la  
25 razón principal para mantener una atmósfera de ni-  
trógeno en el recinto 128, aunque otra razón más es  
que el nitrógeno sea también inerte al grafito ca-  
liente. En lo que a las dificultades que se produ-  
cen con el aparato de tratamiento por vacío "calien-  
30 te" mencionadas en la introducción, se refiere, prin-

...//...



1 cipalmente las debidas a las temperaturas elevadas,  
a los gradientes elevados de temperatura y de pre-  
sion y a los efectos corrosivos, se notará que el  
aparatos de la figura 11 está virtualmente exento  
5 de estas dificultades, principalmente en razón de  
las propiedades adecuadas del grafito y del tipo  
de construcción en bloque, que requiere un cierre  
hermético del vacío "caliente a frío" tan sólo en  
la extremidad superior del bloque 122 que está ale-  
10 jado del cobre fundido y puede por consiguiente -  
funcionar a una temperatura algo inferior a la del  
cobre fundido. En este aspecto se ha de notar que  
el bloque 122 está incluido en la figura 11 tan -  
sólo para ilustrar un método de ampliación de la  
15 cámara 150 en una dirección vertical para, entre  
otras razones que se indicarán más adelante, redu-  
cir la dificultad que existe para realizar la jun-  
ta hermética de vacío "caliente a frío" entre el  
conjunto de bloques y el distribuidor de vacío. Es  
20 evidente que, con una nueva orientación de poca -  
importancia de los orificios de alimentación 135,  
el bloque 122 puede ser eliminado y que el mismo  
tamaño de cámara puede ser obtenido alargando el  
bloque 121. En caso de que el bloque 121 fuese -  
25 alargado de esta manera, se podría igualmente eli-  
minar en el bloque 122, la junta de vacío entre los  
bloques 121 y 122 y el anillo de cierre hermético  
138. Sin embargo, una junta de vacío de este tipo  
produce pocos problemas para adaptar las superfi-  
30 cies de adaptación de los bloques 121 y 122, si es-

...//...



1968

1           tas son planas y lisas, si el anillo de cierre  
          hermético de molibdeno 138 tiene la dimensión  
          apropiada y si la junta está impregnada con "aquadag".  
          Por consiguiente, quedando entendido que la necesi-  
5           dad de la junta de vacío entre los bloques 121 y  
          122 puede desaparecer al eliminar el bloque 122 y  
          al alargar el bloque 121, la única junta crítica  
          de todo el aparato es la junta "caliente-frío" en-  
          tre el bloque 122 y el distribuidor de vacío 125.

10                       Respecto a la dificultad de realizar es-  
          ta junta se notará, a partir de la figura 11, que  
          los enrollamientos de enfriamiento por agua 146 ne-  
          cesitan el desplazamiento del distribuidor de vacío  
          125 casi a la extremidad inferior donde el metal -  
15           está más espeso, permitiendo la mecanización de una  
          superficie plana que se adapte a la superficie su-  
          perior del bloque 122. Aunque la parte inferior del  
          bloque 122 esté a una temperatura incluida entre -  
          1.104°C y 1.204°C (2.000°F y 2.200°F) en la región  
20           de contacto con el distribuidor 125, la temperatura  
          del bloque 122 es considerablemente inferior a -  
          1.104°C (2.000°F) debido a la pérdida de calor por  
          el distribuidor de vacío enfriado por agua. Es de-  
          cir, que la temperatura de la junta de vacío en sí  
25           y del anillo de cierre hermético al vacío de níquel  
          139 no supera generalmente los 650°C (1.000°F) a -  
          cuya temperatura los problemas de temperatura de-  
          bidos a la diferencia de dilatación térmica entre  
          el acero del distribuidor 125 y el grafito del blo-  
30           que 122 no son excesivos. La utilización de un ani-

...//...



JUN 1968

1 llo de cierre hermético de níquel 139 para realizar  
la junta de vacío se hace según la técnica de vacío  
bien conocida que consiste en utilizar un anillo de  
este tipo para aumentar la presión de cierre dis-  
5 tribuyendo esta fuerza sobre una pequeña superficie.  
Con un diámetro de bloque de aproximadamente 120  
cm. (4 pies) la fuerza de cierre, debida a la pre-  
sión atmosférica, es aproximadamente de 9.060 Kg.  
(20.000 libras) y, por consiguiente, se entenderá  
10 fácilmente que el anillo de cierre 139 se empotra  
en la superficie superior del bloque 122. El diá-  
metro en sección transversal del anillo de cierre  
se elige generalmente de forma que el anillo se  
empotre sobre todo su espesor, suponiendo que la  
15 superficie superior del bloque 122 esté plana en  
el comienzo y de forma que, por consiguiente, la  
superficie inferior plana del distribuidor 125 se  
apoye sobre la superficie superior plana del blo-  
que 122 y de forma que el cierre hermético princi-  
20 pal al vacío sea debido a la presión de contacto  
muy elevada entre el anillo de junta 139 y la su-  
perficie inferior del distribuidor 125 y la super-  
ficie superior del bloque 122.

Hay que notar que mientras la junta en-  
25 tre el distribuidor 125 y el bloque 122 está bas-  
tante alejada de la superficie de exposición 136  
para que esté fuera del alcance del cobre fundido,  
la junta entre los bloques 121 y 122 puede ser al-  
canzada en cierto grado por el cobre fundido pro-  
30 yectado por la salida de gas a veces violenta, pro-

...//...



