



25

424003

F.C. 5-12-75

Int. Cl.: BOLD

573/73

PATENTE DE INVENCION

por 20 años

A favor de OUTOKUMPU OY, sociedad mercantil finlandesa,  
domiciliada en OUTOKUMPU (Finlandia ). - - - - -

Por: "PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO CORRESPONDIENTE PARA  
SEPARAR ENTRE SI MATERIALES DISUELTOS EN AGUA, POR  
MEDIO DE UN AGENTE DE CEMENTACION". - - - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

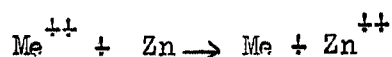
La presente invención se refiere a un procedimiento  
para separar entre sí materiales disueltos en agua por  
medio de un agente de cementación en presencia de cantidades  
5 importantes solamente de los materiales que tengan un  
sobrepotencial de hidrógeno superior al potencial entre  
el agente de cementación y el gas de hidrógeno, siendo el  
agente de cementación menos inerte que el hidrógeno, y a un  
aparato para aplicar el procedimiento según la invención

424003

- 2 -



La materia prima empleada generalmente en un procedimiento electrolítico con zinc es un concentrado sulfídico de zinc, que primero se calcina y luego el producto calcinado pasa a ser lixiviado con el ácido de retorno de la electrólisis y el producto obtenido es una solución impura de sulfato de zinc. Esta solución contiene unos 150 g. de zinc por litro y diversas cantidades de los elementos existentes en el concentrado. La finalidad de seguir tratando la solución consiste en separar el zinc de estas impurezas. En principio, esto se consigue en tres etapas. En la primera, se neutraliza la solución, en cuyo caso los hidróxidos no tan fácilmente solubles como el hidróxido de zinc se precipitan y separan. En la segunda, los metales más nobles que el zinc de la solución se cementan por medio de un tratamiento de polvo de zinc, según la reacción siguiente:



En la tercera, se separa el zinc de la solución por medio de la precipitación electrolítica y permanecen en la solución los elementos menos nobles que el zinc.

El número de elementos que se precipita en la segunda etapa es grande, pero los más importantes son generalmente, cobre, cadmio, cobalto, níquel, arsénico y antimonio. Deben ser separados totalmente, en parte porque se precipitan junto con el zinc en la electrólisis y por tanto producen un material impuro y en parte también porque actúan como agentes nocivos de la electrólisis y forman gas de hidrógeno



en el cátodo en lugar de la precipitación de zinc. Además, el cobre y el cadmio tienen una importancia económica y se refinan posteriormente. Aunque estos elementos son bastante más nobles que el zinc, sólo el cobre, cadmio, arsénico y antimonio pueden ser simplemente cementados por medio de polvo de zinc. Sin embargo, el cobalto y el níquel pueden cementarse igualmente empleando ciertos aditivos siendo los más utilizados corrientemente el arsénico y el antimonio que suelen añadirse a la solución como trióxidos. A pesar de que estos aditivos aceleran la cementación del cobalto y del níquel, tienen un efecto contrario en la cementación del cadmio. Esto sucede probablemente porque estos elementos reducen el sobrepotencial hidrógeno en el cadmio (así como en el zinc) en cuyo caso se cataliza la reacción  $\text{Cd} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cd}^{++} + \text{H}_2$ , lo cual hace más difícil reducir el cadmio en forma metálica; e incluso si esto sucede, el metal vuelve a disolverse fácilmente. Este efecto del arsénico y del antimonio en el cadmio se refuerza también enormemente con temperatura elevada y en el cobalto y níquel la cementación se facilita considerablemente. En consecuencia, se emplean dos métodos diferentes en los procedimientos mediante los cuales se añade arsénico o antimonio para cementar el cobalto y el níquel. En el primero, se emplea una temperatura baja (unos 70°C), lo cual hace posible precipitar simultáneamente todas las impurezas. Sin embargo, esto exige un exceso enorme de polvo de zinc para cementar completamente

424003

- 4 -



el cobalto y el níquel, así como un período de reacción relativamente largo. También por este método se obtiene un precipitado que contiene una gran cantidad de zinc metálico y poco cadmio; esto aumenta la cantidad  
5 de solución en el procedimiento del cadmio, en donde este precipitado constituye la materia prima y en el cual tanto el zinc como el cadmio forman parte de la solución.

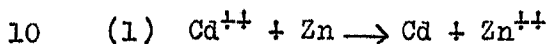
En el segundo método, conforme a la ley,  
10 se aplica lo anterior de modo que se emplee una temperatura elevada (más de  $90^{\circ}\text{C}$ ) para acelerar la cementación del cobalto y del níquel mientras el cadmio se logra mantenerlo simultáneamente en la solución casi completamente. Luego el cadmio puede ser precipitado  
15 en una segunda etapa con ausencia de impurezas que reducirían el sobrepotencial del hidrógeno en el cadmio. En este caso, es suficiente un exceso de polvo de zinc relativamente bajo y se obtiene un precipitado en una proporción cadmio/zinc considerable-  
20 mente mejor que en el método anterior.

