

406857

160



P.- 51.907

File : P/2256.62

Int. Cl.² C22 F

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de COMPAÑIA DE ACERO DEL PACIFICO S.A.

entidad chilena

con domicilio en Casilla 167 D, Santiago, Chile y con
oficinas en 84 William Street, Nueva York,
N.Y., Estados Unidos de América.

por: " UN PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA LA CEMENTACION DE
UN METAL "

(Clase Internacional C22f)

- 1 -

10.10.72

406857

16



La presente invención se refiere en general a procedimientos de cementación, en que un metal es precipitado a partir de una disolución de una sal por un metal más electropositivo, que lo reemplaza en la disolución.

5 El metal utilizado es mencionado como el precipitante y el metal obtenido es mencionado como el precipitado. De manera más particular, la invención se refiere al uso de hierro de lingote en calidad de precipitante, bajo condiciones que dan un rendimiento tan elevado como del 99,9 %

10 del precipitado disponible, en forma de un metal cementado de pureza muy elevada.

En esencia, la presente invención implica la ce mentación de un metal tal como el cobre sobre un precipitante de un metal más electropositivo, tal como el hierro, a

15 partir de una disolución ácida de una sal, y se caracteriza por proporcionar el precipitante en forma de una mezcla, clasificada por tamaños, de partículas de elevada razón de superficie a volumen, pero de suficiente tamaño para ser autoabrasivas bajo condiciones de agitación, estando pre-

20 sente el precipitante en una cantidad de varios centenares a varios millares de veces la cantidad estequiométricamente requerida para precipitar el metal deseado en la disolución en cualquier momento dado.

La recuperación de cobre a partir de disoluciones

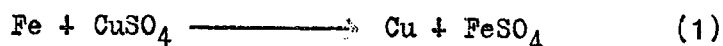
25 de lixiviación por precipitación sobre hierro ha sido cono

406857

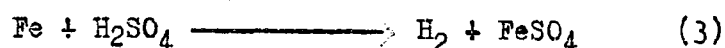
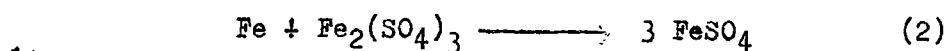
160



cida durante centenares de años. La reacción química para el sulfato de cobre es como sigue:



- 5 Sobre una base estequiométrica, esta reacción consumirá 0,88 kg de hierro por cada kilogramo de cobre producido. Sin embargo, las disoluciones son ácidas, y se consume hierro adicional como sigue:



- Se sabe que la reacción (2) procede a la misma velocidad, aproximadamente, que la reacción (1), pero que la reacción (3) es considerablemente más lenta. A causa de las reacciones (2) y (3), el consumo real de hierro durante la cementación ha estado comprendido, generalmente, en el margen de 1,5 a 2,5 kg. por kilogramo de cobre recuperado.
- 15

- Se sabe que la reacción de precipitación es de primer orden y depende principalmente de la reposición, con disolución de nueva aportación, de la disolución agotada en la película límite que rodea al hierro. Por ello, se emplean a menudo cubas de varias etapas, con un exceso estequiométrico de chatarra de hierro en forma de botes de hojalata, chatarra desestañada, torneaduras, limaduras, etc. Un procedimiento típico es cargar las cubas con una
- 20
- 25

406857

160



carga de chatarra de hierro, hacer correr la disolución de cabeza portadora de cobre a través de las cubas hasta que se agote el hierro, vaciar la cuba y sacar el precipitado de cobre. Más recientemente, se han empleado reactores en los que la disolución tiene una velocidad inicial elevada y una velocidad final baja. En tales reactores, la disolución atraviesa ascendentemente un lecho de hierro en un área apretada, hacia una zona más amplia, relativamente tranquila. Tales reactores pueden tener la forma de un cono invertido. En un caso, el hierro no forma un lecho, sino que es mantenido en un estado de suspensión dinámica por la disolución. En el último caso, la esponja de hierro es el precipitante preferido, pero el costo de este material hace que su uso sea cuestionable en muchas localidades. Además de las cubas y de las vasijas cónicas, también se conocen vasijas cilíndricas con sus ejes en el plano horizontal o ligeramente inclinados, y que están adaptadas para girar. Tales reactores mantienen en constante volteo y fricción abrasiva a la carga de hierro, lo cual se considera ventajoso.

La fuente de hierro utilizada en cualquier localidad dada es, manifiestamente, el material más barato posible. Botes de hojalata, recortes, torneaduras, clavos, chatarra masiva, etc., todos se emplean (el estaño precipitará con el cobre). La necesidad de precios baratos del

406857

16



hierro es quizás la única barrera máxima para el uso a gran escala de la cementación, así como el problema máximo para las instalaciones existentes. De manera más particular, el precio de la chatarra de hierro es sumamente inestable, y, cuando es muy alto, la cementación
5 llega a ser económicamente inatractiva. Por otra parte, la calidad de la chatarra de hierro comprada no es digna de confianza. La chatarra de fábricas está cubierta a menudo de grasa o aceite, que debe eliminarse. Las superficies pintadas son inútiles, puesto que no reaccionarán. Frecuentemente están incluidos papeles, rocas o madera, así como otros metales. Todos ellos reducirán la pureza del cobre de cementación. De manera típica, el producto puede ser Cu del 80 - 85 %. Del modo más importante,
10 las impurezas del propio hierro crean problemas por el hecho de que los hierros impuros, particularmente los hierros de elevado contenido en carbono, tienden a precipitar cobre muy adherente, que bloqueará completamente la reacción a causa de la falta de superficie disponible de hierro.
15
20 rro.