JUN. 1968

1 cedente del cobre fundido que sale de los orifi-  
cios de alimentación 135 y que atraviesa la super-  
ficie de exposición 136; en parte por esta razón,  
5 el molibdeno es un material más conveniente que el  
niquel, el cual se disuelve en el cobre fundido,  
para la realización del anillo de cierre hermético  
138. En relación con la proyección de cobre fun-  
dido en la cámara 150 debido a los gases que salen,  
10 puede ser indicado que esta violenta agitación del  
cobre fundido en la cámara de exposición debida al  
gas, es a la vez inevitable y representa un elemen-  
to útil en el proceso de tratamiento por vacío, y  
que el aparato de la figura 11 está bien adaptado  
15 para hacer frente a esta agitación y para utilizar-  
la. Como es bien sabido, el tratamiento por vacío  
del cobre fundido que contiene gases disueltos ta-  
les como el hidrógeno é impurezas volátiles tales  
como el plomo es capaz de producir la eliminación  
20 simultanea de los gases y de las impurezas voláti-  
les contenidas en el cobre fundido, en un grado -  
que depende de un cierto número de factores. En el  
caso del aparato de la figura 11 estos factores in-  
cluyen la velocidad de circulación del cobre fundi-  
do a través del aparato, la velocidad de bombeo del  
25 sistema de bombeo de vacío, la importancia de la -  
superficie de exposición al vacío 136, la importan-  
cia de la superficie enfriada del distribuidor de  
vacío 125 y la geometría de la cámara de exposi-  
ción 150 en relación con la geometría del distri-  
30 buidor de vacío 125. Una discusión completa de la

...//...



JUN 1968

1 relación que existe entre estos factores y otros  
factores para determinar la eficacia del proceso  
no entra en el alcance de la presente memoria. Sin  
embargo, los siguientes puntos al respecto tienen  
5 una importancia particular. En primer lugar, la -  
velocidad de circulación del cobre fundido a tra-  
vés del aparato tienen una relación sencilla con  
la velocidad de bombeo del sistema de bombeo de  
vacío, para un grado determinado de eliminación de  
10 los gases, toda vez que otros factores que entran  
en el diseño del aparato aseguran que se obtienen  
las condiciones de equilibrio en la cámara 150 an-  
tes de que el cobre salga de la cámara. Esto viene  
a decir que si, por ejemplo, el cobre fundido con-  
15 tiene hidrógeno disuelto en cantidades tales que  
se obtenga la saturación a la presión atmosférica  
normal y si la velocidad de circulación del cobre  
y la velocidad de bombeo de vacío conjuntamente pro-  
veen en la cámara 150 una presión media de por ejem-  
20 plo 1 mm. de mercurio, entonces la cantidad de hi-  
drógeno disuelto en el cobre fundido que sale de  
la cámara a través del orificio de alimentación 137,  
representa el grado de saturación a una presión de  
1 mm. tan sólo si los demás factores que entran en  
25 el diseño del aparato son apropiados. Esto viene a  
decir que, una extracción eficaz del gas, en térmi-  
nos de capacidad de bombeo necesaria en función de  
la velocidad de circulación del cobre y en función  
de la cantidad de gas eliminado, requiere no sola-  
30 mente que la capacidad de bombeo sea relacionada -

...//...



1968

1 de manera adecuada con la velocidad de circulación  
del cobre, sino también que estos dos factores sean  
relacionados convenientemente con la superficie de  
exposición y las geometrías de la cámara y del dis-  
5 tribuidor. En segundo lugar, el grado de elimina-  
ción de los gases particulares depende en grado -  
importante de la naturaleza de los gases y de la  
naturaleza de los mecanismos mediante los cuales  
estos gases particulares se encuentran incluidos  
10 en el cobre. Esto viene a decir, por ejemplo, que  
se elimina mucho más fácilmente el hidrógeno que  
el dióxido de azufre y que se eliminan más facil-  
mente los gases disueltos, en términos generales,  
que los gases ocluidos. Esto viene a decir también  
15 que, todos los factores que entran en el diseño -  
del aparato han de tener debidamente en cuenta -  
los gases particulares que han de ser eliminados  
y los mecanismos gracias a los cuales estos gases  
se encuentran incluidos en el cobre. En tercer lu-  
20 gar, la eliminación de las impurezas volátiles ta-  
les como el plomo requieren un proceso algo dife-  
rente del proceso de eliminación de los gases ta-  
les como el hidrógeno y, en términos generales, -  
depende de manera algo diferente, de los factores  
25 que entran en el diseño del aparato. Esto viene a  
decir, por ejemplo, que los gases pueden ser eli-  
minados sustancialmente en condiciones que no per-  
miten sustancialmente la eliminación de impurezas  
volátiles. Hay que decir además, que es extremada-  
30 mente difícil elegir los factores que entran en -

...//...



JUL 1968

1 el diseño del aparato y que den a la vez los me-  
jores resultados para la eliminación de los gases  
y de las impurezas volátiles según naturalmente -  
los tipos de gases y de impurezas volátiles y se-  
5 gún el grado de eliminación requerida. De lo que  
antecede se entiende fácilmente que una discusión  
de los varios parámetros que entran en el diseño  
del aparato de la figura 11, en términos generales,  
es imposible en razón de la multiplicidad de los  
10 factores que entran en juego. En lugar de esta dis-  
cusión general, se indican a continuación, a títu-  
lo de ejemplo de la eficacia del aparato de trata-  
miento por vacío de acuerdo con el presente inven-  
to, algunos de los parámetros que entran en el di-  
15 seño del aparato de la figura 11 destinado a ser -  
utilizado con cobre catódico tratado electrolíti-  
camente con hidrógeno.

