

348232:13 D.C.



Kennecott Copper Corporation
Case: K-0253-KCC

Spain

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: KENNECOTT COPPER CORPORATION.
Domicilio: 161 East 42nd Street, Nueva York, EE. UU.
Enunciado: "UN METODO DE CEMENTACION PARA RECUPERAR COBRE METALICO A PARTIR DE SOLUCIONES QUE CONTIENEN COBRE".
Prioridad: de la solicitud de patente estadounidense nº 619.049 del 27 de Febrero 1.967.

- - - -

Este invento se relaciona con un procedimiento de cementación para recuperar el cobre metálico a partir de soluciones que contienen cobre.

El hidrógeno gaseoso se retiene en estrecha asociación con un precipitante de hierro metálico, en ausencia de oxígeno, durante la cementación del cobre a partir de un líquido impregnante, mientras que la solución se encuentra en condiciones de turbulencia, a fin de realizar economías significativas en el consumo del hierro. Se prefiere que el gas esté constituido por un gas innato de la reacción de cementación o por un gas naciente semejante. El gas se retiene en la superficie de reacción del



hierro, estableciéndose así en dicha superficie una presión parcial de 1,2 atmósferas, por lo menos. Esto se logra manteniéndose una carga hidrostática adecuada de solución [siete pies (2,133 metros) o más] en un recipiente de reacción abierto, o manteniéndose una presión adecuada en un recipiente de reacción cerrado. Se prefiere llevar a cabo la reacción de cementación, en su totalidad, en dicho recipiente de reacción, pero se realizan grandes economías en el consumo del hierro cuando la reacción se lleva a cabo, en parte, en dicho recipiente de reacción, y luego se completa la reacción en una artesa corriente de precipitación.

Si bien la precipitación, es decir, la cementación del cobre metálico sobre el hierro metálico a partir de soluciones que contienen cobre, especialmente aquellas soluciones que se obtienen lixiviando las escombreras de las minas de cobre con una solución ligeramente ácida, es un procedimiento ya bien conocido y se practica profusamente desde hace mucho años, hasta donde saben los solicitantes, nunca se había reconocido el hecho de que la presencia del hidrógeno gaseoso en las superficies de reacción del precipitante de hierro metálico durante la reacción de cementación, en ausencia de oxígeno, diera por resultado la disminución en el consumo del hierro metálico. En realidad, siempre se había hecho lo posible por



deshacerse del hidrógeno gaseoso que se desprende lo más rápidamente posible, y nunca se trató de excluir el oxígeno de la zona de reacción.

Este invento tiene en mira mejorar el bien conocido
5 método de precipitar cobre de soluciones de lixiviación ligeramente ácidas, mediante cementación sobre el hierro metálico.

El objeto principal de este invento es disminuir
significativamente la cantidad de hierro metálico que se
10 necesita para precipitar de una solución una cantidad determinada de cobre.

La economía que se realiza al recuperarse el cobre de, por ejemplo, las escombreras de las minas de cobre, mediante cementación sobre hierro metálico, a partir de
15 las soluciones utilizadas en la lixiviación de las escombreras, depende, más que todo, de la disponibilidad y el costo de la chatarra o hierro viejo, o de cualquier otra forma utilizable de un precipitante de hierro metálico. Cualquier disminución significativa que se obtiene en la
20 cantidad de hierro que se necesita para alcanzar dicho fin, se traduce, normalmente, en un factor sumamente provechoso en lo que se refiere a la parte económica del procedimiento.

Según este invento, se logra alcanzar una disminu-
25 ción significativa en la cantidad de hierro metálico que



se consume durante las reacciones de cementación corrientes que se desarrollan en condiciones de turbulencia de la solución, reteniendo el hidrógeno gaseoso en íntima asociación con el precipitante de hierro metálico, mientras
5 se efectúan las reacciones, a la vez que se excluye el oxígeno. Además, según los principios del invento, esto se logra en forma más fácil y ventajosa evitando que el hidrógeno gaseoso naciente que se desprende, se escape
10 como resultado de las reacciones de precipitación o cementación, al menos durante la primera etapa de la reacción de cementación.