Las dimensiones y la forma física de la chatarra crean también problemas. La falta de una superficie uniforme de reacción hace que el proceso de cementación sea difícil de controlar, y puede resultar una recuperación de cobre menos que completa, lo que requiere un recirculado o
25

406857

16



un tratamiento adicional. Debe observarse en particular que, cuando la chatarra de hierro se usa hasta agotamiento, no hay control sobre las proporciones de reactivo. Además, deben proporcionarse instalaciones y personal para almacenar, trocear, limpiar y desplazar la chatarra. Las grandes piezas de chatarra reducirán, desde luego, el volumen efectivo de un reactor.

El cobre de cementación producido en un proceso convencional está generalmente en forma de un polvo fino, de un tamaño comprendido en el margen de 10 a 100 micras. En contacto con el aire, tal producto se oxidará muy rápidamente a Cu_2O , reduciendo más la pureza del producto. Desde luego, semejante producto impuro debe refinarse antes de que sea vendible, y, a causa del tamaño fino de partículas, son necesarias precauciones especiales para evitar pérdidas por espolvoreo.

Un objeto general de la presente invención es proporcionar un procedimiento mejorado de cementación.

Un objeto más de la presente invención es proporcionar un procedimiento de cementación con el que se puede recuperar tanto como un 99,9 % de los valores de metal en un producto de pureza más elevada que la de los procedimientos de la técnica anterior.

Todavía un objeto más de la presente invención es proporcionar un producto de cementación de peso especí-



fico elevado y de tamaño de partículas mayor que el de los procedimientos de la técnica anterior, con lo cual se reducen las pérdidas durante el refinado.

5 Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de cementación en que se utiliza un precipitante de bajo costo que es fácilmente asequible y de precio estable.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento de cementación que no requiere un equipo elaborado ni fabricado especialmente.

15 Otros objetos y ventajas diversos de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones de la misma, y se señalarán particularmente las nuevas características con respecto a las reivindicaciones adjuntas.

Se hará referencia más adelante a los dibujos adjuntos, en los que:

Las FIGURAS 1 a 7 son representaciones gráficas del cobre disponible precipitado frente al tiempo.

20 La FIGURA 1 ilustra el efecto de variar la cantidad de precipitante disponible.

La FIGURA 2 ilustra el efecto de variar la cantidad de precipitante con mayor agitación.

25 La FIGURA 3 ilustra el efecto de variar el contenido en cobre de la disolución de cabeza.

406857



La FIGURA 4 ilustra el efecto de variar la velocidad de rotación del reactor, es decir, el grado de agitación.

5 La FIGURA 5 es similar a la FIGURA 3, pero para diferentes condiciones de operación.

La FIGURA 6 es similar a la FIGURA 4, pero para diferentes condiciones de operación.

La FIGURA 7 ilustra el efecto de variar el caudal de la disolución de cabeza.

10 La invención se describirá con respecto a la cementación de cobre sobre hierro, pero se estimará que no está limitada a ello.

La presente invención está basada, al menos en parte, en el descubrimiento de que pueden emplearse gránulos de hierro impuro en un proceso continuo de cementación sin ser bloqueados por el cobre depositado, con tal que los parámetros físicos y cinéticos sean controlados dentro de ciertos límites. Los factores físicos de importancia son el tamaño, la forma y la superficie del precipitante, el tipo de reactor y su velocidad de funcionamiento. Los factores cinéticos son el área superficial del precipitante disponible en un momento dado, el volumen de disolución de cabeza que fluye a través del reactor por unidad de tiempo, y la concentración de cobre en la disolución. También se controlan otros factores, por ejemplo el pH y la tempe-

15
20
25

406857¹⁶



ratura, pero su papel no es tan significativo como el de los parámetros previamente indicados.

Los gránulos de hierro de lingote constituyen el precipitante preferido, estando determinada la preferencia principalmente a causa del bajo precio y de la fácil disponibilidad. Los gránulos tendrán un elevado contenido en carbono y una variedad de impurezas; sólo es necesario evitar grandes cantidades de las impurezas que pasivarán al hierro (es decir, el cromo y/o el níquel). Si los gránulos se forman pasando gotitas fundidas a través de un chorro horizontal de vapor y agua, serán de forma irregular con una superficie rugosa, como la de una pasa, que es especialmente adecuada para la invención. Sin embargo, los gránulos de hierro de lingote producidos por el método convencional de dejar caer gotas fundidas en agua desde cierta altura, con superficies lisas, son bastante satisfactorios. Se advierte que, puesto que las disoluciones son ácidas, la presencia de un óxido sobre las superficies de los gránulos no es importante. El tamaño y la distribución de tamaño de los gránulos son ambos importantes. Además de proporcionar un área superficial grande por unidad de volumen, una distribución de tamaño de partículas ayuda en la abrasión de las partículas en sistemas altamente agitados. Los técnicos anteriores han apreciado que la reacción transcurre más de prisa con partículas más pequeñas de precipitante, pero