El cobre fundido tratado por hidrógeno,  
es decir el cobre fundido tratado de manera que  
20 contenga hidrógeno disuelto con exclusión virtual  
de todos los demás gases, se trata muy fácilmente  
por vacío, de forma que se elimina casi totalmente  
el hidrógeno disuelto y que se obtiene por consi-  
guiente un cobre sustancialmente exento de gases,  
25 capaz de formar fundiciones de la más elevada den-  
sidad. Si el cobre fundido tratado por hidrógeno  
es además un cobre electrolítico de alta calidad,  
entonces se pueden eliminar también sustancialmente  
las impurezas volátiles importantes a base de plo-  
30 mo, telurio y bismuto por medio del tratamiento -

...//...



1968

1           por vacío obteniéndose así simultáneamente un co-  
bre sustancialmente exento de gases y exento de  
impurezas volátiles capaz de formar fundiciones  
de la mas elevada densidad y apropiado para aplica-  
5           ciones en vacío con alta temperatura, por ejemplo  
en dispositivos de haces electrónicos, en los cua-  
les la liberación de impurezas volátiles es muy  
indeseable. El aparato de la figura 11 está ideal-  
mente adaptado para el tratamiento por vacío de  
10           cobre electrolítico fundido tratado por hidrógeno  
de la siguiente forma: la configuración de la su-  
perficie de exposición al vacío 136 se representa  
como ejemplo típico de un cierto número de confi-  
guraciones para esta superficie que pueden utilizar-  
15           se con la misma eficacia. El requisito principal para  
la configuración de esta superficie es que el cobre  
fundido que penetra en la cámara 150 a través de los  
orificios de alimentación 135 circule uniformemente  
sobre la superficie de exposición antes de salir  
20           de la cámara 150, a través del orificio de alimen-  
tación 137; esta circulación uniforme está provis-  
ta en el aparato de la figura 11, por medio de las  
depresiones anulares 152 y 157 de la superficie su-  
perior del bloque 121. Teniendo en cuenta la agi-  
25           tación bastante violenta del cobre fundido debido  
X a la acción de degasificación del hidrógeno, el  
efecto general de la depresión 157 consiste en dis-  
tribuir el flujo procedente de los doce orificios  
de alimentación 135 repartidos mas o menos unifor-  
30           mente alrededor del borde exterior de la superfi-

...//...



1968

1            cie de exposición, mientras que el efecto general  
de la depresión 152 consiste en reunir una cier-  
ta cantidad estacionaria de cobre fundido degasi-  
ficado, sobre el cual el cobre no degasificado al  
5            estar menos denso se derrama y circula bajo la for-  
ma de una capa más o menos uniforme que penetra -  
eventualmente en la depresión circular 153 y sale  
abajo por el orificio de alimentación 137. En tér-  
minos generales, la realización de un charco esta-  
10           cionario de cobre fundido degasificado, por ejemplo  
gracias a la depresión 152, como recorrido de cir-  
culación para el cobre fundido en proceso de dega-  
sificación se prefiere para suministrar una super-  
ficie sólida -las superficies 63 y 73 de las figu-  
15           ras 5 y 6, respectivamente, por ejemplo- puesto que  
el charco de líquido mantiene automáticamente un -  
nivel horizontal y puesto que el cobre fundido no  
moja realmente la superficie de grafito. El hecho  
de que el cobre fundido no moja fácilmente la su-  
20           perficie de grafito, puede conducir a la producción  
de "surcos" sobre esta superficie y la erosión en  
sitios particulares de la superficie que aumenta  
el problema de los "surcos". Por "formación de sur-  
cos" se designa una erosión parcial de la superfi-  
25           cie debida a la circulación del cobre que forma un  
canal perjudicial o "surco" perjudicial debajo del  
recorrido de la corriente de cobre. Sin embargo,  
ha de notarse al respecto que la violenta agitación  
del cobre fundido debida a la acción de degasifica-  
30           ción, tiene por sí misma el efecto de distribuir -

...//...



1 el cobre fundido más o menos uniformemente sobre  
la superficie de exposición y, por consiguiente,  
el problema de los "surcos" no representa de nin-  
5 guna forma el mismo problema que sin esta agita-  
ción. En lo que se refiere a la superficie de la  
zona de exposición 136 se entiende fácilmente que,  
suponiendo una circulación uniforme sobre la super-  
ficie 136, esta superficie en relación con la ve-  
10 locidad de circulación del cobre determina el es-  
pesor de la capa de cobre que circula sobre la su-  
perficie 136, teniendo de nuevo en cuenta el efec-  
to disruptor de la agitación debida a la degasifi-  
cación. Por consiguiente, se entiende fácilmente  
que relativamente al efecto del espesor del cobre  
15 que circula sobre la superficie de exposición 136  
sobre el proceso de tratamiento, esta influencia  
está determinada por la superficie de la zona 136  
en relación con la velocidad de circulación del co-  
bre. Además, se entenderá fácilmente que puesto que  
20 la eliminación de las impurezas volátiles se encuen-  
tra mucho más afectada por el espesor del cobre que  
circula sobre la superficie de exposición, que la  
eliminación de hidrógeno, la superficie de la zona  
de exposición se elige para obtener los mejores re-  
25 sultados en cada caso particular, teniendo princi-  
palmente en cuenta la eliminación de las impurezas  
volátiles y contando naturalmente con la agitación  
debida a la degasificación. Al respecto, puede no-  
tarse que, en un caso típico, la agitación del cobre  
30 fundido debida a la degasificación del hidrógeno -

...//...