Aún cuando en el segundo método el consumo necesario del polvo de zinc sea menor que en el primero y aunque el cementado de cadmio obtenido tenga una buena proporción cadmio/zinc comparada con el primer  
25 procedimiento, sin embargo, el exceso de zinc suele ser un 500% de la cantidad equivalente. En este caso, el volumen de la solución requerida en la producción de cadmio es también cinco veces el que teóricamente sería necesario. Este elevado exceso  
30 de polvo de zinc se necesita en parte para obtener



un período de reacción moderado pero en parte también para mantener el contenido de  $\text{Cd}^{++}$  bastante bajo en la solución (para evitar la reoxidación del cadmio cementado).

5                    Cuando el cadmio se cementa de la solución "purificada" descrita anteriormente, obtenida por ejemplo por cementación de todas las demás impurezas en el segundo método, entonces la reacción principal es la siguiente:



Esta reacción sigue la fórmula

(2)  $-\frac{dC_{\text{Cd}}}{dt} = k \cdot \frac{A}{V} C_{\text{Cd}}$

en donde

$-\frac{dC_{\text{Cd}}}{dt}$  = cadmio cementado por unidad de tiempo.

15                    k            = constante de velocidad de reacción

A                    = zona superficial de polvo de zinc  
(cantidad de polvo de zinc)

V                    = volumen de la solución (volumen del reactivo)

20                     $C_{\text{Cd}}$         = concentración de cadmio en un momento determinado.

A/V                = concentración de polvo de zinc.

La fórmula 2 nos muestra como con cierta proporción A/V se obtiene un período de reacción más corto en un procedimiento discontinuo que en un sistema de trabajo continuo (en donde  $C_{\text{Cd}} \rightarrow 0$ ), cuyo promedio  $C_{\text{Cd}}$  es más alto en el proceso discontinuo. En la mayoría de las transformaciones del zinc según el segundo método, el procedimiento

25



424003 - 6 -

discontinuo suele ser el más corriente y generalmente se llega a un compromiso entre los valores de A y V de modo que el período de reacción quede entre 1 - 1 1/2 horas, en cuyo caso se precisa del

5 exceso quintuple de polvo de zinc antes citado. El compromiso nos lleva a un volumen de reacción de unos 600 m<sup>3</sup> cuando la producción es de 100.000 toneladas anuales de zinc. La formula 2 nos muestra también que si la reacción 1 se realiza según el

10 principio de contracorriente, tendrán que hacerse siempre ajustes para equilibrar los gastos adicionales ocasionados por el polvo de zinc por medio de un volumen inferior de reactivo cuando suba la proporción A/V.

15 El principio de contracorriente se emplea en cierta extensión en los procedimientos de trabajo continuo según el primer método (AIME World Symposium on Mining and Metallurgy. 1970. Lead & Zinc, pp. 208-9 and 239). Del mismo modo, puede disminuir

20 también el consumo de polvo de zinc dado que la primera etapa, en la cual se añade el polvo de zinc, tiene un contenido bajo de cadmio y en esta etapa es más fácil obtener un exceso suficiente de zinc para lograr una solución pura. Sin embargo,

25 las ventajas adquiridas son muy pequeñas en los procedimientos convencionales.

Por consiguiente la finalidad de la presente invención es ofrecer un procedimiento para separar entre sí los materiales disueltos en agua por medio

30 de un agente de cementación, especialmente para



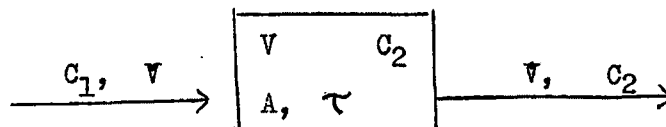
5 cementar el cadmio mediante el zinc en presencia de cantidades importantes de sólo los elementos que tengan un sobrepotencial de hidrógeno (valor absoluto del sobrepotencial) más alto que la diferencia de potencial (valor absoluto de la diferencia de potencial) entre el agente de cementación y el gas de hidrógeno, siendo dicho agente menos inerte que el hidrógeno, de modo que el consumo del agente de cementación sea casi estequiométrico y el producto del procedimiento sea un precipitado casi desprovisto del agente de cementación. Otra de las finalidades de la invención es ofrecer un dispositivo destinado a la aplicación del procedimiento según la invención.

