

336500

S/Ref.: JBH:C500

O.G. 14.511/mcl.



PATENTE DE INVENCION.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"METODO Y APARATO PARA LA FUNDICION DIRECTA Y CONTINUA  
DE MINERALES SULFURICOS Y CONCENTRADOS".

-----  
Solicitante: La Sociedad australiana: CONZINC RIOTINTO OF AUS-  
TRALIA LIMITED, domiciliada en 95, Collins Street,  
MELBOURNE (Australia).

-----  
Inventor: HOWARD KNOX WORNER.  
-----



La presente invención se refiere a la fundición directa y continúa de minerales sulfúricos y concentrados, y particularmente se refiere a perfeccionamientos en el proceso y aparato descrito en la anterior patente española nº 298.597, -  
5. (en adelante denominada "solicitud anterior").

El proceso y aparato de esta invención puede, con modificaciones apropiadas, aplicarse a la fundición de minerales o concentrados sulfúricos de metal base, tales como, por ejemplo, concentrados de sulfuro de plomo y sulfuro de níquel, pero esta invención es más apropiada para la fundición de concentrados de sulfuro cúprico, y, por tanto, la presente descripción tratará principalmente de esa aplicación.  
10.

La invención comprende un proceso y aparato para la fundición directa y continua, y conversión a metal en un horno de minerales ó concentrados, en la cual los minerales o concentrados se introducen en una zona de fundición del horno que -- contiene material derretido, se mantiene la turbulencia y circulación del material derretido en la zona de fundición, la mata y/o metal parcialmente refinado fluye desde la zona de fundición a la zona de refinado, se retira el metal de la zona de refinado, la escoria es desviada de la zona de fundición ó zona de refinado a una zona de separación de la mata y escoria, y esta última es retirada de la zona de separación de la escoria.  
15.  
20.

El material de carga puede comprender minerales o -- concentrados en forma de partículas o finos, o en forma de terrones, gránulos o pastillas, o una mezcla de dos o más de éstas, con o sin materiales fundentes. El material de alimentación es, preferiblemente, precalentado.  
25.

Cuando gran parte del material de carga está en for-  
30.

336500



- ma de terrones o pastillas, puede que se haga necesario aumentar la energía agitadora en la zona de fundición, por ejemplo mediante infusiones de gas a chorro en la misma, a fin de estar seguros de que el baño del material derretido es fuertemente -
5. agitado y se mantiene la circulación, ya que si no se consigue ésto, el material en terrones puede irse acumulando en una parte y progresivamente enfriar el baño en esa parte. Como no es deseable exista enfriamiento alguno del baño circulante correspondiente, es efectivamente ventajoso el efectuar o permitir -
10. exista algo de acumulación del material en terrones adyacentes o contra las paredes de la zona de fundición y, si así se desea, las paredes de la zona o sección de refinado. Estos pequeños "bancos" de mineral o concentrados, con o sin flujo, ayudan a proteger la refractabilidad de las paredes del horno.
15. El método preferente de introducir los materiales de carga particulados es en aire arrastrado u otro apropiado gas. En este método, los materiales son transportados e introducidos en el horno a través de una tobera o tubo de forma que --- sean inyectados en un ángulo apropiado de inclinación, preferentemente entre los 40° y 80°, dentro del baño.
20. Esta inyección directa dentro del baño (inter alia), distingue este aspecto de la invención de los llamados procesos de "fundición por suspensión", tal como el practicado en - Copper Cliff, Canadá o en Cutokumpu, Finlandia. El inyectar --
25. dentro del baño, directamente, resulta en un tipo de acción -- "depuradora", reduciendo considerablemente la cantidad de polvillo y, por tanto, la pérdida del mismo.
30. Existen otros medios alternativos para la alimentación de los materiales particulados al baño, los cuales incluyen el "arrojamiento" desde una cinta transportadora rápida ó



rueda del material en pastillas o granulado dentro del baño -- desde una altura sustancial, preferentemente de como mínimo -- 1'52 metros. En este último caso el momento ganado bajo la aceleración gravitacional será suficiente como para hacer que los  
5. pequeños terrones o pastillas penetren dentro del baño líquido.

El material en pastillas o gránulos se puede depositar también contra las paredes de la zona de fusión y/o ramal de refinado para formar bancos con el objeto de proteger los - refractarios del ataque de la escoria. De forma alternativa, -  
10. en la fábrica refractaria se pueden introducir bloques de me--tal enfriado en o cerca de la zona interfacial entre la esco--ria y la mata, para el mismo fin.

El horno de fundición tiene esencialmente tres "zo--nas" o compartimientos:

15. 1.- Una zona o compartimiento de fundición, (de aquí en adelante llamada zona de fundición) en la cual la fundición y fusión de minerales o concentrados, introducidos en dicha zo--na, son efectuadas.

20. 2.- Una zona o sección de refinado o "conversión" -- (de aquí en adelante llamada zona de refinado) en la cual el - refinado o conversión de la mata o metal blanco tiene lugar, y

25. 3.- Una zona o sección de separación de la escoria y mata (de aquí en adelante llamada zona de separación de la es--coria) en la cual se efectúa la separación de la mata y/o me--tal de la escoria.

En una realización preferente de la invención que se describirá ahora con más detalles, los compartimientos (2) y - (3) se comunican cada uno con la zona primera de fundición (1) y en todos estos compartimientos la superficie líquida está --  
30. sustancialmente a igual nivel.

336500



La zona de fundición (1) se caracteriza por el hecho de que el baño de material derretido está siendo fuertemente - agitado por la introducción de los materiales de carga y/o de aire u otro gas, y, por tanto, el material derretido está en -

5. agitación y flujos continuos. Estas acciones ayudan a distri-- buir el calor, evitan el que se formen regiones frias y fijas y ayudan a la rápida absorción en el baño de los materiales de carga, los cuales consisten en concentrados más fundentes silí ceos bastante como para reaccionar con cualquier hierro oxida-

10. do en esa zona.

En el caso de fundir sulfuros de cobre, plomo o ni-- quel la agitación y turbulencia fuerte en la primera zona de - fundición tiene otro efecto importante para facilitar la pürga o retirada del metal disuelto en o arrastrado en forma de pe--

15. queños glóbulos en la escoria que fluye desde la zona de refi-- nado o de conversión, según se describe más adelante. Esto es efectuado por las interacciones entre la mata de ley más baja (practicamente el concentrado de sulfuro recién fundido) y el cobre, plomo o niquel, según el caso de la escoria que entra -

20. desde la sección de refinado.