JUN. 1968

1 tiene por efecto, por lo que a la eliminación  
de las impurezas volátiles se refiere, un incre-  
mento de la superficie de la zona de exposición  
5 136 por un factor de tres aproximadamente es de-  
cir, en otros términos, que reduce el espesor del  
cobre que circula sobre la superficie 136 en un -  
factor de tres aproximadamente. Esto viene a decir  
que, la eliminación simultánea del hidrógeno y de  
10 las impurezas volátiles puede resultar en una eli-  
minación mucho más elevada de las impurezas volá-  
tiles que en el mismo aparato en el caso de elimi-  
nar tan sólo las impurezas volátiles. Por consi-  
guiente, se entiende la importancia de estos as-  
pectos del diseño del aparato que permiten un uso  
15 eficaz de la violenta agitación debida a la degasi-  
ficación del hidrógeno en vista de obtener una eli-  
minación eficaz de las impurezas volátiles, concre-  
tamente una profundidad y un calentamiento de la -  
cámara 150 suficientes para permitir una pulveri-  
20 zación importante del cobre fundido, debida a la  
degasificación hasta la parte superior de las pa-  
redes de la cámara sin su solidificación sobre las  
paredes. Lo que contribuye también a la eficacia  
de la eliminación de las impurezas volátiles es  
25 la disposición respecto a la cámara de exposición  
150 de las superficies enfriadas del distribuidor  
125, sobre las cuales las impurezas volátiles li-  
beradas chocan y se condensan. Esto viene a decir,  
que es importante que los trayectos directos entre  
30 las superficies de la cámara de exposición 150 y -

...//...



JUN. 1968

1 las superficies enfriadas del distribuidor de va-  
cío 125 quedan sin ser obstruidas sobre unos ángu-  
los sólidos relativamente amplios; por consiguien-  
te, mientras que la cámara 150 ha de ser lo bas-  
5 tante profunda para acomodar adecuadamente la pul-  
verización debida a la agitación de degasificación,  
no ha de ser profunda al punto de impedir que las  
impurezas volátiles choquen directamente sobre la  
superficie enfriada del distribuidor 125.

10 Para resumir, las observaciones que ante-  
ceden referentes a la realización óptima del apa-  
rato de la figura 11, destinado a la eliminación  
del hidrógeno y simultaneamente de las impurezas  
volátiles tales como el plomo el bismuto y el te-  
15 lurio del cobre electrolítico fundido tratado por  
hidrógeno, se prefieren los siguientes datos numé-  
ricos. El diámetro exterior de los bloques 121, 122  
y 123 es de aproximadamente 120 cm. (4 pies) y el  
resto del aparato está en proporción como lo mues-  
tra la figura 11, la velocidad de circulación del  
20 cobre fundido es decir, el ritmo de producción es  
de 443 Kg. por hora (800 libras por hora); la ve-  
locidad de bombeo de vacío es de aproximadamente  
40,5 metros cúbicos por minuto (1.500 pies cúbicos  
25 por minuto) a una presión de aproximadamente 100  
micrones; la eliminación de las impurezas voláti-  
les es de aproximadamente 80% y el hidrógeno resi-  
dual representa aproximadamente una décima parte -  
por millón en peso. La energía suministrada al de-  
vanado de inducción 129 es de aproximadamente 120  
30

...//...



7 JUN 1956

1

kilowatios.

5

10

15

20

25

30

Se entiende ahora que el aparato de acuerdo con el presente invento constituye un medio sencillo y económico para el tratamiento por vacío de los metales fundidos de manera continua, en particular, para el tratamiento del cobre fundido tratado por hidrógeno. Esto equivale a decir que, el aparato de tratamiento por vacío en "frío" de forma más o menos convencional como por ejemplo la que se describe con referencia a las figuras 1-4, cuando se fabrica según el "método de bloques" de acuerdo con el presente invento por ejemplo, en la forma descrita con referencia a las figuras 5-11 y cuando está además, adaptado al tratamiento por vacío en "caliente" de acuerdo con el presente invento, por ejemplo de la forma descrita con referencia a la figura 11, constituye un medio sencillo y económico para eliminar los gases y las impurezas volátiles o un determinado tipo de estas impurezas, de los metales fundidos en proceso continuo.

Los peritos en las técnicas de tratamiento de los metales verán fácilmente varias ampliaciones del método y del aparato del presente invento como, por ejemplo, la reducción de los problemas de erosión mediante revestimiento pirolítico o de otro tipo de las superficies del aparato con un material resistente a la erosión tal como el nitruro de boro o por la utilización de accesorios sustituibles en las partes críticas del aparato, tales como los orificios de alimentación y la superficie

...//...



1 de exposición. Estas ampliaciones del método y del  
aparato del presente invento, así como otras am-  
pliaciones sencillas ú omisiones o cambios de és-  
te caen dentro del alcance del presente invento.