406857¹⁶ OCT.



esto es cierto sólo hasta cierto punto. Se ha encontrado que las partículas más grandes son necesarias para proporcionar suficiente masa y las partículas más pequeñas son necesarias para proporcionar suficiente densidad, de suerte que se cree una masa autoabrasiva. A este respecto se advierte que los ensayos a escala de laboratorio pueden ser muy engañosos, en cuanto que unos pocos kilogramos de gránulos proporcionarán muy poca abrasión y puede acumularse cobre sobre las superficies, en tanto que un reactor a plena escala, con varias toneladas de gránulos, proporcionará una abrasión excelente y creará continuamente superficies nuevas de precipitación. Se tiene la sensación de que los técnicos anteriores han hecho hincapié sobre la agitación de la disolución para llevar los compuestos de cobre a través de la película limítrofe hasta la superficie de hierro, y no han prestado suficiente atención a la segunda mitad del problema, la eliminación de cobre a partir de esa superficie. Se ha determinado que una mezcla de partículas clasificadas por tamaños con 50 a 80 % de diámetro superior a 1,68 mm forma un precipitante muy satisfactorio.

Si bien se prefieren hierros de lingote a causa de su costo y disponibilidad, pueden emplearse también otros materiales: arrabio para moldería, acero perlítico, hierro colado, hierro de cubilote, etc., todos son satis-

406857 160



factorios. Sólo es necesario evitar las impurezas que pasarán al hierro o que, bajo las condiciones de reacción, contaminarán al precipitado. Un tamaño de partículas y una distribución de tamaños son realmente más importantes que la composición química.

5 Puede emplearse con la invención una variedad de reactores, pero el más simple es una vasija cilíndrica montada horizontalmente sobre muñones para la rotación a una velocidad controlada, con una entrada en un extremo y una salida en el otro. Durante la rotación, el precipitante es volteado constantemente sobre sí mismo y las partículas se erosionan. La rotación proporciona también a la disolución la agitación necesaria para dar lugar a un buen contacto de los reactivos. Tanto la abrasión como

10 la agitación se perfeccionan si la vasija está provista de elevadores, que son salientes sobre la pared interior, paralelos a este eje. Elevadores radiales sobre la pared terminal de salida facilitan la descarga de la disolución agotada, del precipitado y del precipitante sin reaccionar.

15 El último puede separarse mecánicamente. Por razones que resultarán evidentes más adelante, se prefieren vasijas relativamente más cortas, de diámetro mayor, a cilindros más alargados, más estrechos. El montaje de la vasija puede ser horizontal, pero de manera más general, es ligeramente

20

25

406857



la salida.

Si bien se desean generalmente velocidades elevadas de producción, y la agitación y la abrasión son necesarias para ello, es posible emplear la invención en una cuba o en otro reactor estático. No obstante, para evitar que el cobre forme un depósito adherente, el valor del índice definido más adelante debe elevarse muy substancialmente, hasta, como mínimo, alrededor de 10 ó superior. En otras palabras, o la cantidad de precipitante debe ser mayor, o bien la concentración o el flujo de la disolución de cabeza debe reducirse. Con disoluciones muy diluídas y una fábrica que esté equipada con cubas, por ejemplo, sería conveniente llevar a cabo la invención de esta forma.

La concentración de la disolución de cabeza es generalmente un factor dado y no puede variarse económicamente. Las disoluciones pueden ser muy diluídas, con 1 gramo por litro o menos de cobre, o pueden tener hasta 30 gpl de Cu. Los factores que pueden variarse son la velocidad de alimentación de la disolución, la cantidad total de precipitante presente y, hasta una extensión limitada, la velocidad de rotación de la vasija. Naturalmente, se desea suministrar la disolución tan rápidamente como sea posible en tanto que aún se hace una recuperación completa de los valores de cobre.



Los técnicos anteriores han pensado uniformemen-
te que debe haber presente un exceso estequiométrico de cha-
tarra de hierro para obtener buenos resultados. No obstan-
te, añadir tan sólo unos pocos kilogramos de hierro por ca-
5 da kilogramo de cobre a ser recuperado es ineficaz y puede
dar como resultado un recubrimiento coherente, bloqueante,
de cobre que pare la reacción. Se cree que los resultados
extraordinarios de la presente invención se infieren de:
(1) proporcionar el precipitante en una forma que tiene
10 una razón relativamente elevada de superficie a volumen, y
(2) proporcionar una cantidad de precipitante mantenida
continuamente desde varios centenares a varios millares
de veces la cantidad estequiométrica requerida, en cualquier
momento dado, para agotar completamente la disolución pre-
15 sente. Se cree que el constante contacto abrasivo del hie-
rro y del cobre es responsable de la elevada calidad del
cobre de cementación producido y de su densidad y tamaño
de partículas apetecibles. De manera sorprendente, el con-
sumo de hierro por kilogramo de cobre es bajo, de 1,1 -
20 1,2 kilogramos aproximadamente en condiciones óptimas.