15 Las principales características de la invención se exteriorizan en la reivindicación 1 adjunta.

20 La invención se basa en la idea de que se puede elevar considerablemente la proporción A/V si la reacción tiene lugar en un sistema que trabaja según el principio de contracorriente y el polvo de zinc se mantiene en el sistema, en otras palabras, se deja circular una solución conteniendo  $\text{Cd}^{++}$  a través de un lecho de polvo de zinc, en cuyo lecho tiene lugar la cementación. En este sistema resulta teóricamente posible dejar que la solución circule por el lecho hasta que se haya consumido todo el polvo de zinc y se haya obtenido de dicho sistema un precipitado Cd puro. En principio, una de las etapas del sistema deseado sería entonces como sigue:

424003

- 8 -



en donde  $V$  = volumen del cuadal,  $V$  = volumen de la etapa,  
 $A$  = zona superficial de la cantidad de polvo de zinc  $\tau$  =  
 período de demora,  $C$  = contenido  $\text{Cd}^{++}$ . Se podrá escribir

5 ahora la fórmula 2 como sigue:

$$(3) \quad \frac{C_1 - C_2}{\tau} = k \cdot \frac{A}{V} \cdot C_2 \quad \text{y cuando } \tau = \frac{V}{V}$$

$$(4) \quad C_1 - C_2 = k \cdot \frac{A}{V} \cdot C_2 \quad \text{ó (5) } C_2 = \frac{C_1}{k \frac{A}{V} + 1}$$

10                    Esto indica que la eficiencia de la etapa  
 ( $C_1:C_2$ ) depende solamente de la zona superficial  
 (cantidad) de polvo de zinc,  $A$ , cuando cierto caudal  
 del volumen,  $V$ , carga al elemento y por tanto la  
 eficiencia es independiente del volumen mientras  
 15 éste sea suficiente para brindar las condiciones  
 bajo las cuales puede tener lugar la reacción química  
 sin impedimento o se mezclen completamente la solución  
 y el polvo de zinc.

20                    Si esta etapa constituye el procedimiento  
 práctico, o parte del mismo, mediante el cual se  
 lleve a cabo la anterior cementación del cadmio  
 mediante una solución de sulfato de zinc, existen  
 también otros requisitos: 1)  $[\text{Cd}^{++}] \rightarrow 0$  (es decir,  
 menos de 1 mg por litro); 2) debe eliminarse el  
 25 cadmio cementado del sistema, preferiblemente en  
 una forma lo más concentrada posible, lo que  
 también significa que debe añadirse nuevo polvo de zinc  
 para sustituir la cantidad consumida. Sin embargo,  
 no puede obtenerse una solución pura ni un precipitado



de 100% cadmio por el procedimiento que sólo tenga una etapa porque cierto exceso de zinc metálico es siempre necesario en el sistema para cementar el cadmio de la solución. Para lograr las condiciones anteriores, como mínimo se necesitan entonces dos elementos en el sistema en cuyo caso el precipitado se elimina del primero y la solución se purifica finalmente en el segundo. Además se consigue una solución pura con una cantidad considerablemente menor de polvo de zinc si el procedimiento se divide en varias etapas. Aún cuando el contenido de  $\text{Cd}^{++}$  de esta etapa suele reducirse en un procedimiento con zinc a 1/1000 de la concentración original, en el procedimiento de dos etapas es suficiente 2/10 de la cantidad requerida en el procedimiento de una etapa y en el de tres etapas esta cantidad disminuye a 3/100; esto reduce el volumen de reacción correspondiente y la necesidad de energía para mantener la fase sólida y la solución bien mezcladas.

En la aplicación práctica de la etapa anterior del sistema se precisan dos cosas:

- una buena mezcla para que la mayor cantidad de zona superficial cementadora (polvo de zinc) sea activa
- la separación de la solución y del precipitado (polvo de zinc) para que el precipitado permanezca en la zona de reacción.

Puesto que la densidad del polvo de zinc es bastante mayor que la de la solución, lo mejor sería un sistema de lecho fluidificado. Sin embargo, las pruebas realizadas han demostrado que al cementar



el cadmio, se produjo una tenderia de aglomeración muy fuerte en la superficie del polvo de zinc, en cuyo caso la superficie de cementación disminuyó considerablemente, no pudo lograrse la fluidificación y finalmente el lecho quedó completamente sinterizado. Como reacción secundaria apareció en el polvo de zinc una ligera generación de gas de hidrógeno. El resultado fué que si las burbujas eran bastante grandes, el polvo de zinc surgía del reactor en espuma.

Fué necesario tener un mecanismo de trituración para pulverizar los conjuntos producidos y otro mecanismo para separar las fases zinc-hidrógeno-gas-solución. Se puede obtener, por ejemplo, en un reactor provisto de mezcla seguido de un decantador y retorno continuo del precipitado desde el decantador al reactor. Para tener los mejores resultados, el período de demora del precipitado en el decantador debe ser lo más corto posible para que no salga en espuma del mismo por causa de la generación de gas de hidrógeno.

Por el procedimiento de la invención es posible cementar materiales que tengan un sobrepotencial de hidrógeno mayor que la diferencia de potencial entre el agente de cementación y el gas de hidrógeno, siendo el agente de cementación menos inerte que el hidrógeno. Con el procedimiento de la invención es pues posible cementar económicamente, por ejemplo, el cadmio por medio de zinc o plomo y/o el mercurio por medio del cadmio o del zinc.