5 En resumen, la patente de invención que  
se solicita, deberá recaer sobre las siguientes :

REIVINDICACIONES

- 10 1).- Aparato de tratamiento por vacío que compren-  
de unos elementos de transmisión de líquido,  
incluyendo dichos elementos de transmisión un tra-  
yecto de alimentación barométrico y un depósito,  
estando cada elemento de transmisión definido, por  
lo menos parcialmente, por una superficie de un -  
bloque homogéneo generalmente macizo.
- 15 2).- Aparato según la reivindicación 1, caracte-  
rizado porque lleva dos trayectos de alimen-  
tación barométricos.
- 3).- Aparato según la reivindicación 1, caracte-  
rizado porque lleva dos depósitos.
- 20 4).- Aparato según la reivindicación 1, caracte-  
rizado porque lleva dos depósitos y dos trayec-  
tos de alimentación barométricos.
- 5).- El aparato según la reivindicación 1, caracte-  
rizado porque dicho depósito es un depósi-  
to de entrada separado.
- 25 6).- El aparato según la reivindicación 1, caracte-  
rizado porque dicho depósito es un depósito  
de entrada en forma de tubo en U.
- 30 7).- El aparato según la reivindicación 1, caracte-  
rizado porque dicho depósito es un depósi-



- 1 to de entrada externo.
- 8).- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho depósito es un depósito de entrada interno.
- 5 9).- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho depósito es un depósito de salida separado.
- 10).- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho depósito es un depósito de salida en forma de tubo en U.
- 10 11).- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho depósito es un depósito de salida externo.
- 12).- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho depósito es un depósito de salida interno.
- 15 13).- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho trayecto de alimentación es un trayecto de alimentación tubular único que une un depósito de entrada con una superficie de exposición.
- 20 14).- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho trayecto de alimentación es un trayecto de alimentación tubular múltiple que une un depósito de entrada con una superficie de exposición.
- 25 15).- El aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho trayecto de alimentación es un trayecto de alimentación anular que une un depósito de entrada con una superficie de expo-
- 30



- 1                   sición.
- 16).- El aparato según la reivindicación 1, ca-  
                  racterizado porque dicho trayecto de ali-  
                  mentación es un trayecto de alimentación tubular  
5                   único que une un depósito de salida con una super-  
                  ficie de exposición.
- 17).- El aparato según la reivindicación 1, ca-  
                  racterizado porque dicho trayecto de ali-  
                  mentación es un trayecto de alimentación tubular  
10                   múltiple que une un depósito de salida con una su-  
                  perficie de exposición.
- 18).- El aparato según la reivindicación 1, ca-  
                  racterizado porque dicho trayecto de alimen-  
                  tación es un trayecto de alimentación anular que -  
15                   une un depósito de salida con una superficie de ex-  
                  posición.
- 19).- Aparato según la reivindicación 1, caracte-  
                  rizado porque el bloque es de grafito.
- 20).- Aparato de tratamiento por vacío que incluye  
                  por lo menos un bloque de material homogéneo,  
                  el cual es un bloque macizo salvo que el bloque lle-  
                  va realizados en su interior por lo menos un trayec-  
                  to de alimentación barométrico, por lo menos un de-  
                  pósito, y por lo menos una superficie de exposición.
- 25                   21).- Aparato de tratamiento por vacío que incluye  
                  por lo menos dos bloques de material homoge-  
                  neo, en los cuales por lo menos una parte de la su-  
                  perficie de un bloque coopera con una parte por lo  
                  menos de la superficie del otro bloque para formar  
30                   un trayecto de alimentación.