Para calcular la carga requerida de precipitan-
te de acuerdo con la invención, es útil la expresión si-
guiente:

$$I = \frac{P}{c \cdot Q} \quad (4)$$

406857

16



en donde

P = peso de precipitante, en kilogramos

c = concentración de cobre, en gramos por litro

\bar{V} = volumen de disolución de cabeza, en litros

5 por minuto

I = índice de reacción

Se apreciará que en esta expresión no se tienen en cuenta muchos factores: tamaño del precipitante, pH, condiciones de agitación, etc. Sin embargo, para una operación estable con el tipo de precipitante descrito y con el preferido contacto abrasivo de las partículas y las otras condiciones nominales de funcionamiento, se ha determinado que un índice comprendido en el margen de 1 - 10 es muy bueno, con un margen de 1 - 2,5 preferido. Como se indicó anteriormente, debe utilizarse un índice más elevado en un sistema estático. La magnitud del exceso estequiométrico de precipitante requerido por la invención es fácil de calcular. Supongamos una disolución de cabeza de 10 gpl de Cu, un volumen de 1000 lpm y un índice de 2. La resolución de la ecuación (4) para cargas de precipitante da un resultado de 20.000 kilogramos. Por lo tanto, la cantidad de precipitante presente es aproximadamente 2.300 veces la cantidad teóricamente requerida para agotar la disolución presente en un momento dado. Al llevarse a cabo la invención, es deseable mantener el índice tan constante como

10
15
20
25

406857



sea posible, lo que significa que en el ejemplo anterior se añadirían al reactor, cada minuto, 11-13 kilogramos de precipitante de nueva aportación.

5 En resumen, la invención se lleva a cabo preferentemente utilizando gránulos de hierro de lingote de elevada razón de superficie a volumen, pero de tamaño y distribución de tamaños suficientes para ser autoabrasivos, en un reactor que fomenta tal abrasión, siendo la cantidad de precipitante presente de varios centenares a varios milla-
10 res de veces la cantidad estequiométricamente requerida en cualquier momento dado. Bajo estas condiciones, se produce un precipitado con un contenido en cobre firmemente mayor. La recuperación de cobre ha alcanzado el 99,9 %. Empleándose el mismo equipo utilizado previamente para la cementación
15 sobre chatarra de hierro, la productividad se ha incrementado de 300 a 400 %. Se mejoran el tamaño de granos y la densidad del cobre. Se eliminan substancialmente el equipo y los obreros requeridos para trocear, trasladar y almacenar la chatarra, puesto que los gránulos están adaptados para
20 la manipulación con un equipo automático. Y, como se indicó anteriormente, el consumo de hierro es sorprendentemente bajo.

25 Al llevarse a cabo la invención, la disolución de cabeza cargada por la entrada de un reactor queda casi inmediatamente desprovista de su contenido en cobre, y la diso-

406857 16 00



lución agotada, que invierte tiempo en alcanzar la salida, tiende a disolver hierro a causa de su acidez (ecuación 3). Por esta razón, se prefieren reactores relativamente más cortos, de diámetro mayor.

5 La comprensión de la invención se facilitará adicionalmente por referencia a los siguientes ejemplos específicos de la misma, pero ha de tenerse en cuenta que éstos se exponen sólo a efectos ilustrativos y no han de interpretarse en un sentido limitativo.

10

EJEMPLOS

En los ensayos descritos a continuación, se emplearon como precipitante dos tipos de hierro de lingote granulado. El primero, tipo A, tenía una superficie lisa y una forma generalmente elipsoidal. La distribución de tamaños era como sigue:

<u>Diámetro, en mm.</u>	<u>Porcentaje</u>
>1,68	88,8
1,68 - 0,25	3,0
<0,25	8,2

20

La composición química era como sigue:

C total	4,3 %
combinado	0,6
grafítico	3,7

25

406857¹⁶

	Mn	0,72
	P	0,14
	S	0,052
	Si	0,65
5	Fe total	80,

O₂ combinado e impurezas menores el resto

Las otras impurezas detectadas incluían Ca, Mg y otros.

El segundo precipitante, tipo B, tenía una forma y una característica superficial similares a las de las pasas, y la distribución de tamaños era como sigue:

	<u>Diámetro, en mm.</u>	<u>Porcentaje</u>
	> 1,68	78,6
	1,68 - 0,25	19,9
15	< 0,25	1,5

La composición química era como sigue:

	C total	3,85 %
	C combinado	3,68
	C grafitico	0,17
20	Mn	0,06
	P	0,28
	Si	0,62
	S	0,07
	Fe total	83,3
25	O ₂ combinado e impurezas	el resto

10.10.72

4068571600



Las impurezas incluían 0,4 % de V, 0,1 % de Ti, Ca, etc.
En este hierro, alrededor de la mitad del carbono combina-
do era cementita. Es de interés el indicar que grandes pi-
las de este precipitante han estado expuestas durante pe-
5 ríodos de hasta un año junto a la orilla del mar. Si bien
adquirieron un recubrimiento fino de óxido, éste se disol-
vió en pocos segundos en el reactor. Y lo que es más impor-
tante, las pilas no mostraron ninguna tendencia significa-
tiva a soldarse o a hacerse compactas, y se manipulaban fá-
10 cilmente.