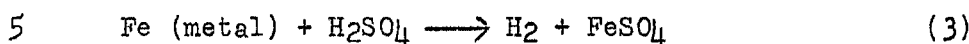
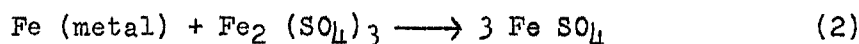
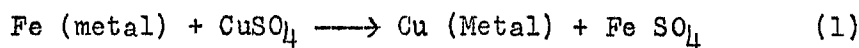
Según los principios de este invento, se proporciona un procedimiento de cementación destinado a recuperar cobre metálico a partir de soluciones que contienen cobre,
15 que consiste en establecer un contacto íntimo entre dicha solución y el hierro metálico, en condiciones de turbulencia, a fin de provocar una reacción de cementación; y aplicar hidrógeno gaseoso en el sitio de reacción mientras se desarrolla la reacción de cementación, con el fin de
20 disminuir significativamente el consumo del hierro que de otro modo ocurriría.

Se percibe que tienen lugar las siguientes reacciones durante la precipitación o cementación del cobre a partir de una solución de lixiviación de sulfato de hierro,
25 ligeramente ácida, empleada en la lixiviación de las es-

13 DIC.



combreras de las minas, que contienen minerales de sulfuro de cobre:



De acuerdo con la forma en que tradicionalmente se emplea el procedimiento, el hidrógeno que se desprende se dicipa, por lo general, muy rápidamente; además, se obtienen muy pocas ventajas, si es que se obtiene alguna
10 ventaja, del hidrógeno que se general in situ. En realidad, la reacción que produce hidrógeno se considera, por lo común, como una etapa inconveniente del procedimiento, en la que se consume una gran cantidad de hierro.

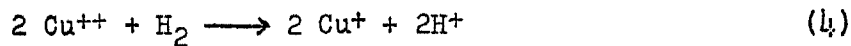
El método del presente invento se lleva a la práctica de modo conveniente aplicando presión a la zona de
15 reacción turbulenta, en grado adecuado para retener en dicha zona el hidrógeno gaseoso que se desprende durante el curso de la reacción. Dicha presión se aplica cómodamente ya sea manteniendo una presión adecuada dentro de un
20 recipiente de reacción cerrado o manteniendo una carga hidrostática adecuada de solución por encima de la zona de reacción.

Hemos descubierto que, al retenerse una presión parcial en la zona de reacción de por lo menos 1,2 atmósfe-
25 ras, se realizan grandes economías en el consumo del

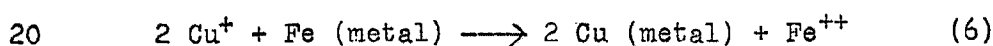


5 hierro. Si se hace descender mucho la presión, la cantidad de hierro que se economiza disminuye rápidamente. Por otro lado, al aumentarse cuantiosamente la presión, no se obtiene la correspondiente disminución en el consumo del hierro y por consiguiente este arbitrio resulta sumamente dispendioso, pues, termodinámicamente hablando, la cinética de la reacción se dobla no más cuando la presión se aumenta a un nivel de cien atmósferas.

10 Creemos que la explicación de los resultados que se alcanzan mediante nuestro método estriba en el desarrollo de otras dos reacciones, las que tienen lugar además de las reacciones ya enumeradas. Por consiguiente, al retenerse el hidrógeno gaseoso bajo presión en la zona de reacción durante el curso de la reacción, pareciera que tienen
 15 lugar las siguientes reacciones finales:



Por lo tanto, la reacción de precipitación o cementación del cobre pasa a ser:

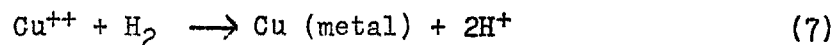


Así, pues, el ión de hidrógeno reduce el cobre cúprico a cobre cuproso y el coeficiente teórico de hierro que se necesita para la precipitación o cementación disminuye de como 0,88 a 0,44 de libra (0,339 a 0,199 kg.)
 25 de hierro por cada libra (0,453 kg.) de cobre que se precipita.



Se mantienen condiciones de reducción en la zona de
reacción, y, en realidad, en todo el interior del reci-
piente de reacción, lo que favorece la reducción del cobre
de un ión cúprico a un ión cuproso, y lo que, a su vez,
5 favorece la reacción correspondiente a la ecuación (6).
Más aun, se evita la oxidación del hierro ferroso a hierro
férico y del cobre cuproso a cobre cúprico, de modo que
se necesita una cantidad menor de hierro metálico para
efectuar las reacciones de precipitación o cementación
10 representadas por las ecuaciones anteriores (1), (2), y
(3).