En una realización muy preferida de la invención, tenemos un aditivo incorporado a la zona de reacción, como un agente de floculación o algún coloide que cementaría al material que hubiera de serlo en partículas de superficie muy lisa para que estas partículas no pudieran formar aglomerados ni tampoco manifestarse grandes burbujas de gas que podrían hacer flotar al sólido fuera del reactor en las superficies de las partículas.

Es muy ventajoso poder fluidificar el lecho del sólido por medio de un caudal ascendente de la solución acuosa, en cuyo caso caen los aglomerados producidos debido a su mayor peso, en la parte inferior de la zona de reacción, en cuyo lugar pueden triturarse los aglomerados y volver al lecho como sólidos de grano fino.

A continuación se describe la invención con mayor detalle con referencia a los dibujos anexos, en los cuales las figuras 1-7 representan en esquema vertical, gráficos seccionados de las distintas realizaciones de la invención, de las cuales el mecanismo de la figura, 7 se distingue por ser el más ventajoso.

La figura 1 representa a un reactor 1 que trabaja continuamente con respecto a la solución sólida y acuosa. Tiene una parte inferior 2 que se ensancha cónicamente hacia arriba, y por la cual pasa la solución y desde la cual se elimina el precipitado. La parte superior 3 del reactor 1 también se ensancha cónicamente hacia arriba y se elimina una solución pura como sobrante de la misma

424003

- 12 -



y se añade a la misma polvo de zinc. El lecho del sólido 4 en el reactor 1, debido a la adición continua de polvo de zinc y a la eliminación continua de precipitado, se halla en un movimiento continuo de giro lento que impide que el lecho 4 se canalice.

En la realización ilustrada en la Fig. 2, la parte inferior 2 del reactor ha sido estrechada enormemente para impartir al lecho 4 un movimiento tan fuerte en esta parte 2 que no se produzcan los aglomerados; la tendencia de aglomeración es muy fuerte en el punto de alimentación de la solución acuosa. Sin embargo, esta realización tiene una desventaja porque la parte media del reactor 1 fué dividida en dos zonas, a saber, una zona de fluidificación en la parte media del reactor 1 y del tamaño de la parte inferior 2, y una zona circundante de lecho sólido que no pueda ser penetrada por el caudal de la solución acuosa. La acumulación de los gases de la reacción provocó también la heterogeneidad del lecho.

Para eliminar las anteriores dificultades, puede utilizarse un reactor de lecho fluidificado 1 según la fig. 3. Su parte inferior 2 ha sido provista de un mezclador 5 el cual puede girar alrededor de su eje vertical y cuyas paletas han sido perforadas para que la solución acuosa pueda pasar a través del eje y de las paletas de la mezcladora 5 hacia la parte inferior 2 del reactor 1. En esta realización, se obtiene un lecho homogéneo y debido a la mezcla eficiente, no pueden producirse aglomerados en el punto de alimentación de la solución acuosa.



La Fig. 4 representa a un reactor de lecho fluidificado múltiple 11, en el cual se han colocado varias unidades cónicas 12 una encima de la otra para que el sólido pueda moverse según el principio de rebose desde una unidad a la otra 12 de debajo y en contracorriente en relación con la solución que fluye a cada unidad 12 a través del orificio de su extremo inferior y después por el lecho 14 de la unidad 12 hacia la unidad siguiente 12 de encima. Sin embargo, se observó que este mecanismo sólo trabajaba dentro de una gama de velocidad de circulación de la solución muy estrecha.

Utilizando el mecanismo de la Fig. 5 se obtuvo una circulación más confiable del sólido a través del reactor de lecho fluidificado múltiple 11, en el cual la solución pasa al lecho del sólido 14 por medio de un orificio u orificios tan grandes que permiten que las partículas del lecho los atraviesen. Normalmente el caudal de la solución es tan grande que el lecho 14 no puede caerse a través del orificio u orificios de la unidad 12. Disminuyendo de una manera conveniente la velocidad de circulación de la solución, puede hacerse que parte del material sólido descienda periódicamente a la capa de trabajo.

Puesto que la calidad de las partículas del lecho afecta a su velocidad de caída, su cantidad tiende a variar en las distintas capas 12. Por esta razón, las capas del lecho están provistas de boyas 10 según la Fig. 6; su parte superior flota en la superficie del lecho 14 y su parte



424003 - 14 -

inferior regula la entrada de la solución y la velocidad de circulación. Al mismo tiempo, sus movimientos mejoran la mezcla del lecho 14.

La forma cónica de la unidad de control 12 ofrece la ventaja de que las burbujas de gas producidas en la capa inferior del lecho 14 pueden ser expulsadas del reactor 11 desde la superficie exterior del cono 12.

Según fueren las necesidades del proceso, se pueden acoplar las unidades de control 12 encima de cada una y lado a lado.

El problema en la cementación del cadmio es la aglomeración del lecho de zinc y la generación de los gases de reacción. Se podría influenciar el mecanismo de estos fenómenos añadiendo al lecho un material que provocara la precipitación del Cd en partículas de superficie lisa, por ejemplo un agente de floculación o algún coloide.