Los ensayos iniciales se llevaron a cabo en una
vasija cilíndrica de 250 mm. de largo, con un diámetro de
290 mm. La entrada era un orificio circular, axial, en un
extremo, de 12,5 mm. de diámetro. La salida comprendía 36
15 agujeros en tres anillos, en el extremo opuesto, siendo el
anillo exterior de 12,5 mm. de diámetro. La vasija estaba
ligeramente inclinada hacia la salida, y tenía un volumen
útil de 2,74 litros.

La vasija estaba montada para rotación a veloci-
20 dades de hasta 35 revoluciones por minuto (en los ensayos
a escala de laboratorio, las velocidades más elevadas que
las disponibles en reactores de dimensiones industriales,
tienden a igualar la carga más ligera de precipitante).
Se proporcionó una bomba para suministrar la disolución
25 con caudales de hasta 0,37 lpm. La Tabla I resume los re-

406857¹⁶

sultados de los ensayos iniciales.

TABLA I

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F(3)</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>I</u>	
5	Indice	0,48	0,95	0,50	1,07	1,43	1,43	1,26	1,91	5,94
	Tipo de hierro de lin- gote granula do	A	A	B	B	A	A	B	B	B
10	Recupe ración de co- bre, %	-(1)	-(1)	-(2) 29,6	97,7	88,6	97,6	99,6	99,8	95,9
15	Conte- nido en cobre del pre- cipita- do (%)	-(1)	-(1)	81,4	82,6	82,4	81,3	89,4	82,8	79,1
	Rendi- miento (kg de preci- pitan- te/kg de Cu)	-(1)	-(1)	-	1,14	1,15	1,21	1,15	1,10	1,37
20	Duración del en- sayo (min.)	60	120	411	330	270	375	1020	330	450
	1.- No se obtuvo cobre. El cobre se adhirió firme- mente al precipitante y bloqueó la reacción.									
	2.- Solamente se recuperó la pequeña proporción									
25	de cobre indicada. El resto recubrió firmemente al precipi-									

406857



tante y bloqueó la reacción. Este ensayo se hizo a 18 rpm. Los ensayos A y B se hicieron a 1 rpm. solamente.

3.- Este ensayo tiene el mismo índice que el ensayo E, pero se efectuó a 6 rpm. en tanto que el E se efectuó a 1 rpm.

Se llegó a la conclusión a partir de estos ensayos de que, para uno y otro de estos precipitantes, el valor del índice debe ser como mínimo 1; a valores inferiores, el cobre pasiva al precipitante y bloquea la reacción. El índice puede ser tan elevado como 10, pero económicamente el margen preferido es de 1 a aproximadamente 2,5.

La FIGURA 1 muestra que la recuperación de cobre varió directamente cuando la carga de precipitante se elevó desde 1 hasta 4 kilogramos, pero no sobrepasó del 90 %. Elevando la velocidad e incrementando el precipitante a tanto como 20 kilogramos, se lograron recuperaciones superiores a 96,5 y tan elevadas como del 99,5 %, según se indica en la FIGURA 2. Con una carga de precipitante de 25 kilogramos, fué posible mantener recuperaciones excelentes a un caudal elevado y a concentraciones de cobre más elevadas, como se muestra en la FIGURA 3. El efecto de la velocidad de agitación se pone de manifiesto en la FIGURA 4, pero, como se indicó anteriormente, en la utilización comercial es satisfactoria una velocidad baja (1 - 3 rpm), a causa de que la gran masa de precipitante disponible in-



crementa su potencia abrasiva. Se comprobó que el precipitante B, con su superficie de textura rugosa, era más eficaz que el tipo A, tal como se muestra en la FIGURA 5, en donde se emplearon una agitación lenta, un caudal elevado y disoluciones concentradas. Sin embargo, ésta se mejoró significativamente elevando la velocidad desde 1 hasta 6 rpm, como se indica en la FIGURA 6. Para la velocidad más lenta, se obtuvieron buenos resultados con caudales más bajos, como se muestra en la FIGURA 7.

10 Durante estos ensayos se investigaron también otros parámetros. Se utilizaron disoluciones de cabeza industriales, así como disoluciones de laboratorio. El pH se varió desde 1,5 hasta 3, y las temperaturas iniciales se variaron entre 10° y 80° C. Se comprobó que los efectos
15 de estos cambios no eran diferentes en la presente invención de los que se esperaría que fuesen en la cementación convencional.