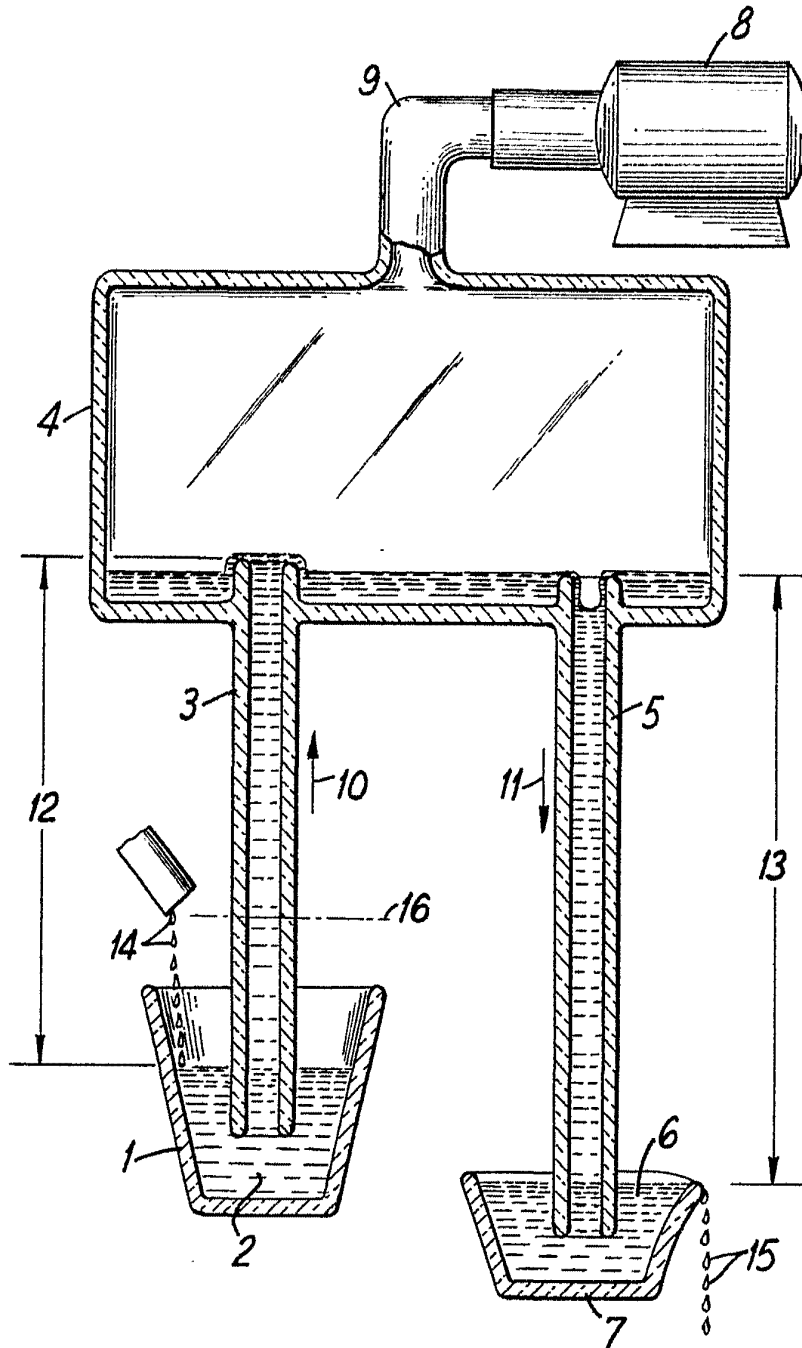


FIG. I

ESCRIN VARIABLE  
MADRID, 17 DE JUNIO DE 1968  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.

10 CTS  
17 JUN 1903  
GENERAL INVESTING  
BANK OF N.Y.

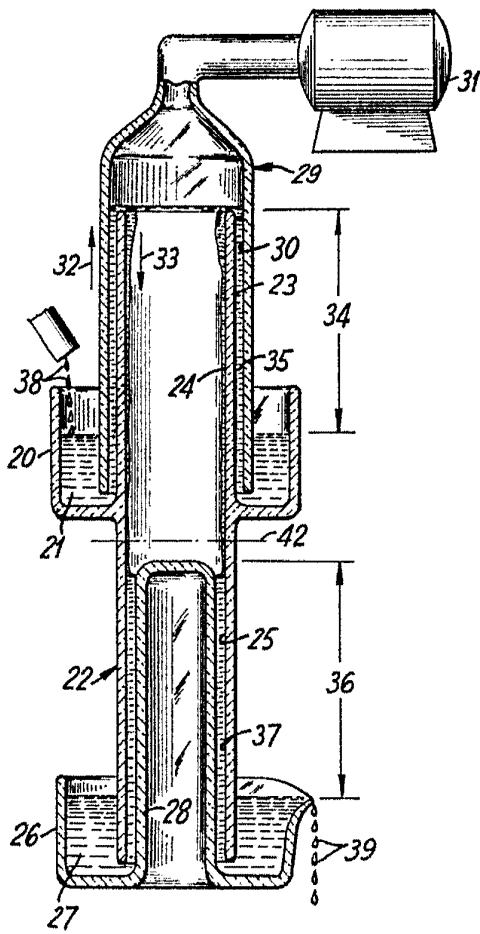


FIG. 2

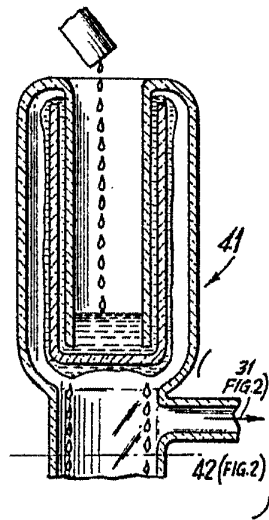
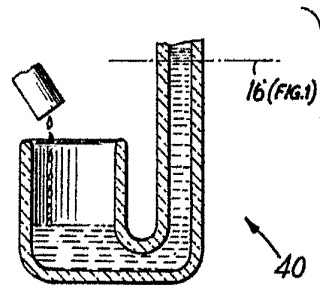


FIG. 3

ESCALA VARIABLE  
MADRID, 17 DE JUNIO DE 1903  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.



