

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 727**

21 Número de solicitud: 201830646

51 Int. Cl.:

C22B 3/46 (2006.01)

C22B 3/02 (2006.01)

B01D 21/28 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

28.06.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.01.2020

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

08.05.2019

Fecha de concesión:

04.07.2022

45 Fecha de publicación de la concesión:

11.07.2022

73 Titular/es:

COBRE LAS CRUCES, S.A.U. (100.0%)
Carretera SE-3410 Km 4,100
41860 GERENA (Sevilla) ES

72 Inventor/es:

FRÍAS GÓMEZ, Carlos;
BLANCO AVILÉS, Jorge Antonio y
MORENO BERMEJO, Natalia

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

54 Título: **Aparato cementador de metales y procedimiento de cementación en continuo mediante el mismo**

57 Resumen:

Aparato cementador de metales y procedimiento de cementación en continuo mediante el mismo.

La presente invención recoge, por un lado, un aparato cementador (1) de metales, formado por un depósito (2) con fase líquida formada por disolución (3) de metal noble y, fase sólida formada por metal cementante o menos noble en contacto con la disolución (3), donde una de dichas fases presenta movimiento a velocidad elevada respecto a la otra, y la diferencia de velocidades permite el cementado del metal noble sobre la fase sólida, y desprendimiento y separación simultáneos del mismo y, comprende medios de generación del movimiento de al menos la fase con la velocidad elevada y medios de retirada del metal noble precipitado. Por otro lado, la invención describe un procedimiento de cementación en continuo formado por el paso de flujo continuo de solución en depósito (2); reacción de fase sólida con fase líquida, donde una de dichas fases presenta movimiento a velocidad elevada respecto a la otra, produciéndose fijación del metal noble y simultáneo desprendimiento del mismo; retirada del metal noble precipitado.

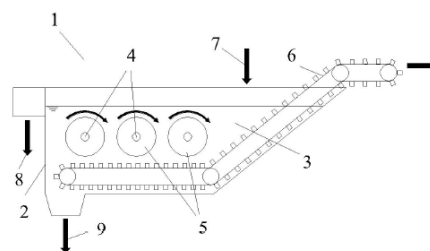


Fig. 1.1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 736 727 B2

DESCRIPCIÓN

Aparato cementador de metales y procedimiento de cementación en continuo mediante el mismo

5

Campo técnico de la invención

La presente invención corresponde al campo técnico de las plantas metalúrgicas, en concreto a los aparatos cementadores utilizados en las mismas y el procedimiento de cementado utilizado, estando dichos aparatos cementadores formados por un depósito o tanque en cuyo interior presenta una disolución de un metal noble y, por unos medios de cementación del mismo formados por un metal cementante o metal menos noble que el anterior puesto en contacto con la disolución. El metal cementante puede presentar diferentes tamaños y formas, según el objetivo que se persiga en el proceso de cementación.

15

Antecedentes de la Invención

En la actualidad los aparatos cementadores, están formados por tanques o depósitos en los que se contiene una disolución de un metal noble, siendo el objetivo la reducción química de dicho metal noble, mediante la utilización de otro metal menos noble que entra en contacto con la disolución.

20

Los procesos de cementación o reducción química de metales en las industrias metalúrgicas se centran en dos objetivos de forma general. El primero de ellos es la eliminación de impurezas de un electrolito previo a la electrodeposición y el segundo, la recuperación de metales de valor.

25

En el caso de la cementación para la eliminación de impurezas, puede mencionarse el caso de impurezas tales como Cu, Cd, Ni, Co, etc., que tienen un efecto muy negativo en el proceso de electrodeposición de zinc porque contaminan el zinc catódico o provocan pérdidas de eficiencia de corriente, etc.

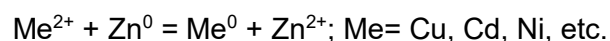
30

Por tanto, esas impurezas deben eliminarse del electrolito de zinc cargado que, una vez purificado, se alimenta a las celdas de electrolisis para producir cátodos de zinc de alta calidad. El proceso convencional para eliminar tales impurezas consiste en adicionar polvo

35

de zinc metálico (Zn^0) en un tanque agitado donde se pone en estrecho contacto el polvo de zinc con el electrolito y se cementan dichas impurezas, según la siguiente reacción de cementación o reducción química, separándose posteriormente el cemento producido mediante filtración.

5



Como ejemplo del estado de la técnica puede mencionarse el documento de referencia ES0404917 donde se describe un método de eliminación de Cu, Cd, Co y otras impurezas de electrolitos de zinc en tanques agitados mediante adición de polvo de zinc junto con otros aditivos específicos.

Además, existen otras alternativas a la cementación con polvo de zinc en tanques agitados, mediante diversos aparatos o dispositivos. Como ejemplo del estado de la técnica puede mencionarse los documentos de referencia ES0432769, ES8607417, ES0424841 y ES8203107.

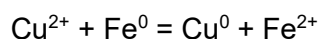
El documento ES0432769, propone un procedimiento con su correspondiente instalación para la depuración de soluciones acuosas de sales metálicas, especialmente soluciones de sulfato de zinc, de cobre y de cadmio, utilizando un modelo de cementador con partículas o gránulos de zinc metálico en un lecho fluidizado de forma cilíndrica.