La zona o compartimiento de refinado es una zona o - sección alargada del horno que se comunica con la zona de fun- dición y en la cual el baño es mantenido en un estado de fuer- te turbulencia por la acción de chorros de aire u otros gases

25. con oxígeno lanzados dentro de la mata desde una serie de tobe ras al mismo tiempo que la mata fluye lentamente en dirección al agujero de colada. En o cerca de la superficie del baño, la escoria y mata ó escoria y metal blanco ( $Cu_2S$ ), según el caso, son mezclados juntos de tal forma que quedan casi emulsionados.

30. Esto se puede, desde luego, describir como un tipo de "refina-

336500



do de fase dispersa".

- La oxidación exotérmica de los componentes no deseados (p.e. el S. y Fe en la fundición del Cu) tiene lugar progresivamente cuando la mata fluye lentamente hacia el agujero de colada de metal en o cerca del extremo de la zona o sección de refinado, no solo proporcionando calor dentro del baño sino -- también una pendiente significativa de la composición desde el extremo de la zona de fundición al extremo del agujero de colada del metal. Esta oxidación progresiva de azufre e hierro conduce no solo a un cambio de composición en un plano horizontal a lo largo de la zona o sección de refinado sino tambien un -- gradiente de composición marcado en un plano vertical. Esto es debido a que la fase de mata derretida aumenta en gravedad específica cuando se enriquece respecto al cobre, cambiando progresivamente a metal blanco ( $Cu_2S$ ) y entonces, como solo es -- eliminado el azufre, a cobre metálico. Esta última es, desde -- luego, la fase más pesada de todas las derretidas y se hunde -- al fondo de la zona o sección de refinado, zona que está provista de una pendiente descendente hacia una abertura o agujero de colada sumergido, desde el cual el cobre fluye y por tanto sale de la sección de refinado. El metal que continuamente pasa sobre esta base en pendiente, se dirige continuamente en dirección descendente hacia el agujero de colada sumergido a través del cual entra en un recipiente de metal; en la cual, -- si se desea, se puede llevar a cabo otro refinado particularmente con relación al azufre.

- La zona alargada de separación de escoria también se comunica con la zona de fundición a través de un paso reducido y en una posición espaciada, preferiblemente alejada, de la -- unión de la zona de refinado con la zona de fundición. En con-



5. traste con la zona de refinado, la escoria existente en la zona de separación de la misma es mantenida en una posición estática según fluye regularmente, preferiblemente por un paso de desviación (véase más adelante) al agujero de colada de la escoria. Se mantienen estas condiciones para dar la máxima facilidad para la separación por gravedad de la escoria de glóbulos de mata que son todavía arrastradas por la escoria lentamente fluyente.

10. En gran parte de su longitud total, el fondo de la sección de separación de la escoria está en declive poco pronunciado hacia la zona de fundición. Esto permite que la mata derretida se decante para fluir en sentido contrario, sin más tratamiento, hacia la zona de fundición.

15. Para ayudar más a la decantación de los pequeños glóbulos de mata de la escoria, se ha encontrado ventajoso el disponer de un depósito de escoria en el extremo de la sección de separación de escorias. Este depósito tiene preferiblemente una profundidad y volumen mayores que el baño de material en la sección de separación de las escorias, la cual es relativamente superficial, y por consiguiente el tiempo de estancia de la escoria en el depósito de escoria es incrementado en su oportunidad y asimismo es aumentada la decantación gravitacional. Debido al grado de separación de mata efectuado en la sección de separación de la escoria, la cantidad de mata que se decanta en el depósito de escoria es relativamente pequeña, y se puede periódicamente vaciar y devolverse a la zona principal de fundición.

30. El relativo reposo de la sección separadora de escoria es debido al paso reducido entre la zona de fundición más turbulenta y la zona de separación de la escoria, y también porque el fondo de la zona de separación de la escoria está ge



neralmente a un nivel superior que el de la zona de fundición. Preferentemente, el nivel de dicho fondo en el extremo de la zona de fundición de la sección de separación de la escoria, está aproximadamente al nivel de la superficie superior de la mata en la zona de fundición. Esto asegura que muy poco, por no decir nada, de la mata fuertemente reactiva en la zona de fundición fluye hacia dentro de la sección de separación de la escoria.

La escoria fluye preferiblemente en contracorriente respecto a la mata o metal por lo menos en una parte, más convenientemente en la mayor parte del largo total de la sección de refinado. El material silíceo fundente que se añade a lo largo de la sección de refinado está reaccionando continuamente con  $FeO$  según es formado, formando una escoria de tipo fayalita ( $2FeO \cdot SiO_2$ ). Esta escoria no puede pasar por el agujero de colada de cobre y de la sección de refinado y, por tanto, se la obliga a fluir en contracorriente a la mata en dicha sección y preferiblemente a través de la zona de fundición antes de entrar en la sección de separación de escoria.

Tan pronto como se establece un gradiente de composición y es mantenido en la fase de mata, tiene lugar un cambio importante en el contenido de escoria cuando fluye en contracorriente a la mata de la sección de refinado a través de líquidos turbulentos que circulan por la zona de fundición y finalmente a lo largo de su recorrido en la sección de separación de la escoria. No solo se produce un cambio respecto al contenido de hierro total sino también en el grado de oxidación del hierro existente en la escoria. La escoria existente en el extremo del agujero de colada de cobre de la rama de refinado es,

336500



- relativamente, oxidada. Por ejemplo, se ha encontrado poseer suficiente hierro férrico como para formar de un 10 a un 20% de magnetita. Cuando la escoria se vuelve hacia atrás entre la mata con porcentajes progresivamente más altos de azufre,
5. el hierro férrico en el mismo tiende a reducirse de manera -- que cuando entra en la zona de fundición, su contenido de magnetita equivalente haya descendido de un 5 a un 15%. Después de una mezcla total en la zona de fundición turbulenta y circulante, la escoria entra en la sección de separación --
10. de escoria con un contenido de magnetita equivalente de aproximadamente un 1 a un 5%.