Otra reacción que resulta eficaz para disminuir el
coeficiente de hierro consiste en reducir el cobre cúpri-
co a cobre metálico, utilizando hidrógeno gaseoso, Así,
15 pues,



Una presión de una atmósfera corresponde a 14,70
libras por pulgada cuadrada (1,033 kg/cm²), o a 29,92
pulgadas de mercurio (1,033 kg/cm²), o a 33,93 pies de
20 agua (1,033 kg/cm²) a una temperatura de 59° F. (15° C.).
Así, pues, un recipiente de reacción sin presionar, abier-
to por encima, en el que se inyecta por el fondo una solu-
ción bajo presión, proporciona las mismas ventajas que se
obtienen mediante este invento cuando se utiliza una car-
25 ga hidrostática de la solución que se somete a tratamien-



to, siempre que la carga de solución sea una carga adecuada. En vista de que la presión que se ejerce sobre la superficie de la masa de solución en un recipiente de esta clase es de una atmósfera, se necesita una carga hidrostática de solución de 7 pies (2,133 metros) a fin de obtener y mantener una presión de 1,2 atmósferas en el sitio de la reacción de cementación en una zona de reacción de como 1 pie (0,609 m.) de profundidad.

Hemos obtenido resultados bastante buenos al ponerse en práctica el invento en recipientes de precipitación, abiertos por encima, de 8 a 24 pies (2,438 a 7,315 metros) de profundidad, en los cuales se carga la solución bajo presión a fin de crear turbulencia en la zona de reacción en la parte inferior del recipiente, con el fin de mantener las superficies del precipitante de hierro metálico exentas de cobre de cementación y burbujas de hidrógeno gaseoso, entendiéndose que la presión hidrostática que ejerce la solución colocada por encima de la zona de reacción, produce la presión que se necesita en el sitio de reacción de cementación y para retener el hidrógeno sobre dicho sitio de reacción durante la reacción. Pueden utilizarse recipientes más profundos, pero una profundidad mayor produce muy pocas ventajas.

Con un recipiente de 8 pies (2,38 metros) de profundidad, debe emplearse una presión de inyección de solu-



13 DIC.

ción de no menos de como 15 libras por pulgada cuadrada
(1,054 kg/cm²). Mayores profundidades exigen presiones
de inyección más altas. Debe tenerse buen cuidado de no
inyectar aire junto con la solución, y con este fin en mi-
5 ra, todas las bombas deben ser, hasta donde sea posible,
estancas al aire y no debe ocurrir aspiración de aire en
el sitio en que penetra la solución, como ocurre cuando
el nivel de la fuente de suministro de la cual se bombea
la solución desciende más allá de un nivel de seguridad
10 determinado.

Las cubetas de precipitación corrientes, las que
comúnmente tienen una profundidad de 4 pies (1,210 metros),
no resultan adecuadas para poner en práctica el invento,
a menos que se trate de una cubeta de esta clase cerrada
15 y bajo presión. Esto, desde luego, no resulta práctico
en la mayoría de los casos. Sin embargo, no existen li-
mitaciones con respecto del tamaño y la forma del reci-
piente de reacción, siempre que se mantenga la presión
necesaria en el sitio de cementación y se elimine el
20 oxígeno.

La solución despojada en parte del contenido de co-
bre y "acondicionada" por la reacción de cementación que
se lleva a cabo de acuerdo con los principios de este
invento, puede despojarse por completo del contenido de
25 cobre en una artesa o lavadero corriente, llevándose a



cabo dicho procedimiento utilizando una cantidad más pequeña de hierro en la artesa o en el recipiente, en que se realiza el despojamiento parcial, aunque generalmente resulta más ventajoso completar el despojamiento en el primer recipiente.

Se ha descubierto que ya sea debido a las singulares características de reacción del hidrógeno gaseoso naciente, que es inato de la reacción de precipitación o cementación, o al contacto íntimo que se establece entre dicho hidrógeno y la superficie reaccionante del precipitado de hierro, se obtiene un marcado mejoramiento en la eficacia del procedimiento. Así, pues, ensayos llevados a cabo utilizando el hidrógeno gaseoso procedente de fuentes comerciales y que se inyecta en la zona de reacción, no producen resultados ni siquiera parecidos en lo que se refiere a la economía en el consumo de hierro, a los que se obtienen en ensayos semejantes en que sólo se utiliza hidrógeno gaseoso naciente, es decir, el hidrógeno gaseoso inato de la reacción.