El documento ES8607417, define un procedimiento y aparato para eliminar Cu, Cd, Tl, Ni, Co, As, Sb de electrolitos de zinc, utilizando un modelo de cementador con partículas de zinc metálico en un lecho fluidizado de forma tronco-cónica, asegurando una concentración entre 200 y 400 g/l de partículas de zinc en suspensión.

El documento ES0424841, expone un aparato perfeccionado para purificar de manera continua electrolitos de zinc empleando un modelo de cementador con partículas de zinc metálico en un lecho fluidizado con varias cámaras superpuestas en vertical, unas cónicas y otras tronco-cónicas, y con un agitador transversal tipo jaula para mejorar el contacto entre las partículas de zinc metálico y el electrolito.

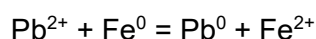
El documento ES8203107, define un procedimiento para eliminar impurezas metálicas de un electrolito de zinc mediante cementación en un reactor vibratorio y separación subsiguiente del sólido cementado y de la solución purificada en una centrifuga.

Por otro lado, en lo que respecta a la cementación con el fin de recuperar metales, es ampliamente conocida la técnica de recuperar el cobre en forma de cobre metal (Cu^0) cementado a partir de aguas ácidas de mina o disoluciones cargadas de cobre que se ponen en contacto con algún fragmento de hierro metálico (Fe^0), según la siguiente reacción de cementación o reducción química:



Diversas técnicas se han empleado industrialmente para cementar el cobre con fragmentos o trozos de hierro o de chatarra de hierro depositados en canales, tambores giratorios o tanques con vibración, por donde se hace circular la disolución cargada de cobre.

La técnica de cementación se puede aplicar también a la recuperación de otros metales básicos como es el plomo, según la siguiente reacción de cementación o reducción química:



Como ejemplo del estado de la técnica pueden mencionarse los documentos ES0373524 y ES8302110.

Así pues, el documento ES0373524, define un procedimiento para aportar el hierro en forma de gránulos de tamaño variable; además, la chatarra de hierro puede llevar otros metales de valor que se recuperan junto con el cemento de cobre.

El documento ES8302110 propone un procedimiento hidrometalúrgico para tratar compuestos oxidados de plomo y recuperar este metal mediante cementación con hierro metálico en forma de polvo.

En general, los aparatos y procedimientos empleados por la industria metalúrgica para cementar metales según los dos objetivos aquí analizados, presentan ciertas deficiencias, como son que independientemente de que se empleen fragmentos, gránulos o polvo del metal menos noble, a medida que el metal más noble se va depositando (cementando) sobre la superficie del metal menos noble, dicha superficie queda recubierta por el metal cementado y se va reduciendo paulatinamente, y la cinética de la reacción química de reducción o cementación se ralentiza.

Por otro lado, como consecuencia de que la partícula de metal cementante se va recubriendo de metal cementado a medida que progresa la reacción de cementación, queda normalmente un núcleo del metal menos noble sin reaccionar que contamina al metal más noble cementado.

5

Con el objetivo de solucionar dicho inconveniente, una opción propuesta es la de emplear algunos aparatos y procedimientos basados en la vibración para despegar el metal más noble que se deposita sobre la superficie del menos noble, etc. Esta vibración mejora en cierta forma la operación de cementación, si bien, no se logra que la superficie del metal menos noble quede libre en su totalidad, originándose núcleos del metal menos noble que quedan atrapados sin reaccionar dentro de las partículas cementadas del metal más noble.

Otra posible solución es la de utilizar un gran exceso del metal menos noble, añadiendo por ejemplo dicho metal en forma de polvo, lo que origina una elevada superficie de contacto. En cualquier caso, el empleo en exceso del metal cementante supone, por un lado, un sobre costo, y por otro lado, un inconveniente porque la porción del metal cementante que no reacciona queda adherida al metal cementado y lo contamina.

Además, estos procesos de cementación existentes, suelen ser discontinuos o trabajan por lotes; es decir, una vez agotada la cantidad añadida del metal menos noble es necesario parar el equipo y vaciarlo para extraer el cemento producido que contiene al metal más noble.

Todos estos inconvenientes generan una reducción de la productividad y unos mayores costes operativos.

Descripción de la invención

El aparato cementador de metales, que aquí se presenta está formado por un depósito o tanque en cuyo interior presenta una fase líquida formada por una disolución de un metal noble y, una fase sólida formada por un metal cementante o metal menos noble que el anterior, puesto en contacto con la disolución.

En este aparato cementador, una de dichas fases presenta un movimiento a una velocidad elevada en relación a la otra fase, siendo la diferencia de velocidades tal que permite el

cementado del metal noble sobre la fase sólida y el desprendimiento y separación simultáneos del mismo.

Además, el aparato cementador comprende unos medios de generación del movimiento de al menos la fase que presenta la velocidad elevada y unos medios de retirada del metal noble precipitado, desde el fondo del tanque hacia el exterior del mismo.