- Se ha encontrado que es muy conveniente el que el contenido de hierro férrico de la escoria se reduzca aún más en la sección de separación de la escoria antes de que sea --
15. vaciado. Esto se consigue manteniendo las condiciones reductoras en la zona de separación de la escoria. Un método de -- efectuar ésto es añadiendo una cantidad de FeS relativamente pequeña al baño de escoria, p.e. en forma de piritas o pirrotita o concentrados de sulfuro de cobre de bajo grado. Otro
20. método es el de añadir o introducir un agente reductor a la escoria en la sección de separación de escoria. El agente reductor puede ser un combustible sólido carbonoso, p.e. carbón, carbón animal, coque o carbón vegetal, preferiblemente en forma de terrones o pastillas.

25. Un tercer método es el inyectar en la escoria un -- gas o llama reductora que haga que la escoria vuelva a circular y, por consiguiente, entre al menos en sus capas superficiales, en contacto activo con los gases reductores en ca---  
lente.

30. Un método preferente de reducción del hierro férrri



co y con él el contenido de cobre de la escoria en la zona de separación de escoria, es el ayudar a las piritas o similares, ya globuladas por aglomeración en un tambor con unaditivo de petróleo, por goteo o soplado de estos glóbulos de piritas pe

5. troladas en el baño de escoria en la posición en donde dicha llama reductora choca y se extiende sobre la superficie de la escoria. De este modo los glóbulos de pirita son derretidos -- en una atmósfera no oxidante y entran en y por la capa de escoria con una alta proporción de azufre, que es un agente re-

10. ductor fuerte a la temperatura de la escoria (aproximadamente 1.250° C).

En las operaciones de la instalación de prueba que se han llevado a cabo, el hierro férrico de la escoria ha sido reducido a tal valor que la magnetita equivalente al va---

15. ciarse es menos de 1%, y el contenido de cobre de las esco---- rias emergiendo ha sido reducido al orden de 0'3%.

La invención se comprenderá mejor al hacer referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una vista seccional en planta de un

20. horno en forma de U construido según la invención.

La figura 2 es una vista seccional en alzado según las líneas 2-2 de la figura 1.

La figura 3 es una vista seccional en alzado según las líneas 3-3 de la figura 1, y

La figura 4 es una vista seccional en alzado según las líneas 4-4 de la figura 1.

25.

El horno ilustrado en las figuras 1 a 4 está esencialmente adaptado para la fundición directa de concentrados de sulfuro de cobre según el proceso de la presente invención

30. y esta realización de la invención es más adelante descrita



con referencia a la fundición de tales concentrados aunque - puede igualmente emplearse para la fundición de otros minera les y concentrados, en particular concentrados de sulfuro de metales no ferrosos, tales como el níquel y plomo.

5. El horno está provisto de paredes laterales refrac-  
tarias 80, 81, las paredes extremas 82, 83, un tabique inte-  
rior 84 que se prolonga entre las paredes laterales 80, 81,  
un fondo 85 y una parte superior 86. Un canal de refrigera-  
ción por aire 87, está previsto en la pared interior 84. El  
10. forro refractario es de magnesita compacta de alto grado cró-  
mico.

- La zona de fundición A, esencialmente circular, ad  
yacente a un extremo del tabique interior 84 se une en 88 --  
con una zona o sección D de refinado y en 89 con una sección  
15. o zona C de separación de la escoria. Las partes 90a, 90b de  
la zona C de separación de la escoria que conectan con la zo  
na de fundición A son de una anchura que guarda relación con  
la parte 90c de dicha zona C.

- Los concentrados secos y calientes de sulfuro de -  
20. cobre se introducen en forma particulada dentro de la zona -  
de fundición y alimentación A a través de la tobera 38, la -  
cual en esta realización está diseñada concéntricamente dentro  
de un tubo exterior 91, el aire, y a veces el aire más un po  
co de aceite, son inyectados a presión a través del espacio  
25. anular entre la tobera 38 y tubo 91. El fundente silíceo pue  
de añadirse con los concentrados. El material de carga es --  
preferiblemente precalentado (p.e. a una temperatura entre -  
los 200° C y 350° C) antes de o durante su introducción en -  
el horno.

30. Los concentrados son inyectados en el baño de mate

- 12  
336500



- rial derretido 40 de la zona de fundición A, de tal forma que causen una turbulencia y agitación del material derretido. La tobera 38 está situada en un ángulo entre los 40° a 80° a la horizontal, según se muestra en la figura 2, de forma que haga
5. que los concentrados choquen en ángulo con la superficie del material derretido. 40 de la zona A. La tobera 38 queda dispuesta en posición aproximadamente tangencial a la zona de fundición circular A con objeto de que produzca la circulación del material derretido en dicha zona en la dirección mostrada
10. por las flechas 92 de la figura 1. La dirección de circulación del material derretido 40 de la zona A es tal que la escoria que fluye de la zona de refinado D a la zona de separación de escoria C efectúa el mayor recorrido posible a través de la zona A de manera que tenga un tiempo de estancia máxima en la
15. zona A. El fondo 93 de la zona A del horno es esencialmente horizontal.

- La sección de refinado D del horno es de forma rectangular, en plano, y su fondo 94 tiene inclinación descendente desde la unión de la zona A con la zona D a un paso en forma de V o sumidero 95 formado en la pared extrema 83 y por el
20. cual el cobre derretido 97 fluye desde la zona de refinado D. El ángulo de inclinación del fondo 94 está entre los 3° y 30°, pero preferiblemente entre los 5 y 10 grados. El extremo inferior 96 de la pared extrema 83 se extiende por debajo del nivel de cobre 97 de la zona de refinado D. El sumidero 95 se
25. comunica con un depósito de metal formado en una prolongación 99 del horno. El agujero de colada 46 del cobre se comunica con el depósito de metal 98 bajo el nivel de escoria de la zona de refinado D y preferentemente al mismo nivel, aproximadamente,
30. que el del complejo metal blanco-mata 100 de la sección

336500



D de refinado.

Las toberas 43, 44 sobresalen, en ángulo a la horizontal, por la pared lateral 80 del horno y se inyecta aire a presión a través de estas toberas en el material derretido de la zona de refinado D, siendo tal el ángulo de choque de las toberas y aire a presión que el aire inyectado barbotea en la mata derretida y crea fuerte turbulencia en el material derretido de dicha zona D.

El fundente mineral de sílice, se añade mecánica ó neumáticamente a través de los orificios 102 en la pared interior 84. Los orificios de entrada son dispuestos más o menos directamente opuestos a las toberas 43, 44, 45 para que el material silíceo introducido a través de los orificios 102 sirvan para proteger la refractabilidad de la pared 84 de erosión que pudiera surgir por la salpicadura de material derretido, salpicadura que es originada por la inyección de aire a través de dichas toberas.