Los aglomerados producidos en el lecho fluidificado caen a la parte inferior del reactor en donde se produce una zona de canalización creciente e inmóvil. Para romper estos aglomerados se precisa de energía adicional. Se han probado varias alternativas para introducir energía en el sistema (impulsos de presión cortos, concentrados contra la parte inferior del reactor, etc.). Tuvieron que rechazarse los que exteriorizaron un efecto nocivo para las condiciones de circulación del lecho. El resultado de estas pruebas ha sido un dispositivo según la Fig. 7 que cumple los requisitos buscados relacionados entre otras cosas con la trituración y la altura de la zona



de mezclado.

Se obtiene pues el efecto de trituración en el reactor 1 por medio de un triturador de poco margen 5 y los deflectores 6. Se ha ajustado la altura de los deflectores 6 para obtener un ligero movimiento de giro en la parte 4 del lecho encima de los mismos. Con ello se ha mejorado la distribución de la solución y el mezclado del lecho así como se ha reducido el rebose de los materiales sólidos debido a la "salpicadura" de su superficie.

El rebose del sólido se debe, como se ha dicho anteriormente, a la "salpicadura" de la superficie así como al efecto de flotación de las burbujas de gas generadas. Si el contenido sólido del lecho 4 es bajo, una burbuja de gas generada incluso en la parte inferior del lecho y unida a la partícula puede subirlo, apartando las otras partículas del lecho a la parte superior del reactor, en donde termina en la solución de salida. Si el contenido de zinc en el lecho es elevado, se puede impedir esta evasión y simultáneamente el movimiento anteriormente citado del lecho con su efecto de roce separa las burbujas de gas de la superficie de la partícula sólida.

Los objetivos fijados se consiguieron con el dispositivo ilustrado en la Fig. 7 y el aditivo: alto contenido de sólido en el lecho, buen intercambio de solución en la superficie del sólido, estructura relativamente simple y pequeño tamaño. También se resolvieron los problemas ocasionados por la aglomeración y los gases de la reacción.

424003

- 16 -

25



El reactor 1 ilustrado en la Fig. 7 tiene una parte inferior 2 que converge cónicamente hacia abajo y una parte superior 3 que se ensancha cónicamente hacia arriba. En la parte inferior 2 del reactor 1 existe un triturador 5 y los inhibidores de la circulación 6 montados a la pared del reactor 1. El lecho fluidificado se señala con el 4.

La solución que pasa al reactor 1 tiene lugar debajo del lecho 4, y la solución se distribuye lo más uniformemente posible en toda la sección del reactor 1 utilizando una alimentación de rejilla debajo de la hélice del triturador, varios puntos de alimentación o algo parecido.

En términos del funcionamiento del reactor, es esencial cuando el reactor 1 está trabajando que se halle presente un material que ocasione la precipitación del Cd en partículas de superficie lisa en el material del lecho. Con ello se reduce la tendencia de aglomeración.

El suelo de la cámara de reacción está formado de modo que la proporción de zonas de poco mezclado sea pequeña (por ejemplo, planas). En condiciones óptimas, la parte inferior de la cámara de reacción se ensancha cónicamente ofreciendo así una distribución uniforme del cuadal de la solución. Las paredes de la parte inferior 2 del reactor han sido provistas de inhibidores de circulación 6 debidamente dispuestos destinados a triturar los aglomerados producidos en el lecho y simultáneamente impedir la granulación del lecho. Debe obtenerse una zona de mezcla baja con la



energía suficiente para triturar los aglomerados. En condiciones óptimas también mantiene la parte inferior del lecho 4 en movimiento enérgico y a su parte superior en movimiento de giro relativamente lento.

5 El movimiento de rotación ofrece la ventaja de que regulariza el movimiento de la superficie del lecho sólido, con lo que se reduce el rebose del sólido provocado por la "salpicadura" de la superficie y puede acortarse la parte del reactor encima del lecho.

10 En el lecho real 4 el contenido de sólido se mantiene lo más alto posible pero contando que prevalezcan en su interior las condiciones de lecho fluidificado. Debido al aditivo, el alto contenido de sólido del lecho y su efecto de roce, se separan  
15 las pequeñas burbujas de gas generadas por la reacción de la superficie del sólido en el lecho 4. Se debilita por tanto su efecto "espumante".

En condiciones óptimas, la parte superior del reactor 3 consiste en un cono divergente por el cual  
20 se disminuyen las variaciones de nivel superficial del lecho 4. Si se desea que el reactor 1 trabaje continuamente incluso en relación al sólido, se necesita una alimentación de sólido al lecho y su eliminación, por ejemplo por medio del rebose de la superficie del lecho 4 además  
25 de lo anterior. Se puede utilizar, por ejemplo, un recipiente cerrado, llenado previamente con solución para los dispositivos de rebose.

El procedimiento según la invención se describe a continuación con más detalle con la ayuda de ejemplos.