Los medios de generación del movimiento pueden generar el movimiento en la fase líquida, en la fase sólida o en las dos fases, pero siempre una de las fases presenta una mayor velocidad de movimiento, tal que se cumple la condición citada de generar el cementado del metal noble y su simultáneo desprendimiento y separación.

Según una realización preferente, los medios de generación del movimiento comprenden al menos un eje que incluye al menos un disco formado por metal cementante, sujeto al mismo, donde el al menos un eje está unido a al menos un accionamiento que lo hace girar, de manera que la fase sólida presenta un movimiento elevado en relación a la fase líquida y donde el al menos un disco asociado al eje está sumergido completamente en la disolución durante todo el proceso.

En este caso y según una realización preferente, el al menos un eje comprende una pluralidad de discos asociados al mismo y dispuestos a lo largo de al menos una zona del mismo.

Así mismo, de acuerdo con una realización preferente, el al menos un eje está situado en el interior del depósito, en una posición horizontal, siendo la altura del mismo dentro del depósito tal que el al menos un disco está sumergido en la disolución.

En este mismo caso y según una realización preferida, el al menos un eje está dispuesto en una posición vertical o inclinada, a una altura sobre el depósito tal que el al menos un disco está sumergido en la disolución.

De acuerdo con otra realización preferente, los medios de generación del movimiento comprenden al menos un agitador o turbina, de manera que la fase líquida presenta un movimiento elevado en relación a la fase sólida, y donde el metal cementante está dispuesto alrededor del agitador o turbina, tal que la superficie cementante presenta forma de armadura o jaula.

En este caso y según una realización preferida, el al menos un agitador o turbina y el metal cementante dispuesto alrededor del mismo están situados en el interior del depósito completamente sumergidos en la disolución.

5 En cualquiera de los casos anteriores y según una realización preferente, los medios de generación del movimiento disponen de una regulación de la velocidad de rotación, para obtener un desprendimiento del metal noble cementado mediante el efecto combinado de la fuerza centrífuga y del rozamiento con la disolución.

10 Gracias a este desprendimiento del metal cementado de forma simultánea a su cementación sobre el metal menos noble, la superficie disponible para el proceso de cementación permanece constante y es máxima, con lo que se obtiene una eficiencia y una cinética optimizadas.

15 Así pues, al disponer de manera constante de la máxima superficie de cementación no se requiere adicionar un exceso de metal cementante, obteniéndose un metal cementado de mayor pureza, y con un mínimo contenido del metal cementante.

De acuerdo con otro aspecto, en una realización preferente, los medios de retirada de metal noble precipitado son unos medios de retirada en continuo.

En este caso y en una realización preferida, dichos medios de retirada están formados por una cinta transportadora, por un transportador sinfín helicoidal, por un tubo succionador o por unos medios de bombeo del metal cementado.

25 Según otra realización preferente, los medios de retirada del metal noble precipitado son unos medios de retirada en discontinuo.

En el caso en que los medios de generación de movimiento comprenden al menos un eje con al menos un disco de metal cementante, y según una realización preferente, el al menos un disco presenta forma poligonal o forma curva ya sea circular o distinta de esta.

30 Así mismo y de acuerdo con una realización preferida, el al menos un disco está dispuesto perpendicularmente al eje correspondiente.

35

En el caso en que los medios de generación de movimiento comprenden un agitador o turbina, y el metal cementante está dispuesto alrededor del mismo y, según una realización preferente, la superficie cementante está formada por placas o por barras o varillas de forma redonda o poligonal.

5

Así mismo, en otra realización preferente, la superficie cementante está formada por una malla expandida.

En esta memoria se propone a su vez, un procedimiento cementador en continuo mediante un aparato cementador de metales como el descrito previamente.

10

Dicho procedimiento consiste en hacer pasar un flujo continuo de solución a través de un depósito, donde dicho depósito posee una entrada de solución cargada de un metal noble a través de un conducto de entrada y una salida de solución descargada de dicho metal noble a través de un conducto de salida del mismo.

15

Así mismo, en dicho procedimiento se hace reaccionar una fase sólida formada por un metal cementante con una fase líquida formada por la solución cargada de metal noble, dentro del depósito, donde una de dichas fases presenta un movimiento a una velocidad elevada en relación a la otra, produciéndose la fijación de dicho metal noble sobre el metal cementante, así como el simultáneo desprendimiento del mismo debido al rozamiento entre el metal cementante y la solución, que provoca el desprendimiento del metal noble del mismo y la precipitación por gravedad del metal noble hacia el fondo del depósito.

20

Este procedimiento presenta además la retirada del metal noble precipitado por gravedad, hacia el exterior del depósito (2), mediante la utilización de medios de retirada del mismo.

25

Según una realización preferente, la fase sólida presenta una velocidad elevada respecto a la fase líquida y el metal cementante está dispuesto en forma de discos asociados a un eje de giro.

30

En este caso y en una realización preferente, se dispone de múltiples ejes de giro con discos de metal cementante asociados a los mismos.

Según otra realización preferida, la fase líquida presenta una velocidad elevada y el metal cementante está dispuesto alrededor de un agitador o turbina.

35

En cualquiera de los casos anteriores, los medios de generación del movimiento presentan una velocidad de rotación ajustable para obtener un desprendimiento inmediato del metal noble de los mismos respecto del metal cementante.