Se ha previsto también una toma principal de gas 37 para los gases del horno que contienen dióxido de azufre, sobre el extremo de salida de la zona de refinado D. Se ha previsto, asimismo, un orificio 103 en la pared superior 86 por el cual los concentrados o mineral en terrones pueden añadirse al material derretido en la zona de refinado D.

La zona de separación de escoria C del horno dispone de un vertedero de escoria 48, que puede ser refrigerado por aire, un depósito o pozo de escoria 49, un agujero de colada 104 de la mata a través del cual la mata 105 se puede vaciar a intervalos diferentes en la medida que se requiera, un agujero de colada de la escoria 50, y una toma de gas auxiliar 106. El fondo 47 de la zona de separación de la escoria está

336500



ligeramente inclinado hacia arriba partiendo desde la zona de fundición A al vertedero de escoria 48. Se prevé también un orificio de entrada en la parte superior 86 a través del cual un agente reductor, tal como sulfuro de hierro, en forma de pirita, pirrotita u otros concentrados de sulfuro de cobre de bajo grado, y/o un combustible carbonoso, puede ser añadido al material derretido en la zona de separación de escoria C.

Se dispone de un quemador de petróleo 108 que sobresale de la pared 80 en la zona de fundición A y su llama está dirigida a la superficie del material derretido 40 existente en dicha zona; un quemador de petróleo 109 que sobresale de la pared correspondiente a la prolongación del horno 99 y su llama que preferiblemente es oxidizante está dirigida a la superficie del cobre derretido en el depósito de cobre 98, y productos combustibles que entran en el horno adecuado a través del orificio de entrada 109a; otro quemador de petróleo - ahora 110, sobresale de la pared lateral 81 y su llama, que es preferiblemente reductora, está dirigida a la superficie de la escoria en la zona de separación de escoria C; y otro quemador de petróleo, ahora 111, que sobresale de la pared extrema 83 y su llama, que es preferiblemente reductora, está dirigida a la superficie de la escoria en el depósito de escoria 49.

El quemador de petróleo 110 está dirigido transversalmente respecto a la dirección general del flujo de la escoria por la zona de separación de escoria C con objeto de proporcionar una circulación suave o movimiento parásito a la escoria de la zona C según indican las flechas 112 en la figura 1. El quemador de petróleo 111 está dirigido a la escoria del depósito de escoria 49 con objeto de causar una circulación -



suave de dicha escoria, según muestran las flechas 113 de la figura 1. La circulación de escoria indicada en 112 y 113 es tá sustancialmente limitada a las capas superficiales de dicha escoria y, por tanto, no perturba las condiciones generalmente quiescentes que prevalecen en la zona de separación de escoria C y depósito de escoria 49. Es tal la circulación de escoria que aumenta el tiempo de estancia de la escoria en la zona de separación de escoria C y depósito de escoria 49 y, por tanto, proporciona mayor facilidad para la eliminación -  
5. del cobre de la escoria por sedimentación de pequeños glóbulos de mata.  
10.

Los orificios de inspección y muestreo 114 y 115 - están diseñados en la pared extrema 82 y pared lateral 81, - respectivamente, y son cerrados por tapones refractarios 116  
15. 117, respectivamente. El orificio 115 es el punto de entrada conveniente para la adición al baño de un agente reductor -- tal como un combustible carbonoso, p.e. carbón.

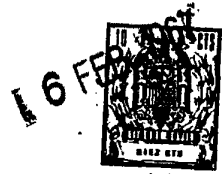
Con el fundionamiento del horno según representado en las figuras 1 a 4, los concentrados de sulfuro de cobre -  
20. son inyectados con aire a presión a través de la tobera 38 - en el baño de material derretido de la zona de fundición A, habiéndose precalentado y cargado el horno con mata derretida. Se produce una turbulencia y circulación fuerte del material derretido en la zona de fundición A. El funcionamiento  
25. del quemador de petróleo 108 ayuda a la circulación del material derretido en la zona A y suplementa el calor provisto - por la oxidación del azufre e hierro en los concentrados entrantes.

La mata producida en la zona de fundición A, al ser  
30. más pesadas que la escoria, se sedimenta hacia el suelo o fondo.

336500



- do del horno y entonces como llega a ser más pesada por la eliminación progresiva de azufre e hierro debida a la gravedad, desciende por el fondo inclinado de la sección de refinado D hacia el sumidero 95. Se inyecta aire a presión a
5. través de las toberas 43, 44, 45, en el material derretido en la sección de refinado D para crear así fuerte turbulencia en dicho material y efectuar la oxidación progresiva del azufre e hierro en la mata de dicha zona D. El fundente silíceo en forma de arena de sílice o mineral de cobre silíceo finamente triturado, es agregado a través de los orificios 102. El dióxido de sulfuro formado por la oxidación del azufre se une a los gases del horno que son retirados a través de la toma de gas 37. El óxido de hierro formado en la zona D reacciona con el silíceo para formar la escoria.
10. Los concentrados de sulfuro de cobre en forma de terrones son añadidos a través del orificio 103, con el fin de aminorar la formación de magnetita en las capas superiores de la escoria de la zona D. La escoria 101 formada en la zona D se eleva a la superficie de la mata y según se
15. acumula sobre la superficie de dicha mata, fluye hacia la zona de fundición A en contracorriente al flujo de la mata en la zona D. El cobre 97 formado por la oxidación del metal blanco en el complejo 100 de metal blanco-mata de la zona D se sedimenta en la parte inferior de la zona D y fluye
20. por el sumidero 95 hasta el depósito de metal 98 desde el cual es sacado por el agujero de colada 46. Puede dirigirse una llama oxidizante desde el quemador 109 a la superficie del cobre en el depósito 98 con objeto de oxidizar el azufre residual. De forma alternativa, el azufre puede separarse en un horno aparte.
25. se en un horno aparte.
- 30.