Luego se llevaron a cabo ensayos a escala piloto, empleándose el precipitante de Tipo B y una vasija de 3,4
20 metros de largo y 1,15 metros de diámetro. Durante varias semanas de ensayo, se hizo funcionar una vasija de control con chatarra de hierro siguiendo la técnica convencional y empleándose las mismas disoluciones de cabeza. La vasija que se hizo funcionar de acuerdo con la invención produjo
25 una cantidad de cobre 3,5 veces superior a la de control.

406857



Además, el contenido en cobre del producto de cementación fué más elevado, y el consumo de hierro fué más bajo. Los resultados de estos esfuerzos se resumen en la Tabla II, a continuación.

5

TABLA II

	<u>I - I</u>	<u>I - 2</u>	<u>I - 3</u>	
Dimensiones de la vasija (diámetro x longitud) (m)	1,15 x 3,40	1,15 x 3,40	1,15 x 3,40	
100 Salida	periférica	periférica	central	
Indice (2)	3,5 a 0,8	1,3 a 2,1	1,5 a 1,9	
Contenido en cobre del cobre precipitado (%)	85 a 65	86 a 88	87 a 90	
15 Recuperación(%)	99,0 a 3,0	99,5	99,6	
Rendimiento (kg de precipitante/kg de Cu)	1,46 a 0,0	1,41	1,35	
ENSAYO	<u>1 - 4</u>	<u>1 - 5</u>	<u>1 - 6</u>	<u>1 - 7</u>
20 Dimensiones de la vasija (diámetro x longitud) (m)	1,15 x 3,40	1,15x3,40	1,15x3,40	2,20x2,20
Salida	Central	Central	Central	Central
Indice (2)	3,0 - 3,3	1,1 - 1,3	2,6-3,0	1,3-1,5
25 Contenido en cobre del cobre precipitado (%)	84-86	89-93	84-86	86-89

406857



ENSAYO	<u>1 - 4</u>	<u>1 - 5</u>	<u>1 - 6</u>	<u>1 - 7</u>
Recuperación(%)	99,7	99,7	99,7	99,5
Rendimiento (kg de precipitan- te/kg de Cu)	1,50	1,30	1,39	1,12

5 (1) En el ensayo I - I, el operador incrementó el caudal hasta un punto en donde el índice descendió por debajo de 1, y el cobre bloqueó inmediatamente la reacción. (2) En estos ensayos se añadió el precipitante en varios inter-
valos para determinar variaciones del índice. Se prefiere,
10 desde luego, añadirlo continuamente o cada pocos minutos.

Empleándose disoluciones idénticas en dos precipitadores cilíndricos substancialmente idénticos, según descritos en los ensayos I - 3 a I - 6, con una salida central, se precipitó cobre utilizándose chatarra ligera
15 de hierro en una vasija, y hierro de lingote granulado del tipo B en la otra. La chatarra ligera se consideró especialmente adecuada para la cementación de cobre. Ambos pre-
cipitadores se hicieron girar a 3 rpm.

La máxima producción obtenida con chatarra fué
20 de 1.000 litros por hora de una disolución de cabeza de sulfato de cobre que contenía 25 gpl de cobre. Con este volumen se recuperó de 95 a 97 % de cobre: el cobre precipitado contenía entre 66 y 75 % de cobre, y se consumió un promedio de 1,3 kg de precipitante por kilogramo de cobre
25 producido.

10.10.72

- 23 -

406857.16



La comparación con la eficacia obtenida con esta invención es de especial interés. Manteniendo el índice entre 1,05 y 1,20, fué posible tratar firmemente 3.500 litros por hora de la misma disolución de cabeza descrita
5 anteriormente. A pesar de este incremento del 350 % en productividad, el cobre precipitado contenía entre 85 y 88 % de cobre, la recuperación fué firmemente superior al 99 % (recuperación máxima medida: 99,85 %) y el rendimiento medio fué de 1,26 kilogramos de precipitante consumido por
10 kilogramo de cobre producido.

Cambios diversos en los detalles, pasos, materiales y disposiciones de partes, que han sido descritos e ilustrados aquí para explicar la naturaleza de la invención, pueden ser hechos por aquellos especializados en la técnica dentro del principio y del alcance de la invención, según se definen en las reivindicaciones adjuntas.
15

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 27 de Octubre de 1.971, con el número 192.939, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.
20

406857

16



N O T A

5 Los puntos de invención propia y nueva que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa-
tente de Invención, en España, por VEINTE años, son los
siguientes:

10 1º.- Un procedimiento mejorado para la cementa-
ción de un metal deseado por precipitación a partir de
una disolución ácida de una sal del mismo sobre un preci-
pitante más electropositivo, caracterizado porque la me-
jora consiste en proporcionar dicho precipitante en forma
de una mezcla, clasificada por tamaños, de partículas de
15 elevada razón de superficie a volumen, pero de suficiente
tamaño para ser autoabrasivas bajo condiciones de agita-
ción, siendo la razón de precipitante a metal deseado en
cualquier momento dado de varios centenares a varios milla-
res de veces la cantidad estequiométrica requerida para
20 precipitar dicho metal deseado.

 2º.- El procedimiento de la reivindicación 1,
y caracterizado además por ser el hierro dicho precipitan-
te y por ser el cobre dicho metal deseado.