5 De acuerdo con una realización preferente, la superficie de metal cementante disponible para reaccionar con el metal noble de la disolución se mantiene constante durante todo el proceso, siendo dicha superficie disponible igual a la máxima superficie susceptible de producir dicha reacción por el desprendimiento del metal noble adherido a la misma y su precipitación hacia el fondo, maximizándose de esa forma la cinética del proceso de
10 cementación.

En este caso y en una realización preferente, al ser constante la superficie de metal cementante disponible, es innecesaria la adición de un exceso de metal cementante.

15 Con el aparato cementador de metales y el procedimiento cementador que aquí se propone se obtiene una mejora significativa del estado de la técnica.

Esto es así pues se consigue un modo de cementado de materiales nobles con el que no es necesaria la adición de exceso de metal cementante, ya que los medios de generación de
20 movimiento de al menos una de las fases, siendo la velocidad de una de ellas elevada en relación a la otra, favorece que el material noble se desprenda de la superficie cementante sin necesidad de emplear rascadores mecánicos, garantizándose que la superficie disponible para cementar es siempre constante y es la máxima posible, optimizando así la cinética del proceso. De esta forma, no se tiene ningún sobrecoste, y el cemento producido
25 del metal más noble es de una elevada pureza, con una contaminación mínima.

La velocidad aportada por los medios de generación de movimiento es ajustable para que el metal más noble una vez cementado se desprenda de inmediato de la superficie giratoria del metal menos noble mediante la fuerza centrífuga y el rozamiento entre la fase sólida y la
30 fase líquida. De esta forma se garantiza que la superficie total del metal menos noble está siempre libre para reaccionar con el metal más noble, y en consecuencia, la cinética de la reacción de reducción no se ralentiza y se mantiene constantemente una eficiencia de cementación máxima.

35 Este aparato de cementación puede funcionar de manera continua gracias a que el cemento de metal noble que se produce y que sedimenta, está en forma de polvo o esponja, y se

recoge sobre una cinta u otro medio situado en el fondo del tanque y lo saca al exterior de manera continua.

5 Es por tanto un aparato cementador sencillo, que consigue reducir los costes y aumentar la producción, siendo práctico y eficaz, mientras que de igual modo, el procedimiento cementador resulta práctico y fácil de llevar a cabo, y es muy eficaz, pues consigue un metal noble de mayor calidad, reduciendo los costes operativos.

Breve descripción de los dibujos

10

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se aporta como parte integrante de dicha descripción, una serie de dibujos donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

15

Las Figuras 1.1 y 1.2.- Muestran una vista esquemática de la sección de un aparato cementador de metales y una vista en perspectiva de los discos, para un primer modo de realización preferente de la invención.

20

La Figura 2.- Muestra una vista esquemática de la sección de un aparato cementador de metales para un segundo modo de realización preferente de la invención.

25

Las Figuras 3.1 y 3.2.- Muestran una vista esquemática de la sección de un aparato cementador de metales y una vista en perspectiva sobre el funcionamiento dinámico de dicho cementador, para un tercer modo de realización preferente de la invención.

30

La Figura 4.- Muestra una vista en perspectiva del metal cementante en forma de placas, de un aparato cementador de metales, para un tercer modo de realización preferente de la invención.

La Figura 5.- Muestra una vista en perspectiva del metal cementante en forma de varillas, de un aparato cementador de metales, para un cuarto modo de realización preferente de la invención.

La Figura 6.- Muestra una vista en perspectiva del metal cementante en forma de malla expandida, de un aparato cementador de metales, para un quinto modo de realización preferente de la invención.

5 **Descripción detallada de un modo de realización preferente de la invención**

A la vista de las figuras aportadas, puede observarse cómo el aparato cementador (1) de metales que aquí se propone, está formado por un depósito (2) o tanque en cuyo interior presenta una fase líquida formada por una disolución (3) de un metal noble y, una fase
10 sólida formada por un metal cementante o metal menos noble que el anterior, puesto en contacto con la disolución (3).

En este aparato cementador, una de dichas fases presenta un movimiento a una velocidad elevada en relación a la otra fase, siendo la diferencia de velocidades tal que permite el
15 cementado del metal noble sobre la fase sólida y el desprendimiento y separación simultáneos del mismo y, comprende unos medios de generación del movimiento de al menos la fase que presenta la velocidad elevada.

Dicho aparato cementador (1) comprende, además, unos medios de retirada del metal noble
20 precipitado, desde el fondo del tanque hacia el exterior del mismo.

En un primer modo de realización preferente de la invención, los medios de generación del movimiento comprenden al menos un eje (4) que incluye al menos un disco (5) formado por metal cementante, sujeto al mismo, donde el al menos un eje (4) está unido a al menos un
25 accionamiento que lo hace girar, de manera que la fase sólida presenta un movimiento elevado en relación a la fase líquida y donde el al menos un disco (5) asociado al eje (4) está sumergido completamente en la disolución (3) durante todo el proceso.