- El caudal de escoria en contracorriente que entra --- en la zona de refinado D fluye a través de la zona de fundición A en el sentido general de la circulación de material en la zona A, es decir, principalmente adyacente a la otra pared de la zona A, y, por tanto, aumentando el tiempo de estancia en la --
5. zona A. Durante su paso por la zona A los concentrados recientemente derretidos, ahora en forma de gotitas de mata, son agitados con dicha escoria y dispersados en la misma. Esto tiene - el efecto de separar una parte sustancial de cobre en el caudal
10. de escoria cuando pasa por la zona A. Entonces fluye la escoria de la zona A a la relativamente quiescente zona de separación - de escoria C, pasando a través de las partes reducidas 90a, 90b de la zona C a la parte mayor 90c de dicha zona. Mediante el -- quemador 110 se efectúa una circulación suave de capas superfi-
15. ciales de la escoria en la parte 90c de la zona C. Las piritas, u otra fuente de sulfuro de hierro, y/o un material sólido carbonoso, es añadido por el orificio 107 y/u orificio de entrada 115 con objeto de separar el cobre residual de la escoria. Los productos de combustión de los quemadores 110 y 111 y dióxido
20. de azufre originados por la combustión de piritas añadidas a - través del orificio de entrada 107 son retirados a través de - la toma auxiliar de gas 106.

- Es deseable el mantener condiciones reductoras en la zona de separación de escoria C con objeto de ayudar a la sepa-
25. ración del cobre de la escoria y también convertir a/y mante-- ner en estado ferroso la mayor parte posible del hierro de la escoria, disminuyendo por tanto la indeseable acumulación masi-- va de la pared y acrecimientos de magnetita. Como queda indica-- do, una forma conveniente de mantener tales condiciones reduc-
30. toras en la zona C de separación de escoria es mediante la adi



ción de piritas u otra fuente de sulfuro de hierro y/o por el aditamento de un agente reductor y/o disponiendo un chorro -- suave de llama reductora (tal como, por ejemplo, el producido por el quemador 110) dirigido en un ángulo relativamente bajo

5. sobre la escoria, con objeto de crear una circulación suave y el sulfuro de hierro y/o agente reductor sea distribuido y dispersado sobre la superficie de la escoria.

La circulación inducida en la zona de separación de escoria C (por ejemplo por el quemador 110) aumenta el tiempo

10. de estancia de las capas superiores de escoria en esa zona y, por tanto, proporciona mayor facilidad para que las partículas de mata se sedimenten y, por tanto, decrezca la cantidad de - cobre vaciado con la escoria.

Otra forma de crear condiciones reductoras en la zo

15. na C de separación de escoria es tratando sulfuro de hierro - con petróleo de forma que cuando las piritas petroladas son - añadidas a la zona de separación de escoria C el petróleo arde con llama reductora en la superficie de escoria. Esto suscita la fusión e incorporación en la escoria del sulfuro de -

20. hierro el cual, por si mismo, actúa como agente reductor.

La mata que se extrae de la escoria en la zona de - separación de escoria C fluye por el fondo descendente 47 de dicha zona C hacia la zona de fundición A, en dirección con-- tracorriente al caudal general de escoria a través de la zona

25. C. La escoria, después de la separación de la mata y extrac-- ción del cobre en la zona C, fluye sobre el vertedero de esco-- ria 48 al depósito de escoria 49 donde la separación final de mata y cobre tiene lugar. El quemador 111 está destinado a --

30. elevar la temperatura de la escoria en el depósito 49, produ-- cir una circulación suave de dicha escoria en el depósito 49



para asegurar la separación máxima de mata, y, siendo una llama reductora, disminuir la formación de magnetita en la escoria. La escoria es vaciada por el agujero de colada de escoria 50.

5. Una aplicación específica de esta invención queda -- descrita en los ejemplos siguientes:

EJEMPLO 1

10. Se fundieron en un horno, en esencia como el mostrado en las figuras 1 a 4, concentrados flotantes de sulfuro de cobre de Mount, Morgan, Australia, los cuales contenían 24'2% de cobre, 30'5% de hierro, 32'1% de azufre y un 7'0% de insolubles. El horno fué precalentado y cargado con mata de un nivel de 65 a 70% de cobre proveniente de un proceso previo de fundición. Después de que el baño estaba totalmente líquido,
15. se inyectaron concentrados secos a una temperatura entre los 200° C y 350° C por la tobera 38, (de un diámetro interior -- aproximadamente de 18 mm), aire a una presión entre 1.406 y - 2.109 Kg/cm<sup>2</sup>, fué introducido a través de un espacio anular - (de un ancho radial de aproximadamente 3 mm) entre la tobera
20. 38 y el tubo 91. La velocidad de suministro de los concentrados durante la operación fué de aproximadamente 271'8Kg/hora. Se dispuso la tobera 38 en la posición mostrada en las figuras 1 y 2 y al terminar la operación quedó aproximadamente a 25'8 cm. sobre la superficie del baño de la zona de fundición A.
25. Se inyectó aire a una presión aproximada entre los 0'843Kg. y 1'406 kg./cm.<sup>2</sup> a través de las toberas altamente - crómicas de acero 43, 44, 45 (cada una de ellas de un diáme-- tro interior de aproximadamente 18 mm.) al material derretido en la zona de refinado. Las toberas 43, 44, y 45 estaban si--
30. tuadas aproximadamente como quedan mostradas en las figuras -



1 y 2 y se terminó la operación con dichas toberas a un nivel aproximado entre las caras interiores de la mata y de la escoria.

Mediante alimentadores neumáticos o mecánicos se -- añadió por los orificios de entrada 102 fundente sílice particulado. Los gases acumulados conteniendo dióxido de azufre -- fueron extraídos por la toma de gas 37 y fueron llevados vía quemadores de turbulencia a una planta de ácido sulfúrico. -- Otros concentrados o minerales adicionales, preferiblemente -- de forma aglomerada o en terrones, y preferiblemente en cantidades entre el 10% a 40% de la cantidad de concentrados suministrada a través de la tobera 38, fueron añadidos por el orificio de entrada 103, para reducir la formación de magnetita en la zona D de refinado.

El quemador 108 fué generalmente accionado con llama neutral, el quemador de petróleo 109 operó con llama oxidante, y los quemadores de petróleo 110 y 111 operaron con llamas reductoras.

Se añadieron piritas, penetradas por rotación en un tambor con una pequeña proporción de petróleo pesado, por el orificio de entrada 107 en una cantidad equivalente al 7% -- aproximadamente de los concentrados añadidos a través de la tobera 38. Por la toma de gas 106 se retiraron gases que contenían anhídrido sulfuroso. Los gases calientes sacados por -- la toma 106, aún conteniendo algunos hidrocarburos parcialmente quemados, se utilizaron para secar y precalentar los concentrados de carga en aparato separado (no representado).