Estos experimentos demuestran también que la cantidad de hidrógeno gaseoso que se genera natural y normalmente al efectuarse la reacción, es adecuada para los fines del invento. La inyección de otras cantidades de gas no aumenta en forma significativa la economía en el consumo del hierro.



113. D. 1937

Las ventajas que ofrece el invento las demuestran los resultados que se obtienen al llevarse a cabo numerosos ensayos comparativos, en condiciones reales de funcionamiento. Así, pues, al utilizarse un recipiente de precipitación de 20 pies (6,096 metros) de profundidad y chatarra de hierro, con una zona de reacción de como 3 pies (0,914 de metro) de profundidad en el fondo del recipiente, las numerosas reacciones realizadas de acuerdo con los principios del invento produjeron recuperaciones de cobre que varían entre el 84 y el 96 por ciento, un promedio del 90 por ciento, con un coeficiente medio de hierro soluble de 1,51 libras (0,684 kg) de hierro por cada libra (0,453 kg) de cobre precipitado. Esto está en contraste con la cantidad de cobre que se recupera utilizando la misma carga de solución y la misma clase de precipitante de hierro metálico en una artesa de cementación corriente, en la que la solución que constituye la carga, fluye por gravedad en contacto con el precipitante en una artesa de 4 pies x 480 pies (1,219 x 146,304 metros) y 4 pies (1,219 metros) de profundidad, siendo el promedio del coeficiente de hierro soluble de 2,37 libras (1,075 kgs) de hierro por cada libra (0,453 kg) de cobre que se precipita.

En un recipiente de 24 pies (7,315 metros) de profundidad, utilizándose en este caso una carga de una so-



lución diferente y una clase diferente de chatarra de
hierro metálico, en una zona de reacción de como 4 pies
(1,219 metros) de profundidad, se obtuvo un coeficiente
de hierro soluble de 1,18 libras (0,535 kg) de hierro por
5 cada libra (0,453 kg) de cobre que se precipita. Al po-
nerse en práctica la cementación en una artesa o lavador
corriente, utilizando una carga de la misma solución y la
misma clase de precipitante metálico, el coeficiente de
hierro ascendía a 1,56 libras (0,707 kg) de hierro por
10 cada libra (0,453 kg) de cobre que se precipita.

En un recipiente experimental de 8 pies (2,438 me-
tros) de profundidad, utilizándose un precipitante de
hierro pulverizado y una zona de reacción de como 1 pie
(0,304 m.) de profundidad, se recupera el 99 por ciento
15 de cobre contenido en la solución de la carga, con un
coeficiente de hierro soluble de 1,35 libras (0,612 kg)
de hierro por cada libra (0,453 kg) de cobre que se pre-
cipita. Se obtienen virtualmente los mismos resultados
en un recipiente semejante, comercial, de la clase
20 corriente de 20 pies (6,096 m.) de profundidad, utilizan-
do una carga de la misma solución y la misma clase de
precipitante de hierro pulverizado. Estos resultados
están en contraste con el 90 por ciento de cobre que se
recupera con un coeficiente de hierro soluble de 2,25
25 libras (1,020 kgs) por cada libra (0,453 kg) de cobre



13 D

que se precipita en una artesa de cementación corriente.

En una instalación en serie, en la que la solución que contiene cobre se despoja en parte únicamente del contenido de cobre según los principios de este invento en un
5 recipiente de precipitación de 24 pies (7,31 metros) de profundidad, y la solución resultante, despojada en parte del contenido de cobre pero "acondicionada" por el hidrógeno que pasa a través de la artesa de cementación corriente con el fin de quitar más cobre de la solución, se recupera del recipiente un 46,4 por ciento del cobre que se
10 encuentra en la carga de la solución, con un coeficiente de hierro soluble de 1,52 libras (0,689 kg), al par que se recupera en la artesa un 38,6 por ciento más del cobre que se encuentra en la solución inicial de la carga, con un
15 coeficiente de hierro soluble de 1,34 libras (0,607 kg). Cuando se emplea la artesa solamente, con la misma carga de solución, de acuerdo con las prácticas corrientes, se recupera 90 por ciento del cobre, con un coeficiente de
hierro soluble de 1,56 libras (0,707 kg).