Como se muestra en la Figura 1.1, en este primer modo de realización preferente de la
30 invención, los medios de generación del movimiento están formados por tres ejes (4) unidos cada uno de ellos a un accionamiento respectivamente que los hace girar. Cada uno de estos ejes (4) presenta una pluralidad de discos (5) asociados al mismo y dispuestos a lo largo del eje (4), tal y como puede observarse en la Figura 1.2.

35 En este primer modo de realización preferente de la invención, el material noble que pretende obtenerse y que se encuentra disuelto en la disolución (3) es el plomo, mientras

que los discos (5) están formados por aluminio, que constituye el material cementante en este proceso.

5 Como se muestra en dicha Figura 1.1, los tres ejes (4) están dispuestos en el interior del depósito (2), en una posición horizontal y a una altura del mismo tal que todos los discos (5) unidos a cada uno de los ejes (4) están sumergidos en la disolución (3).

10 En este primer modo de realización preferente de la invención, los medios de generación del movimiento formados por los tres ejes (4) de giro disponen de una regulación de su velocidad de rotación, para obtener un desprendimiento del metal noble cementado mediante el efecto combinado de la fuerza centrífuga y del rozamiento con la disolución.

15 En este primer modo de realización preferente de la invención, como se muestra en la Figura 1.1, los medios de retirada de metal noble precipitado son unos medios de retirada en continuo, que en este caso están formados por una cinta transportadora (6).

Como se muestra en las Figuras 1.1 y 1.2, los discos (5) presentan forma circular y están dispuestos perpendicularmente al eje (4) al que están sujetos.

20 Así pues, el metal noble disuelto en la disolución (3), va reaccionando con el metal menos noble que conforma los discos (5) y el movimiento de giro de los mismos genera la precipitación del metal noble cementado en el fondo del depósito (2), de manera que la cinta transportadora (6) lo extrae del depósito (2) de forma continua. La cementación de metal noble es continua, dado que se asegura una constante superficie de interacción de los
25 discos (5) con la disolución (3). Por tanto, debe existir un conducto de entrada (7) de solución cargada, para reponer los niveles de concentración de metal noble en la disolución (3), y un conducto de salida (8) de solución agotada.

30 El aparato cementador presenta también un drenaje (9) en el fondo del depósito (2).

35 Se aportan datos de un ejemplo concreto de este primer modo de realización preferente de la invención, en el que el metal menos noble es un disco (5) de aluminio metálico con un diámetro de 80 mm y que está sujeto a un eje (4) de giro perpendicular que pasa por el centro del disco. El espesor del disco (5) de aluminio es de 20 mm. El metal más noble es plomo, que se encuentra disuelto en una disolución a 85 °C y pH 2, y que tiene la siguiente composición:

Pb (g/l)	Al (g/l)	Na (g/l)	Cl (g/l)
15,0	6,8	92,0	142,0

En un vaso de vidrio de cinco litros y un diámetro de 160 mm, lleno con dos litros de la disolución (3) anterior, se introduce el disco (5) de aluminio hasta estar completamente cubierto de líquido y se hace girar a diferentes revoluciones. De manera inmediata comienza la reacción de cementación del plomo sobre el disco (5) de aluminio, formando un cemento de plomo de aspecto de polvo esponjoso.

El cemento de plomo se desprende de la superficie del disco (5) de aluminio en función de la velocidad de giro, de manera que en este modo de realización, la cinética del proceso de cementación alcanza unos valores óptimos, con un máximo porcentaje de recuperación del metal noble cementado en un tiempo determinado.

En la tabla siguiente se presenta el porcentaje de la superficie del disco (5) que queda libre de cemento de plomo a medida que se incrementa la velocidad de giro del disco:

Velocidad de giro del disco de aluminio (rpm)	0	100	200	300
Superficie del disco libre de cemento de plomo (%)	0	80	97	100

Se puede concluir que existe una velocidad de giro del disco (5) de aluminio por encima de la cual el 100% de su superficie queda disponible para que la reacción de cementación del plomo alcance una cinética máxima, según se refleja en los datos de % de plomo cementado una vez transcurridos los primeros 15 minutos de reacción aplicando diferentes revoluciones al disco de aluminio:

Velocidad de giro del disco de aluminio (rpm)	0	100	200	300
Plomo cementado a los 15 minutos de reacción (%)	52	95	99	100

En esta memoria se propone un segundo modo de realización preferente de la invención, que tal y como se muestra en la Figura 2, es similar al primer modo planteado, salvo en que

en este caso, los medios de generación del movimiento comprenden tres ejes (4) que están dispuestos en una posición vertical, a una altura sobre el depósito (2) tal que la pluralidad de discos (5) que presenta cada uno de los ejes (4), está sumergido en la disolución (3).

- 5 Así mismo, en esta memoria se propone igualmente un tercer modo de realización preferente de la invención en el que los medios de generación del movimiento comprenden al menos un agitador (10) o turbina acoplado a un accionamiento que lo hace girar a velocidad variable, de manera que la fase líquida presenta un movimiento elevado en relación a la fase sólida, y donde el metal cementante está dispuesto alrededor del agitador
10 (10) o turbina, tal que la superficie cementante presenta forma de armadura o jaula.