El cobre formado fué retirado por el agujero de colada 46, la escoria fué retirada casi continuamente del agujero de colada 50, y se sacaron pequeñas cantidades de mata en --



intervalos de tiempo de aproximadamente 48 horas del agujero de colada 104.

El producto de cobre retirado del agujero de colada 46 contenía de 99'0 a 99'5 % de cobre, este dependiendo de la cantidad de tratamiento oxidizante recibido por la inyección de llama oxidizante a través del quemador 109.

Un análisis típico del cobre obtenido fué el siguiente.

10.	Cobre .....	99'10 %
	Azufre .....	0'80 %
	Hierro .....	0'004%
	Plomo .....	0'005%
	Antimonio ....	0'007%
	Bismuto .....	0'005%
15.	Arsénico .....	0'005%
	Níquel .....	0'02 %
	Cinc .....	0'004%
	Otros .....	0'05 %

La escoria retirada del agujero de colada 50 normalmente contenía menos de un 0'5% de cobre durante largos períodos, cuando el horno funcionaba bajo condiciones de estado constante, el cobre de la escoria era del orden de un 0'30 a un 0'36%. Estas cantidades son comparables a la mejor práctica de hornos reverberos, en donde, desde luego, únicamente se obtiene la mata, y eso en una base descontínua.

Un análisis típico de la escoria fué el siguiente:

30.	SiO <sub>2</sub> .....	38'3 %
	FeO .....	49'7 %
	Otros óxidos .	10'9 %
	S .....	0'7 %



Cu ..... 0'36 %

La media preferida para el SiO<sub>2</sub> en las escorias es de un 36 a 42%, mientras que para el FeO es 45 a 50%. La presencia de entre un 2% y 5% de CaO + MgO parece ser ventajosa.

5.

N O T A

La Patente de Invención, que se solicita por veinte años, para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "MÉTODO Y APARATO PARA LA FUNDICION DIRECTA Y CONTINUA DE MINERALES SULFURICOS Y CONCENTRADOS", con --

10.

Prioridad de la demanda de Patente en Australia nº 1302/66, - de fecha 7 de Febrero de 1.966, según las características esenciales de las siguientes:

R E I V I N D I C A C I O N E S

15.

1ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según el cual el mineral o concentrado se introduce sustancialmente en forma continua en el material derretido turbulento y circulatorio de la zona de fundición donde se funde el mismo, el material derretido - fluye principalmente de forma continua desde la zona de fundi

20.

ción a una zona de refinado prolongada, inyectándose gas contenedor de oxígeno en el material derretido de la zona de refinado en una pluralidad de puntos a lo largo de su recorrido de flujo, la escoria formada es separada sustancialmente en forma continua desde la zona de fundición o desde la zona de

25.

refinado, el metal es retirado sustancialmente en forma continua desde la zona de refinado y la escoria es retirada sustancialmente en forma continua desde la zona de separación de la escoria, caracterizado porque se mantienen condiciones reductoras en la zona de separación de la escoria.

30.

2ª.- Método para la fundición directa y continua de



- minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 1, según la cual se imparte circulación o turbulencia suave a la escoria en la zona de separación de la misma con objeto de aumentar el tiempo de estancia de la escoria en dicha zona y mejorar la separación del metal de la misma.
5. 3ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 2 en el que la circulación o turbulencia está limitada sustancialmente a las capas superficiales de la escoria en la zona de separación de la escoria.
10. 4ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 2 ó 3 por el cual la circulación o turbulencia es creada al dirigir un chorro de gas o llama de un quemador en la superficie de la escoria en dirección sustancialmente tangencial.
15. 5ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 4 cuyo chorro de gas o llama del quemador es reductor.
20. 6ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 5, según el cual el agente reductor sólido es añadido a la escoria en la zona de separación de la escoria.
25. 7ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 6 en el cual el agente reductor es pirita u otro material conteniendo sulfuro de hierro.
30. 8ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 7, según la cual la pirita u otro material conteniendo sulfu

336500



ro de hierro es tratado anteriormente o, si no, mezclada con petróleo antes de agregarlo a la escoria.

5. 9ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 6, según la cual el agente reductor es un material carbonoso.

10. 10ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en el cual la escoria en la zona de separación de la misma fluye sobre un vertedero a un depósito de escoria de una profundidad adecuada en el cual puede efectuarse más separación de la mata, la escoria es retirada sustancialmente en forma continua desde la parte superior, o próximo a ella, del depósito de escoria, y la mata es retirada periódicamente desde el fondo, o próximo al fondo del depósito de escoria.

11ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 10, según el cual se imparte una circulación o turbulencia suave a la escoria en el depósito de la misma.

20. 12ª.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 11, según el cual una parte no turbulenta del metal derretido se provee en la parte inferior del extremo de salida de la zona de refinado.

25. 13.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 12, según el cual el fondo de la zona de refinado está inclinado hacia el extremo de salida en un ángulo suficiente con el fin de proveer dicha parte sin turbulencia para el material derretido por debajo de la escoria y la mata.
- 30.



- 14.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 12 ó 13, según el cual el metal fluye de dicha parte de no -- turbulencia a través de un agujero de colada en forma de sifón dentro del depósito de metal.
5. 15<sup>a</sup>.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 14, el cual, el metal existente en el depósito de metal está - sujeto a otra fase de refinado.
10. 16<sup>a</sup>.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 12 a 15, según el cual el gradiente de composición horizontal y el gradiente de composición vertical son - mantenidos en la zona de refinado.
15. 17<sup>a</sup>.- Método para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 1 a 16, según el cual el mineral o concentra- do adicional es añadido al material derretido en la zona de re- finado.
20. 18<sup>a</sup>.- Aparato para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, para llevar a cabo el método de la reivindicación 1, el cual comprende: un horno que tiene una cámara principalmente dentro del mismo; una zona de fundi- ción, una zona de refinado y una zona de separación de escoria
25. en la cámara del horno; medios para introducir el mineral o con- centrado en la zona de fundición; una serie de toberas para in- yectar gas conteniendo oxígeno en la zona de refinado; estando unido un extremo de la zona de refinado a la zona de fundición; una salida de metal en el otro extremo, o próximo al mismo, de
30. la zona de refinado; un extremo de la zona de separación de la



escoria unido a la zona de fundición o a la zona de refinado en un punto separado de la salida del metal; una salida de escoria en o próxima al otro extremo de la zona de separación de la escoria; y medios para proporcionar circulación o turbulencia suave a la escoria en la zona de separación de la misma.