25 3º.- El procedimiento de la reivindicación 1,
y caracterizado además por ser hierro de lingote, arrabio

10.10.72

- 25 -

406857



de fundería, hierro colado o acero perlítico dicho precipitante, y por ser el cobre dicho metal deseado.

5 4º.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por ser dichas partículas de diámetro superior a 1,68 mm. en una proporción de 50 a 80 por ciento como mínimo.

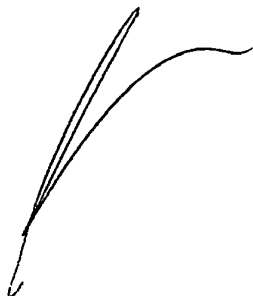
5º.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por voltearse continuamente dichas partículas unas sobre otras.

10 6º.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por mantenerse continuamente dicha proporción por adición de dicho precipitante con dicha disolución.

15 7º.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por ser dicha disolución una disolución de una sal de cobre que tiene un pH comprendido en el margen de 1,5 a 3 aproximadamente.

20 8º.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por no ser significativa la abrasión de dichas partículas, pero por ser dicha razón de precipitante a metal deseado lo suficientemente elevada como para impedir que se forme un recubrimiento metálico adherente sobre dicho precipitante.
25

10.10.72



406857

16



99.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por una operación continua que incluye cargar una vasija de reactor giratoria con gránulos de hierro de lingote, de un tamaño substancialmente superior a 1,68 mm. de diámetro, en calidad de precipitante, alimentar continuamente con dicha disolución de una sal a dicho reactor, y separar de allí la disolución agotada y el cobre precipitado mientras que se hace girar dicho reactor para voltear dicho hierro sobre sí mismo; y por mantenerse la razón de precipitante de hierro a cobre en disolución dentro de dicho reactor por adición substancialmente continua de precipitante de nueva aportación a dicho reactor.

109.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por estar comprendido entre 1 y 10 el índice que define la razón entre el precipitante en kilogramos y el metal deseado en gramos, en cualquier momento dado.

112.- Un procedimiento mejorado para la cementación de un metal.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

10.10.72

406857-16



Esta Memoria consta de veintiocho hojas escritas
a máquina por una sola cara.

Madrid,

16 OCT. 1972

P. A.

Alberto
Por Rogar

.. 1o. 1o. 72
MTR/.



LEYENDAS DE LOS DIBUJOS

En todas las gráficas de las figuras 1 - 7 en ordenadas se representa el tanto por ciento de precipitación y en abscisas se representa el tiempo en horas.

A continuación se detallan las magnitudes que corresponden a las cantidades representadas en cada figura:

FIGURA 1

10

La cantidad expresada por P son gramos del agente precipitante.

10 se refiere a la concentración de cobre en gramos por litro; 1 se refiere a la velocidad de agitación en rpm; y 0,2 se refiere al caudal en litros/minuto.

15

FIGURA 2

P conserva el mismo significado que en la figura 1, y análogamente las cifras 10, 18 y 0,20 se refieren respectivamente a la concentración, velocidad, y caudal en las unidades descritas para la figura 1.

20

FIGURA 3

La cantidad expresada por c es la concentración de cobre en gramos/litro.

25



A-25.000 se refiere a los gramos de precipitante de tipo A; 18 se refiere a la velocidad en rpm. y 0,37 se refiere al caudal en litro/minuto.

5

FIGURA 4

La cantidad representada por V se refiere a la velocidad en rpm.

A-4000 se refiere a los gramos de precipitante de tipo A; 10 se refiere a la concentración de cobre en gramos/litro y 0,20 se refiere al caudal en litros/minuto.

10

FIGURAS 5 y 6

En la 5 c representa concentración de cobre en gramos/litro, y en la figura 6, V representa la velocidad en rpm. En ambas figuras las cantidades que figuran en el interior de la gráfica se refieren respectivamente a: los gramos del precipitante del tipo B, la velocidad expresada en rpm. y el caudal en litros/minutos.

15

20

FIGURA 7

\emptyset representa el volumen de disolución en cabeza en litros por minuto, las cantidades restantes representan respectivamente los gramos de precipitante de tipo B la concentración de cobre en gramos/litro y la velocidad en rpm.