En este tercer modo de realización preferente de la invención el material noble que pretende obtenerse y que se encuentra disuelto en la disolución (3) es la plata, mientras que el metal cementante está formado por plomo metálico y en este modo de realización, como se
15 muestra en la Figura 4, está dispuesto en forma de placas (12) colocadas en una estructura tipo armadura o jaula alrededor del agitador (10). Tanto el agitador (10) como la superficie cementante formada por dichas placas (11) están situados en el interior del depósito (2) completamente sumergidos en la disolución (3).

20 Los medios de retirada de metal noble precipitado, en este tercer modo de realización preferente, son unos medios en continuo formados por unos medios de bombeo del metal cementado (no representados en las Figuras), que se extraen del depósito (2) por una zona inferior de salida (15).

25 De este modo, el metal noble disuelto en la disolución (3), va reaccionando con el metal menos noble que conforma las placas (11) situadas vertical y paralelamente al eje del agitador (10), y el movimiento de giro del agitador (10) genera la reducción química y sedimentación del metal noble cementado en el fondo del depósito (2), de donde se extrae de manera continua. La cementación de metal noble es continua y en condiciones de
30 máxima eficiencia, dado que se asegura la máxima superficie de interacción de las placas (11) con la disolución (3). Por tanto, debe existir un conducto de entrada (7) de solución cargada, para reponer los niveles de concentración de metal noble en la disolución (3), y un conducto de salida (8) de solución agotada.

35 Se aportan datos de un ejemplo concreto de este primer modo de realización preferente de la invención, en el cual se mueve a elevada velocidad la fase líquida donde está disuelto el

metal más noble en relación a la otra fase sólida que contiene el metal menos noble. El metal menos noble en este caso es plomo metálico, mientras que el metal más noble es plata, que se encuentra disuelta en una disolución a 85 °C y pH 1, y que tiene la siguiente composición:

5

Ag, g/l	Pb, g/l	Al, g/l	Cu, g/l	Na, g/l	Cl, g/l
0,2	10,0	6,8	0,4	92,0	142,0

En un vaso de vidrio de cinco litros y un diámetro de 160 mm, lleno con dos litros de la disolución (3) anterior, se introduce una especie de jaula que contiene diez pletinas o placas (11) de plomo metálico de 150 mm de longitud, 20 mm de ancho y 2 mm de espesor, dispuestas de forma simétrica alrededor del eje de giro del agitador (10). Como puede observarse en las Figuras 3.1 y 3.2, dentro de la jaula que contiene las placas (11) de plomo se coloca un agitador (10) tipo radial de 60 mm de diámetro, que tiene seis palas (14) verticales de 60 mm de largo por 20 mm de ancho. De manera inmediata comienza la reacción de cementación de plata sobre las pletinas de plomo, formando un cemento en forma de polvo particulado, que contiene plata metal y cobre metal.

15

El cemento de plata se desprende de la superficie de las pletinas o placas (11) de plomo en función de la velocidad de giro del agitador (10) que mueve y proyecta la disolución (3) a gran velocidad sobre la superficie de las placas (11) de plomo, como se muestra en la Figura 3.1.

20

En la tabla siguiente se presenta el porcentaje de la superficie de las placas (11) que queda libre de cemento de plata a medida que se incrementa la velocidad de giro del agitador (10) que mueve la disolución:

25

Velocidad de giro del agitador de la disolución, rpm	0	100	300	800
Superficie de las pletinas de plomo libre de cemento de plata, %	0	0	70	100

Se puede concluir que existe una velocidad de giro del agitador (10) que mueve la disolución (3) por encima de la cual el 100% de la superficie de las placas (11) de plomo queda disponible para que la reacción de cementación de la plata alcance una cinética máxima,

30

según se refleja en los datos de % de plata cementado una vez transcurridos los primeros 30 minutos de reacción aplicando diferentes revoluciones al agitador de la disolución:

Velocidad de giro del agitador de la disolución, rpm	0	100	300	800
Plata cementada a los 30 minutos de reacción, %	0	30	90	100

5

En esta memoria se propone un cuarto modo de realización preferente de la invención similar al tercer modo planteado, salvo en la forma en que se presenta el metal cementante, que en este caso es en forma de varillas (12) colocadas a modo de armadura o jaula alrededor del agitador (10), como puede observarse en la Figura 5.

10

Finalmente, como se muestra en la Figura 6 se presenta un quinto modo de realización similar a tercer y al cuarto modos propuestos, salvo en que el metal cementante se presenta en forma de malla (13) expandida a modo de armadura o jaula alrededor del agitador (10).

15

En dichos tercer, cuarto y quinto modos de realización preferente de la invención, el agitador (10) o turbina que conforma los medios de generación del movimiento disponen de una regulación de la velocidad de rotación, para obtener un desprendimiento del metal noble cementado mediante el efecto combinado de la fuerza centrífuga y del rozamiento con la disolución.

20

De este modo, en estos modos de realización, la superficie de metal cementante disponible para reaccionar con el metal noble de la disolución se mantiene constante durante todo el proceso, siendo dicha superficie disponible igual a la máxima superficie susceptible de producir dicha reacción.

25

Esto se debe al efecto del rozamiento de la disolución que se proyecta a elevada velocidad sobre la superficie del metal cementante, desprendiendo de inmediato y de manera continua las partículas generadas del metal cementado.