19<sup>a</sup>.- Aparato para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 18, según el cual se dirige un chorro de gas caliente o llama en forma tangencial contra la superficie de la escoria en la zona de separación de la misma.

20<sup>a</sup>.- Aparato para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según la reivindicación 19, según el cual el chorro de gas caliente o llama es reductor.

21<sup>a</sup>.- Aparato para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 18 a 20, el cual dispone de medios para añadir un agente sólido reductor a la escoria en la zona de separación de la escoria.

22<sup>a</sup>.- Aparato para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 18 a 21 el cual dispone de un vertedero de escoria cerca del extremo de salida de la zona de separación de la escoria sobre el cual rebosa la escoria y cae dentro del depósito de escoria, una salida de escoria en o próxima a la parte superior del depósito de escoria y una salida para la mata en o próxima al fondo del depósito de escoria.

23<sup>a</sup>.- Aparato para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según reivindicación



22, el cual tiene medios para proporcionar una circulación o -  
turbulencia suave a la escoria en el depósito para escoria.

5. 24ª.- Aparato para la fundición directa y continua -  
de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de  
las reivindicaciones 18 a 23, cuya zona de refinado próxima a  
la salida de metal tiene una profundidad suficiente como para  
ofrecer una parte no turbulenta para el metal derretido, por -  
debajo de la escoria y mata.

10. 25ª.- Aparato para la fundición directa y continua -  
de minerales sulfúricos y concentrados, según reivindicación -  
24, cuya zona de refinado del mismo tiene un fondo con un decli  
ve de entre 3 y 30 grados.

15. 26ª.- Aparato para la fundición directa y continua -  
de minerales sulfúricos y concentrados, según reivindicación -  
24, cuya zona de refinado tiene un fondo con un declive entre  
los 5 y 10 grados.

20. 27ª.- Aparato para la fundición directa y continua -  
de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de  
las reivindicaciones 24 a 26 el cual tiene una parte no turbu  
lenta para el metal derretido que se comunica mediante un aguje  
ro de colada en sifón con un depósito de metal.

25. 28ª.- Aparato para la fundición directa y continua -  
de minerales sulfúricos y concentrados, según reivindicación -  
27, el cual dispone de medios para el posterior refinado del -  
metal en el depósito de metal.

30. 29ª.- Aparato para la fundición directa y continua -  
de minerales sulfúricos y concentrados, según reivindicación -  
28 por el cual un gas oxidizante o llama es dirigida contra la  
superficie del metal en el depósito de metal.

30. 30ª.- Aparato para la fundición directa y continua -

167



de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 18 a 29, el cual dispone de medios para añadir mineral o concentrado adicional al material derretido en la zona de refinado.

5. 31ª.- Aparato para la fundición directa y continua de minerales sulfúricos y concentrados, según cualesquiera de las reivindicaciones 18 a 30, de acuerdo con el cual el mineral o concentrado es introducido en la zona de fundición a través de una tobera de doble pared, inyectándose aire a través del espacio existente entre las paredes de dicha tobera.

10. 32ª.- METODO Y APARATO PARA LA FUNDICION DIRECTA Y CONTINUA DE MINERALES SULFURICOS Y CONCENTRADOS.

Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria, que consta de veintiocho hojas, escritas a máquina -  
15. por una sola cara y dibujos.

Madrid, 6 FEB. 1967

La Sociedad australiana, CONZINC  
RIOTINTO OF AUSTRALIA LIMITED.  
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P. P.

Firmado: M.ª Dolores Jorquera

330500

CONZING RIOTINTO OF AUSTRALIA LIMITED

2 HOJAS- Hoja 1

16 FEB 1967

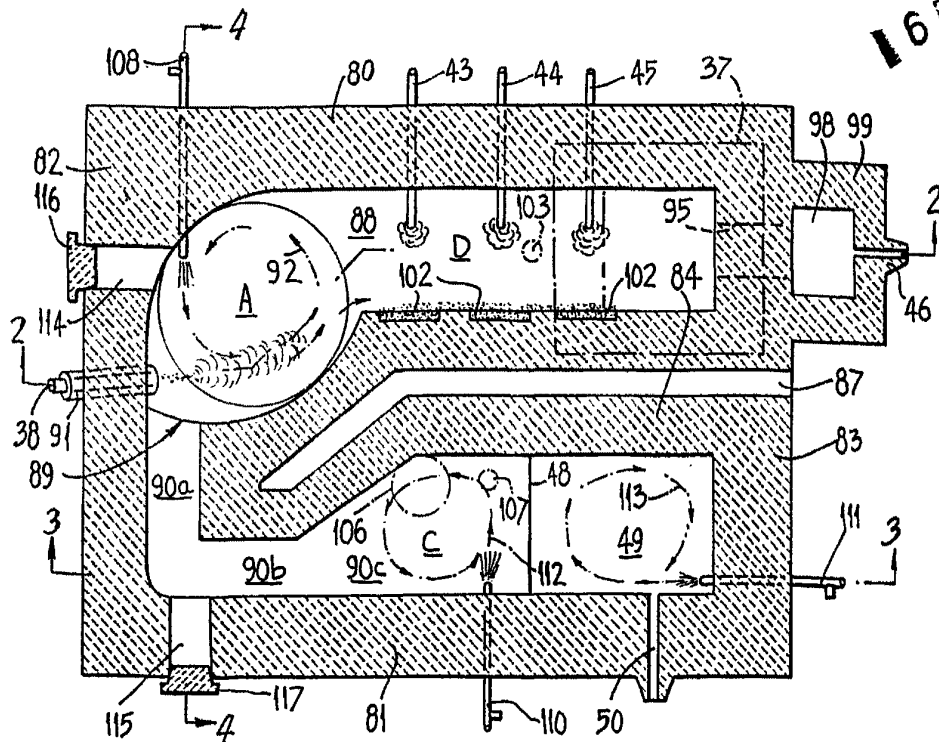


FIG. 1.