424003

- 18 -



25 FEB 1950

Ejemplo 1

En un aparato según la Fig. 7 se incorporó una carga de 50 Kgs. de zinc finamente molido y sulfato de zinc conteniendo sulfato de cadmio y a través del reactor y a una velocidad de circulación de 10.2 m<sup>3</sup>/h una solución de cadmio. En este experimento no se empleó ningún agente de floculación, sólo el mezclado. En 30 minutos el lecho quedó completamente sinterizado y se detuvo. El análisis del lecho reveló que contenía 83.8 % de zinc y 8.7 % de cadmio.

Ejemplo 2

El mismo experimento del ejemplo 1 pero esta vez se empleó un agente de floculación; se añadió 0.5 % de Magnafloc (fabricante Allied Colloids) al lecho a una velocidad de 100 ml/min. El experimento fué interrumpido a las 7 horas, en cuyo momento el análisis obtenido fué el siguiente:

Análisis

Período (horas)	1.5	3.5	5.5	7.5
Zn %	92.0	81.3	69.5	58.8
Cd %	7.8	17.3	28.0	39.0

Ejemplo 3

En cada uno de los cuatro aparatos según la Fig. 7 se cargaron 50 Kgs. de zinc finamente molido en serie y un sulfato de cadmio conteniendo una solución de sulfato de zinc se hizo atravesar al reactor en serie a una velocidad de circulación de 10.2 m<sup>3</sup>/h. Al primer reactor se añadió un agente floculador en cantidad correspondiente a la cantidad añadida en el ejemplo 2.



A la 21 horas se detuvo el experimento.  
En el primer reactor el precipitado contenía 94 % de  
cadmio y 5 % de zinc. Durante la operación el contenido  
de cadmio de la solución alimentadora fué de unos  
5 300 mg por litro y la solución contenía después  
del cuarto reactor menos de 0.1 mg de cadmio por litro.

En las figuras 1 a 6 las referencias alfabéticas  
indican:

A - Solución. B - Precipitado. C - Solución pura.  
10 D - Zinc. E - Zona de la separación de burbujas.  
F - Formación de gas.

En la figura 7:

A - Alimentación de la solución. G - Aditivo. H - Zona  
de mezclado. E - Separación de las burbujas de gas. I -  
15 Control del nivel superficial.

La invención, dentro de su esencialidad, puede  
ser llevada a la práctica en otras formas de realización  
que difieran sólo en detalle de la indicada únicamente a  
título de ejemplo, a las cuales alcanzará igualmente la  
20 protección que se recaba. Podrá, pues, realizarse este  
procedimiento y dispositivo con los medios, componentes  
y accesorios más adecuados, por quedar todo ello comprendido  
en el espíritu de las siguientes reivindicaciones.

A todos los efectos pertinentes se hace constar  
25 con la presente solicitud de patente de invención que  
se invoca la prioridad de 26 de Febrero de 1973,  
correspondiente a la patente finesa 573/73.

424003 - 20 -



N O T A

5 Se reivindica como objeto de la presente patente de invención, haciendo constar que a los efectos pertinentes se invoca el Artículo 57 del Estatuto.

10 1.- Procedimiento para separar entre sí materiales disueltos en agua, por medio de un agente de cementación, en presencia de cantidades importantes de sólo los materiales que tengan un sobrepotencial de hidrógeno (valor absoluto del sobrepotencial) mayor que la diferencia de potencia (valor absoluto de la diferencia de potencial) entre el agente de cementación y el gas de hidrógeno, siendo el agente de cementación menos inerte que el hidrógeno, c a r a c-  
15 t e r i z a d o porque una solución acuosa del material o materiales a cementar pasa a la zona de reacción por medio de un lecho que contiene el agente de cementación y los aglomerados producidos en la cementación triturados.

20 2.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque se añade un aditivo, preferiblemente un agente de floculación, a la zona de reacción, aditivo que imparte en el material a cementar partículas de superficie lisa que no se adhieren entre sí y de las  
25 cuales se separan fácilmente las burbujas de gas.

3.- Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la solución acuosa pasa hacia arriba desde debajo de un lecho relativamente denso que contiene el agente de cementación al objeto





de fluidificar el lecho y se trituran en la zona de debajo del lecho los aglomerados que caen del mismo.

5 4.- Procedimiento, según alguna de las reivindicaciones anteriores; caracterizado porque el agente de cementación se añade también continuamente a la zona de reacción, de la cual el cementado producido se retira simultáneamente.

10 5.- Procedimiento, según la reivindicación 4, caracterizado porque la solución acuosa y el sólido pasan en contra corriente por una o varias de las zonas de reacción.

15 6.- Dispositivo para aplicar el procedimiento, según la reivindicación 1, que comprende un depósito cilíndrico vertical y los medios para pasar la solución acuosa al depósito desde su fondo y sacarla de la parte superior del depósito, caracterizado porque la parte inferior del depósito es más estrecha que su parte superior al objeto de impartir al agente de cementación un movimiento tan enérgico en  
20 la parte inferior del depósito que rompa los aglomerados producidos y se impida realmente la formación de nuevos aglomerados.