20 A fin de demostrar los efectos ventajosos que se obtienen de acuerdo con los principios de este invento, se llevan a cabo una serie de ensayos utilizando dos artesas en serie. La primera artesa mide 4 pies x 35 pies (1,219 x 10,668 metros) y 4 pies (1,219 metros) de pro-
25 fundidad; la segunda artesa mide 4 pies x 400 pies (1,219



x 121,920 metros) y 4 pies (1,219 metros) de profundidad. Al llevarse a cabo los ensayos, se inyecta una solución que contiene cobre a una presión que varía entre 60 y 125 libras por pulgada cuadrada (4,218 y 8,787 kg/cm²) a través de una masa de un precipitante de chatarra de hierro que se encuentra en la primera artesa; la solución despojada en parte del cobre se pasa luego a través de una masa de chatarra de hierro que se encuentra en la segunda artesa. En lo que se refiere a la primera artesa se recupera un 90,6 por ciento del cobre que se encuentra en la carga de solución, con un coeficiente de hierro de 1,96 libras (0,889 kg); en la segunda artesa se recupera de la solución que constituye la carga inicial un 6,1 por ciento más de cobre, con un coeficiente de hierro soluble de 11,22 libras (5,089 kgs). La recuperación total de cobre fué de 96,7 por ciento, con un coeficiente de hierro soluble de 2,47 libras (1,120 kgs). En las artesas de cementación corrientes, utilizándose una carga de la misma solución y la misma clase de precipitante de chatarra de hierro, se recupera un 91,5 % de cobre, con un coeficiente de hierro soluble de 2,25 libras (1,02 kgs).

Esta última serie de experimentos demuestra que cuando la profundidad de la solución es del orden de 4 pies (1,219 metros), resulta enteramente ineficaz cuando se trata de obtener los resultados de este invento.



Si bien se han descrito aquí los métodos determina-
dos de lo que ahora se cree representa la mejor forma de
poner en práctica el invento, debe entenderse que pueden
efectuarse diversos cambios y que pueden adoptarse otros
5 métodos sin apartarse de los fines del invento, según se
definen en las reivindicaciones que siguen.

En resumen, la Patente de Invención que se solici-
ta, recaerá sobre las siguientes:

10 _____
-
-
-
15 -
-
-
-
20 -
-
-
-
25 - _____



N O T A

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan a continuación para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España. por VEINTE años, son los siguientes:

- 5
1. Un método de cementación para recuperar cobre metálico a partir de soluciones que contienen cobre, caracterizado por ponerse dicha solución y dicho hierro metálico en íntimo contacto una con otro, bajo condiciones de turbulencia, a fin de provocar una reacción de cementación; y por retenerse el hidrógeno gaseoso en el sitio en que tiene lugar la reacción durante la reacción de cementación, a fin de disminuir substancialmente el consumo de hierro que de otro modo tendría lugar.
- 10
2. Un método de cementación, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el hidrógeno gaseoso posee la naturaleza de un gas naciente.
- 15
3. Un método de cementación, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por el hecho de que el hidrógeno gaseoso se retiene en el sitio de reacción mediante la aplicación de una presión parcial de 1,2 atmósferas, por lo menos, en dicho sitio de reacción, durante la reacción de cementación.
- 20
4. Un método de cementación, según la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que la presión se
- 25



13 DIC

aplica mediante la carga hidrostática producida por la solución, carga que se ejerce sobre el sitio de reacción.

5 5. Un método de cementación, según la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que la presión se aplica circundando el sitio en que tiene lugar la reacción y manteniendo dicho sitio de reacción a una presión predeterminada

10 6. Un método de cementación, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la solución que contiene cobre se despoja, en parte únicamente, del contenido de cobre mediante la cementación que tiene lugar en el sitio de reacción; y por el hecho de que dicha solución, despojada en parte del cobre, se despoja aun más haciéndola pasar a través
15 de una artesa de cementación.

7. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "UN METODO DE CEMENTACION PARA RECUPERAR COBRE METALICO A PARTIR DE SOLUCIONES QUE CONTIENEN COBRE"

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de diecisiete páginas mecanografiadas.

Madrid, 13 Diciembre 1.967

BERNARDO UNGRIA

p.p.

25