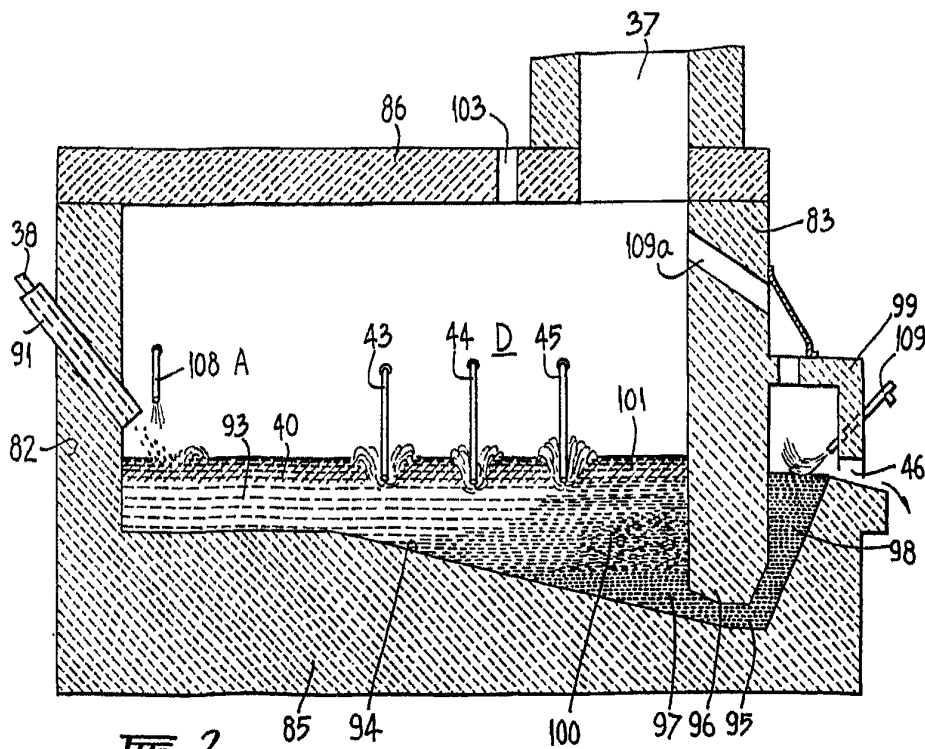
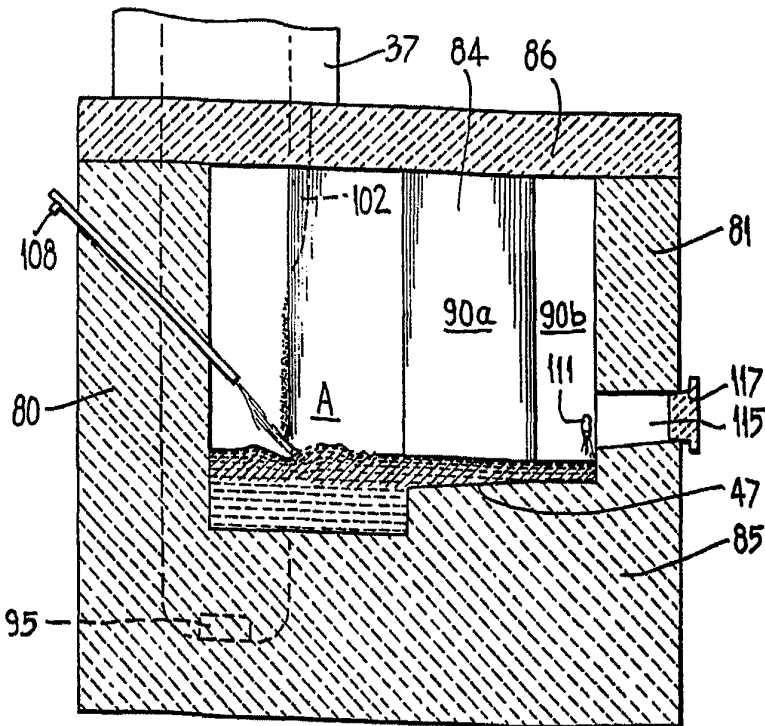
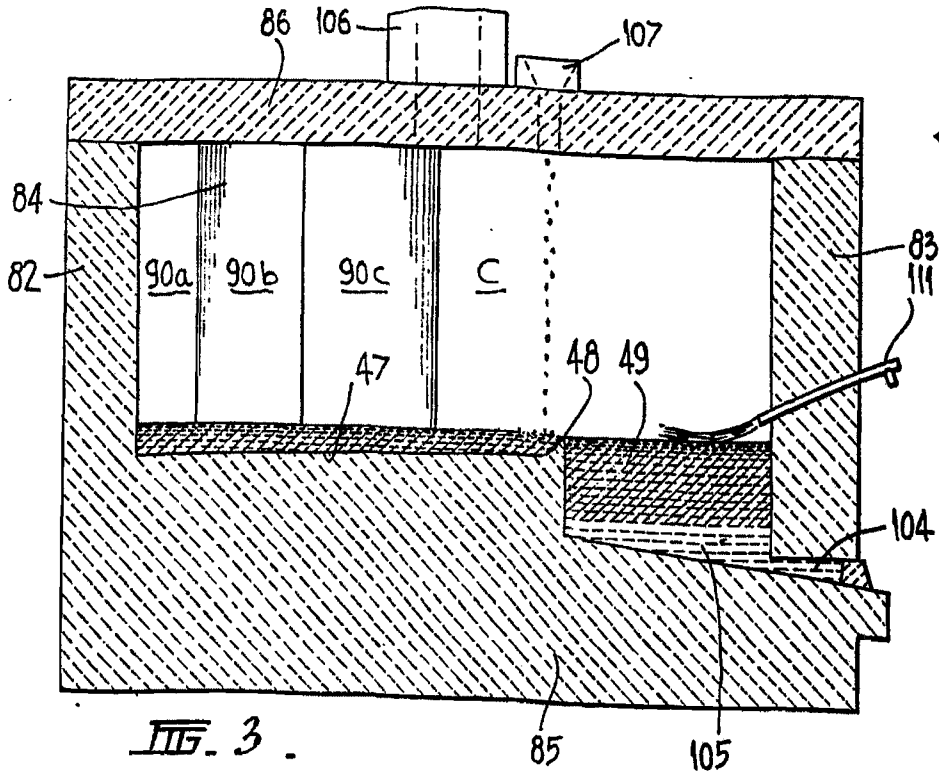


FIG. 2.

Madrid, 6 FEB 1967  
 CONZING RIOTINTO OF AUSTRALIA LIMITED  
 P. P. FRANCISCO GARCIA CABRETILO

Escala variable

335500



Escala variable

Madrid 6 FEB. 1967  
 CONZING RIOTINTO OF AUSTRALIA LIMITED  
 P. P. FRANCISCO GARCIA CORDERO

*Handwritten signature*