25

15-1907

406857

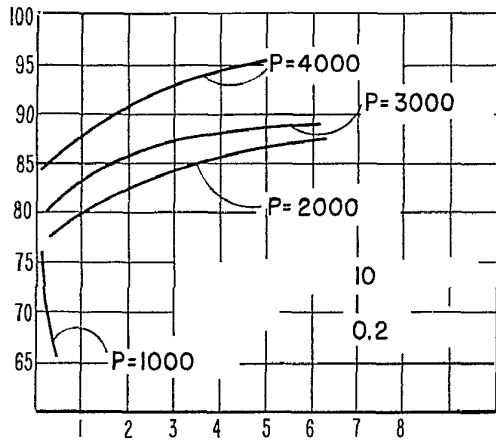


FIG. 1

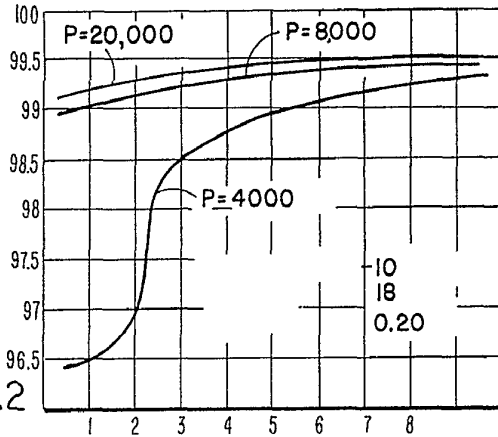


FIG. 2

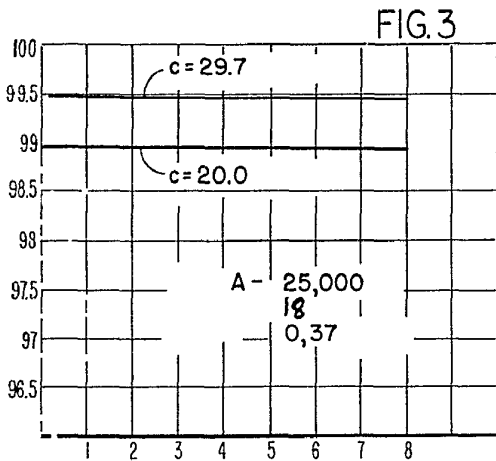


FIG. 3

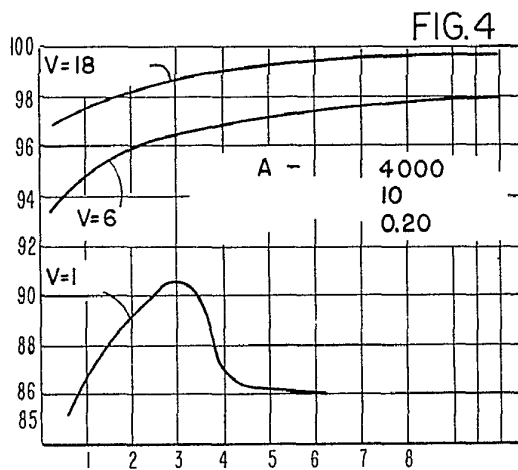
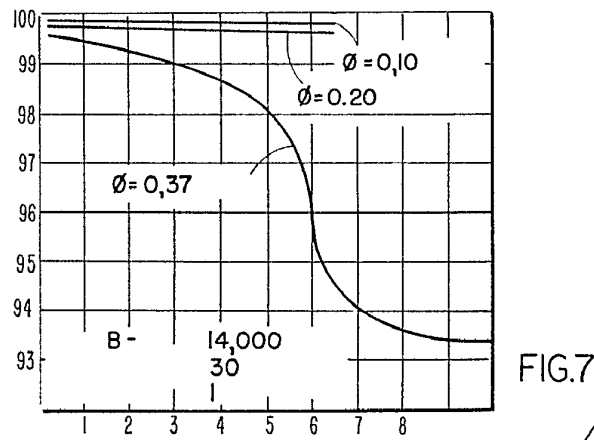
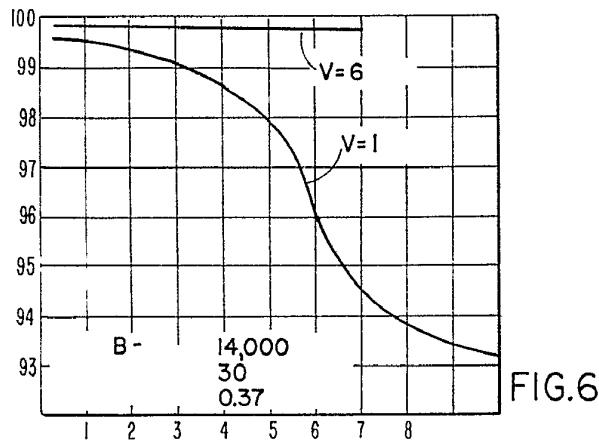
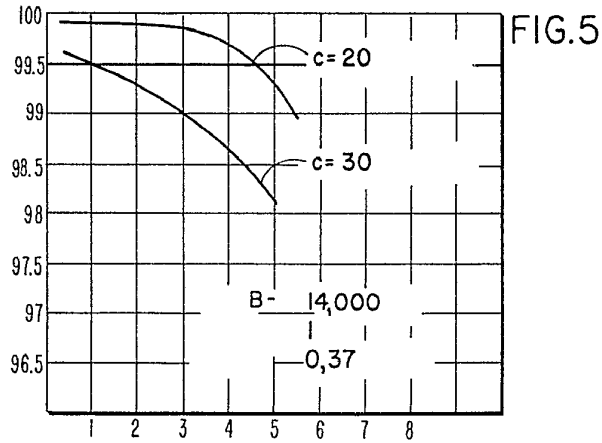


FIG. 4

Handwritten signature or initials at the bottom right of the page.

400857

15207



Handwritten signature or mark.