25 7.- Dispositivo, según la reivindicación 6, caracterizado porque en la parte inferior más estrecha del depósito han sido previstos medios para triturar los aglomerados que hubieren caído a la parte inferior del depósito e impartir al lecho relativamente denso que contiene el agente de cementación un ligero movimiento de rotación.

424003 - 22 -



5 8.- Dispositivo, según la reivindicación 7, caracterizado porque los medios obstaculizadores de circulación unidos a la pared del depósito y el mezclador de poco alcance han sido situados en la parte inferior estrecha del depósito.

10 9.- Dispositivo, según la reivindicación 6, caracterizado porque se ha colocado un mezclador con paletas perforadas en la parte inferior estrecha del depósito para pasar la solución acuosa al depósito por medio de las paletas del mezclador.

15 10.- Dispositivo, según las reivindicaciones 6-9, caracterizado porque el depósito tiene una parte inferior que se ensancha cónicamente hacia arriba y por la cual se destina que pase la solución acuosa, una parte intermedia cilíndrica y una parte superior que se ensancha cónicamente hacia arriba para nivelar las variaciones de nivel superficial de la solución acuosa.

20 11.- Dispositivo, según la reivindicación 6, caracterizado porque el depósito es un embudo que se ensancha cónicamente hacia arriba y de los cuales hay varios uno encima de otro para que el material sólido pueda obligarse a caer lentamente hacia abajo desde un embudo al otro en contracorriente a la solución acuosa.

25 12.- Dispositivo, según la reivindicación 11, caracterizado porque existe una boya en cada embudo, potestativamente con la excepción del más bajo, para regular la salida del sólido.

30 13.- PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO CORRESPONDIENTE PARA SEPARAR ENTRE SI MATERIALES DISUELTOS EN AGUA, POR



424003 - 23 -



MEDIO DE UN AGENTE DE CEMENTACION.

Consta la presente memoria descriptiva de veintitrés hojas mecanografiadas, foliadas, numeradas y escritas por una sola cara, acompañada de tres láminas de dibujos.

Barcelona, para Madrid, a 25 de Febrero de 1974

OUTOKUMPU OY

P.A.

ar.