JUN 1968

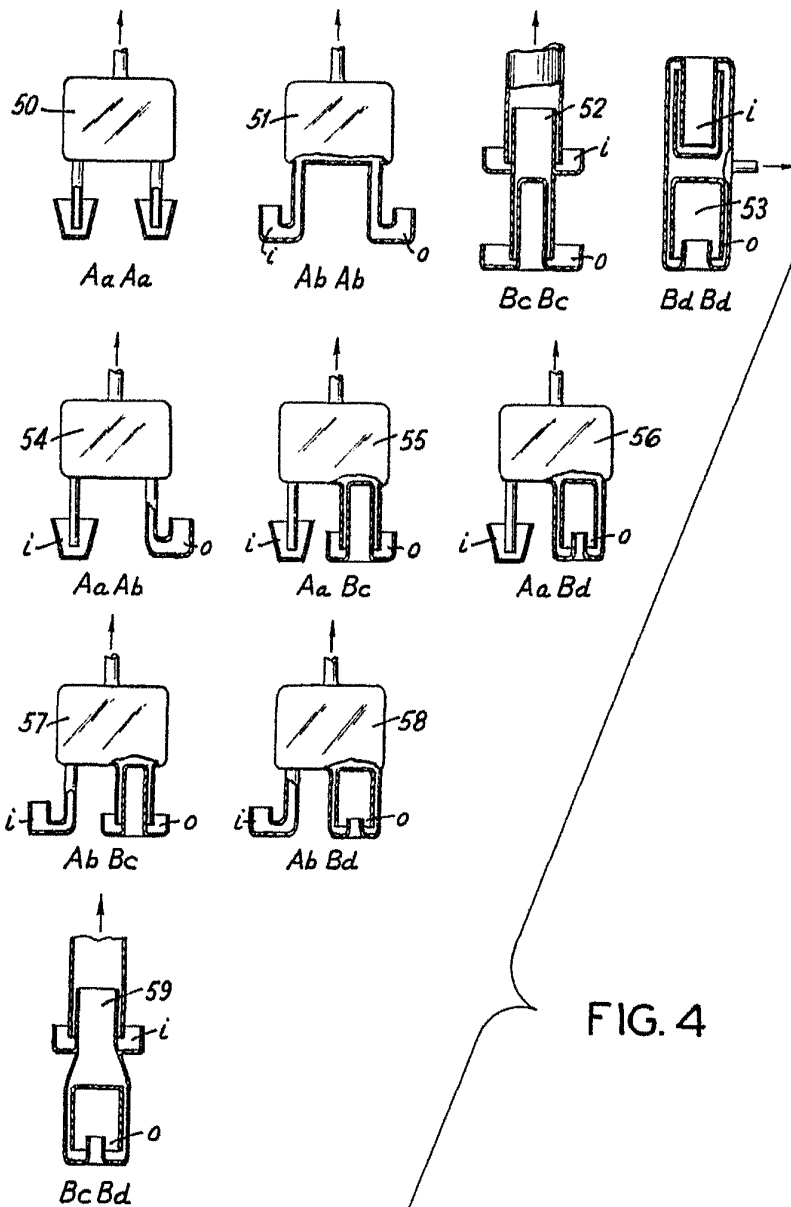


FIG. 4

ESCALA VARIABLE  
MADRID, 17 DE junio DE 1968  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.