30

Así mismo, en este modo de realización, al ser constante la superficie de metal cementante disponible, es innecesaria la adición de un exceso de metal cementante.

Por otra parte, en esta memoria se presenta a su vez un procedimiento cementador en continuo mediante un aparato cementador como cualquiera de los descritos anteriormente.

5 Dicho procedimiento cementador en continuo consiste en hacer pasar un flujo continuo de solución a través de un depósito (2), donde dicho depósito (2) posee una entrada de solución cargada de un metal noble a través de un conducto de entrada (7) y una salida de solución descargada de dicho metal noble a través de un conducto de salida (8) del mismo.

10 Así mismo, este procedimiento consiste en hacer reaccionar una fase sólida formada por un metal cementante con una fase líquida formada por la solución cargada de metal noble, dentro del depósito (2) donde una de dichas fases presenta un movimiento a una velocidad elevada en relación a la otra, produciéndose la fijación de dicho metal noble sobre el metal cementante, así como el simultáneo desprendimiento del mismo debido al rozamiento entre el metal cementante y la solución, que provoca el desprendimiento del metal noble del
15 mismo y la precipitación por gravedad del metal noble hacia el fondo del depósito (2).

Así pues, cuando este procedimiento es aplicado mediante alguno de los aparatos cementadores descritos en el primer y el segundo modo de realización preferente de la invención, es la fase sólida formada por los discos (5) de metal cementante la que se
20 encuentra en movimiento con una velocidad elevada respecto a la disolución (3), que en estos casos sí presenta cierto movimiento debido al propio giro de los discos (5). Así pues, dicho movimiento genera la fijación del metal noble sobre el metal cementante y debido al rozamiento de los discos (5) de metal cementante con las partículas de la disolución (3), al girar éstos en el interior de la misma, se genera el simultáneo desprendimiento del metal
25 noble cementado.

En este procedimiento para estos aparatos cementadores del primer y el segundo modos de realización, como ya se ha indicado, la fase sólida presenta una velocidad elevada respecto a la fase líquida y el metal cementante está dispuesto en forma de discos (5) asociados a un
30 eje (4) de giro. Además, se dispone de múltiples ejes (4) de giro con discos de metal cementante asociados a los mismos.

Por otra parte, aplicado a alguno de los aparatos cementadores propuestos en el tercer, cuarto y quinto modos de realización, es la fase líquida la que presenta un movimiento
35 respecto a la fase sólida que en estos modos propuestos está fija con velocidad nula, pero que en otros modos de realización puede tener cierta velocidad. Así pues, este movimiento

de la turbina o del agitador (10), que genera el movimiento de la disolución (3) consigue la fijación del metal noble sobre el metal cementante y debido a la proyección de la disolución (3) a elevada velocidad sobre la superficie cementante, se provoca el desprendimiento de las partículas de metal noble cementado.

5

En este procedimiento aplicado al aparato cementante del tercer, cuarto o quinto modo de realización propuesto, como ya se ha indicado, la fase líquida presenta una velocidad elevada y el metal cementante está dispuesto alrededor de un agitador (10) o turbina.

10 Finalmente, en cualquiera de los casos el procedimiento presenta la retirada del metal noble precipitado por gravedad, hacia el exterior del depósito (2), mediante la utilización de medios de retirada del mismo.

15 En este procedimiento y para un aparato cementador correspondiente a cualquiera de los modos de realización propuestos, los medios de generación del movimiento presentan una velocidad de rotación ajustable para obtener un desprendimiento inmediato del metal noble de los mismos respecto del metal cementante.

20 Así mismo, la superficie de metal cementante disponible para reaccionar con el metal noble de la disolución (3) se mantiene constante durante todo el proceso, siendo dicha superficie disponible igual a la máxima superficie susceptible de producir dicha reacción por el desprendimiento del metal noble adherido a la misma y su precipitación hacia el fondo.

25 Así mismo, en este modo de realización, al ser constante la superficie de metal cementante disponible, es innecesaria la adición de un exceso de metal cementante.

30 Las formas de realización descritas constituyen únicamente ejemplos de la presente invención, por tanto, los detalles, términos y frases específicos utilizados en la presente memoria no se han de considerar como limitativos, sino que han de entenderse únicamente como una base para las reivindicaciones y como una base representativa que proporcione una descripción comprensible, así como la información suficiente al experto en la materia para aplicar la presente invención.