424003

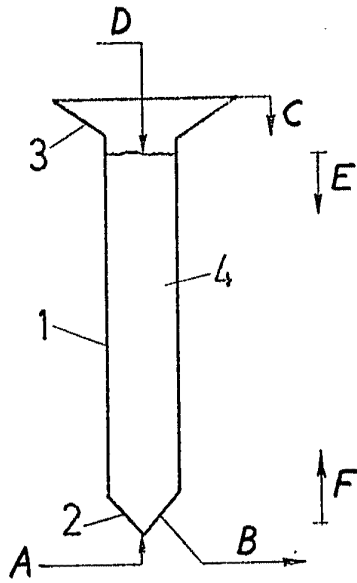


Fig. 1

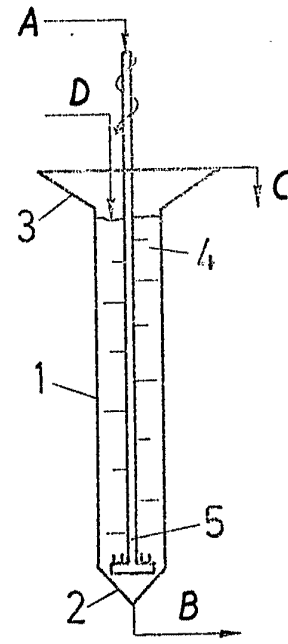


Fig. 3

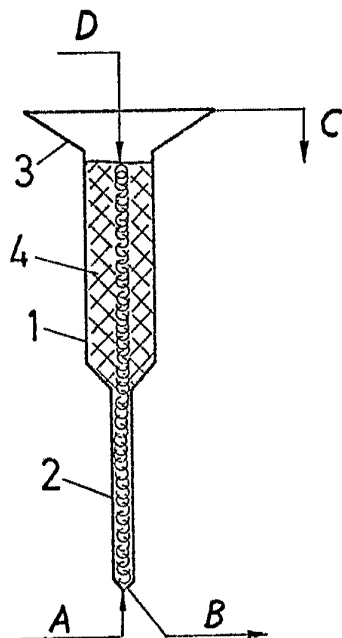


Fig. 2

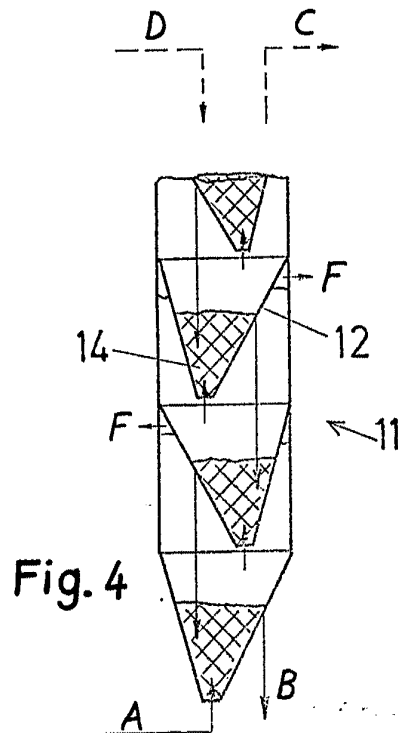


Fig. 4

Barcelona, 25 Febrero 1974

MANUEL DE RAFAEL

P. P.

*[Handwritten signature]*

424003

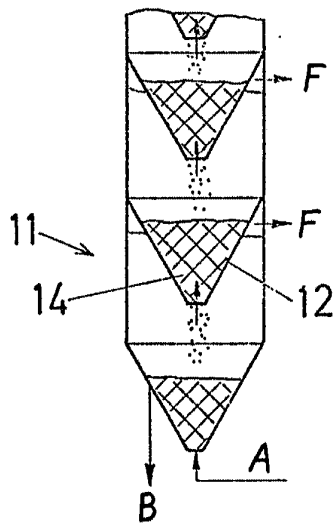


Fig. 5

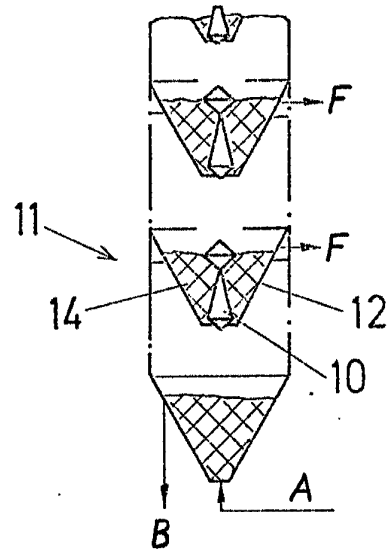


Fig. 6

Barcelona, 25 Febrero 1974  
MANUEL DE RAFAEL  
P.P. *[Signature]*

424003

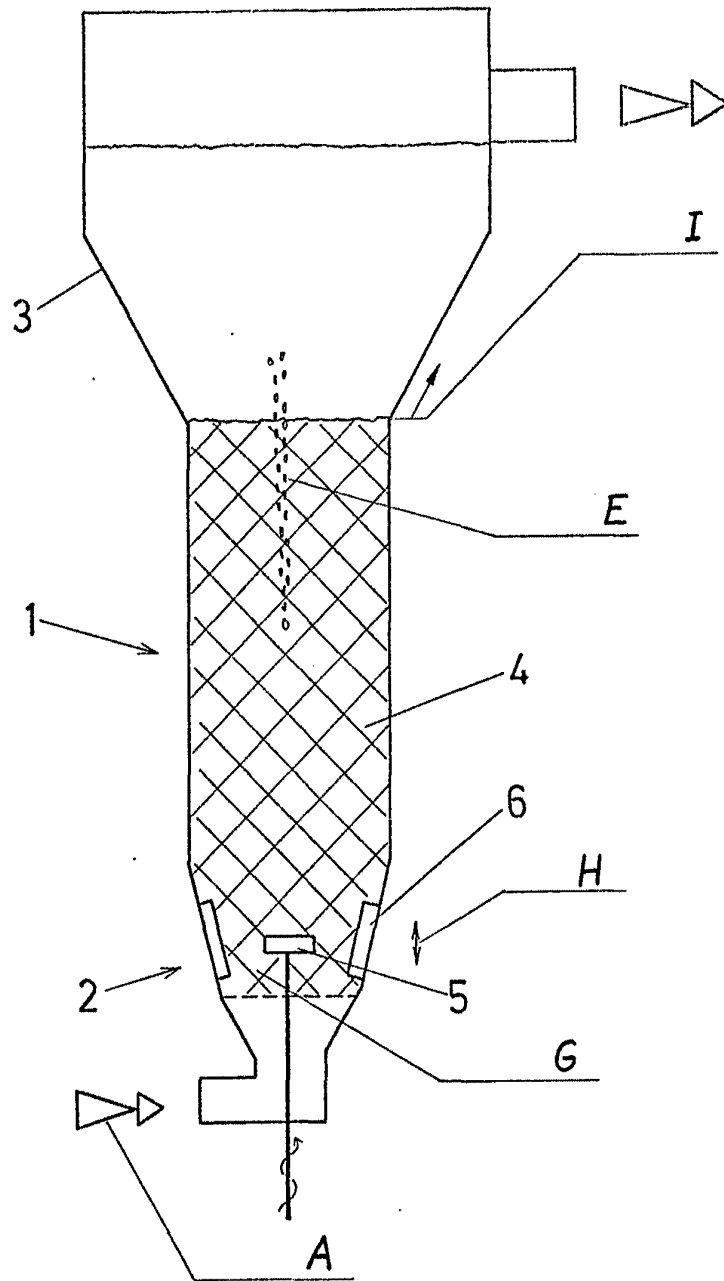


Fig. 7

Barcelona, 25-Febrero 1974

MANUEL DE RAFAEL

P. P.