1503

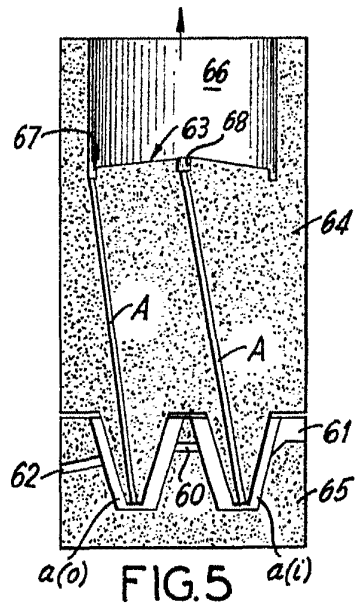


FIG. 5

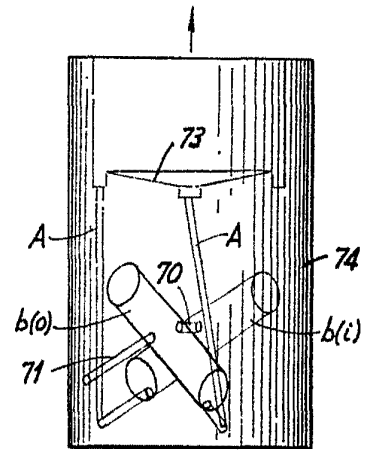


FIG. 6

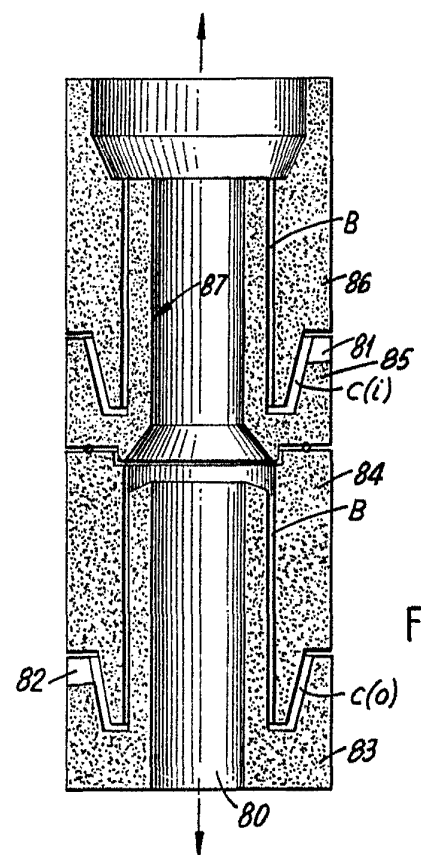


FIG. 7

MADRID, 17 junio  
BERNARDINO J. PERA

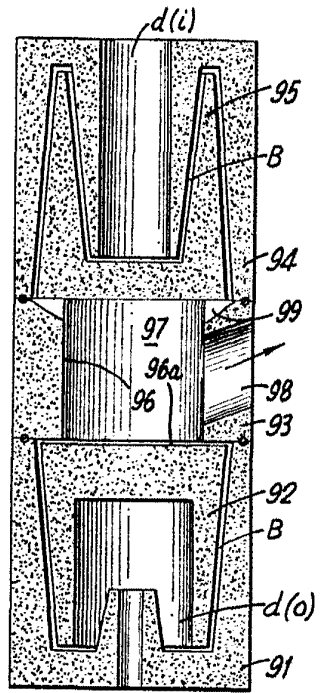


FIG. 8

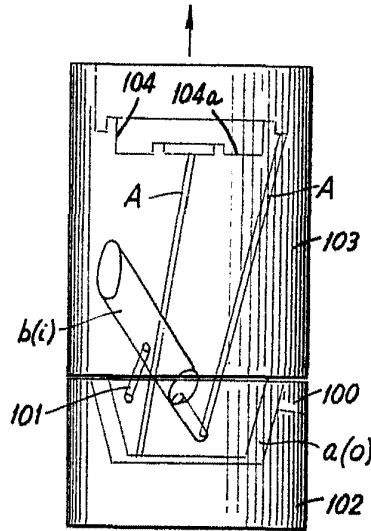


FIG. 9

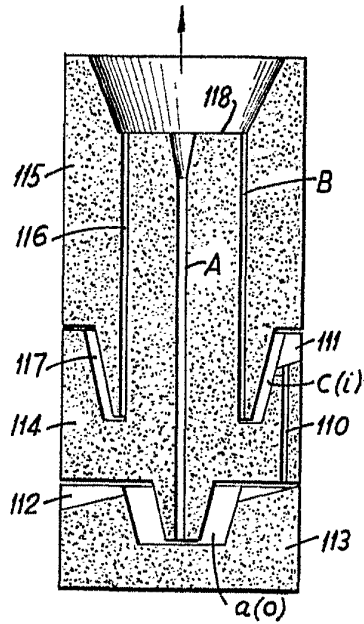


FIG. 10

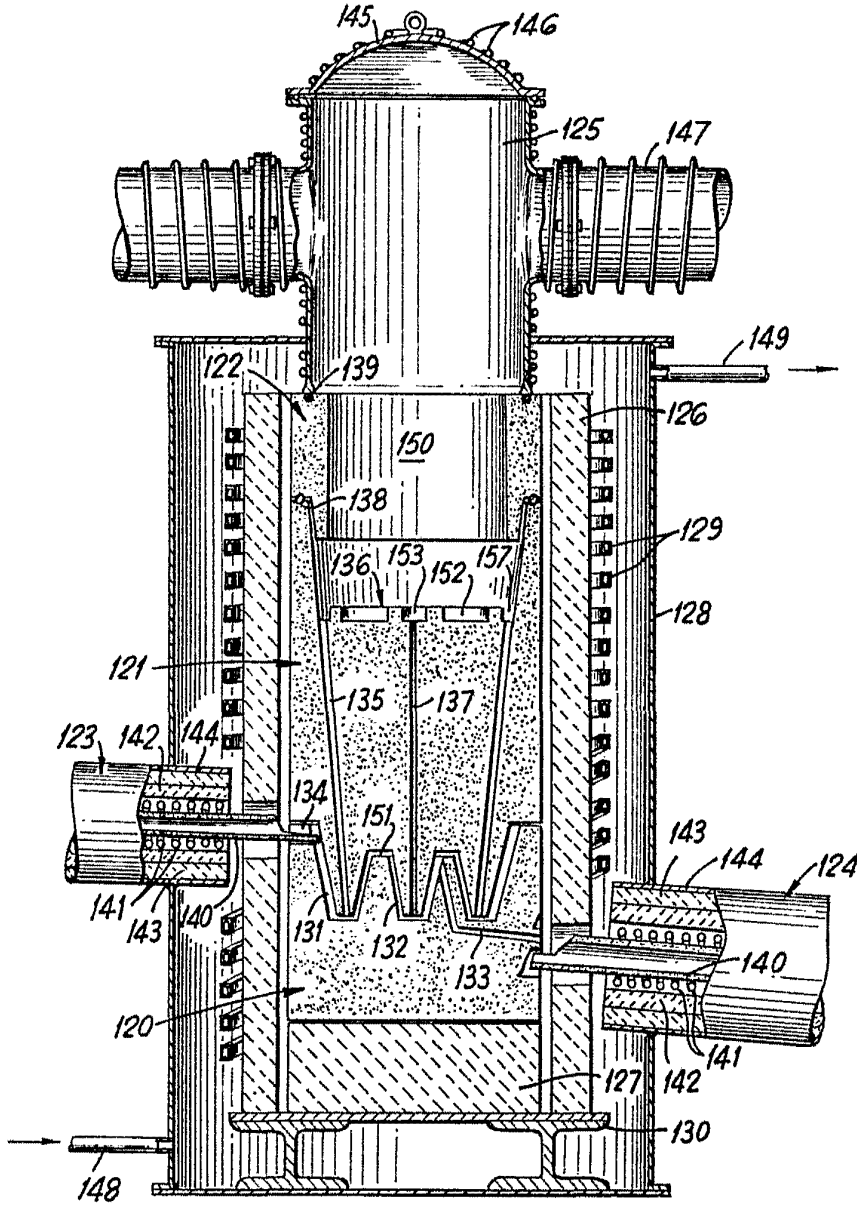


FIG. II