35

REIVINDICACIONES

- 1- Aparato cementador (1) de metales, formado por un depósito (2) o tanque en cuyo interior presenta una fase líquida formada por una disolución (3) de un metal noble y, una fase sólida formada por un metal cementante o metal menos noble que el anterior puesto en contacto con la disolución (3), **caracterizado por que** una de dichas fases presenta un movimiento a una velocidad elevada en relación a la otra fase, siendo la diferencia de velocidades tal que permite el cementado del metal noble sobre la fase sólida y el desprendimiento y separación simultáneos del mismo y, comprende unos medios de generación del movimiento de al menos la fase que presenta la velocidad elevada y unos medios de retirada del metal noble precipitado, desde el fondo del depósito (2) hacia el exterior del mismo; donde los medios de generación del movimiento comprenden al menos un eje (4) que incluye al menos un disco (5) formado por metal cementante sujeto al mismo, donde el al menos un eje (4) está unido a al menos un accionamiento que lo hace girar, de manera que la fase sólida presenta una mayor velocidad de movimiento en relación a la fase líquida y donde el al menos un disco (5) asociado al eje (4) está sumergido completamente en la disolución (3) durante todo el proceso.
- 2- Aparato cementador (1) de metales, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el al menos un eje (4) comprende una pluralidad de discos (5) asociados al mismo y dispuestos a lo largo de al menos una zona del mismo.
- 3- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el al menos un eje (4) está situado en el interior del depósito (2), en una posición horizontal, siendo la altura del mismo dentro del depósito (2) tal que el al menos un disco (5) está sumergido en la disolución (3).
- 4- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado por que** el al menos un eje (4) está dispuesto en una posición vertical o inclinada, a una altura sobre el depósito (2) tal que el al menos un disco (5) está sumergido en la disolución (3).
- 5- Aparato cementador (1) de metales, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los medios de generación del movimiento comprenden al menos un agitador (10) o turbina, de manera que la fase líquida presenta un movimiento elevado en relación a la

fase sólida, y donde el metal cementante está dispuesto alrededor del agitador (10), tal que la superficie cementante presenta forma de armadura o jaula.

- 5 6- Aparato cementador (1) de metales, según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el al menos un agitador (10) y el metal cementante dispuesto alrededor del mismo está situado en el interior del depósito (2) completamente sumergidos en la disolución (3).
- 10 7- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios de generación del movimiento disponen de una regulación de la velocidad de rotación, para obtener un desprendimiento del metal noble cementado mediante el efecto combinado de la fuerza centrífuga y del rozamiento con la disolución (3).
- 15 8- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios de retirada de metal noble precipitado son unos medios de retirada en continuo.
- 20 9- Aparato cementador (1) de metales, según la reivindicación 8, **caracterizado por que** los medios de retirada están formados por una cinta transportadora (6) un transportador sinfín helicoidal, un tubo succionador o unos medios de bombeo del metal cementado.
- 25 10- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** los medios de retirada el metal noble precipitado son unos medios de retirada en discontinuo.
- 30 11- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el al menos un disco (5) presenta forma poligonal o forma curva, ya sea circular o distinta.
- 35 12- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el al menos un disco (5) está dispuesto perpendicularmente al eje (4) correspondiente.
- 13- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado por que** la superficie cementante están formadas por placas (11) o por barras o varillas (12) de forma redonda o poligonal.

- 14- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado por que** la superficie cementante están formada por una malla (13) expandida a modo de armadura o jaula alrededor del agitador (10).
- 5 15- Aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende adicionalmente un drenaje (9) en el fondo del depósito (2).
- 10 16- Procedimiento de cementación en continuo mediante un aparato cementador (1) de metales, como el definido en las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado por**
- hacer pasar un flujo continuo de solución a través de un depósito (2), donde dicho depósito (2) posee una entrada de solución cargada de un metal noble a través de un conducto de entrada (7) y una salida de solución descargada de dicho metal noble a través de un conducto de salida (8) del mismo;
 - 15 - hacer reaccionar una fase sólida formada por un metal cementante con una fase líquida formada por la solución cargada de metal noble, dentro del depósito (2) donde una de dichas fases presenta un movimiento a una velocidad elevada en relación a la otra, produciéndose la fijación de dicho metal noble sobre el metal cementante, así como el simultáneo desprendimiento del mismo debido al rozamiento entre el metal cementante y la solución, que provoca el desprendimiento del metal noble del mismo
 - 20 - retirada del metal noble precipitado por gravedad, hacia el exterior del depósito (2), mediante la utilización de medios de retirada del mismo;
 - y donde la fase sólida presenta una velocidad elevada respecto a la fase líquida y el metal cementante está dispuesto en forma de discos (5) asociados a un eje (4) de giro.
 - 25
- 30 17- Procedimiento de cementación en continuo mediante un aparato cementador (1) de metales, según de la reivindicación 16, **caracterizado por que** se dispone de múltiples ejes (4) de giro con discos (5) de metal cementante asociados a los mismos.
- 35 18- Procedimiento de cementación en continuo mediante un aparato cementador (1) de metales, según la reivindicación 16, **caracterizado por que** la fase líquida presenta una velocidad elevada y el metal cementante está dispuesto alrededor de un agitador (10) o turbina.

19- Procedimiento de cementación en continuo mediante un aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, **caracterizado por que** los medios de generación del movimiento presentan una velocidad de rotación ajustable para obtener un desprendimiento inmediato del metal noble de los mismos respecto del metal cementante.

5

20- Procedimiento de cementación en continuo mediante un aparato cementador (1) de metales, según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, **caracterizado por** mantener constante la superficie de metal cementante disponible para reaccionar con el metal noble de la disolución (3) durante todo el proceso, tal que dicha superficie disponible es igual a la máxima superficie susceptible de producir dicha reacción por el desprendimiento del metal noble adherido a la misma y su precipitación hacia el fondo.

10

15

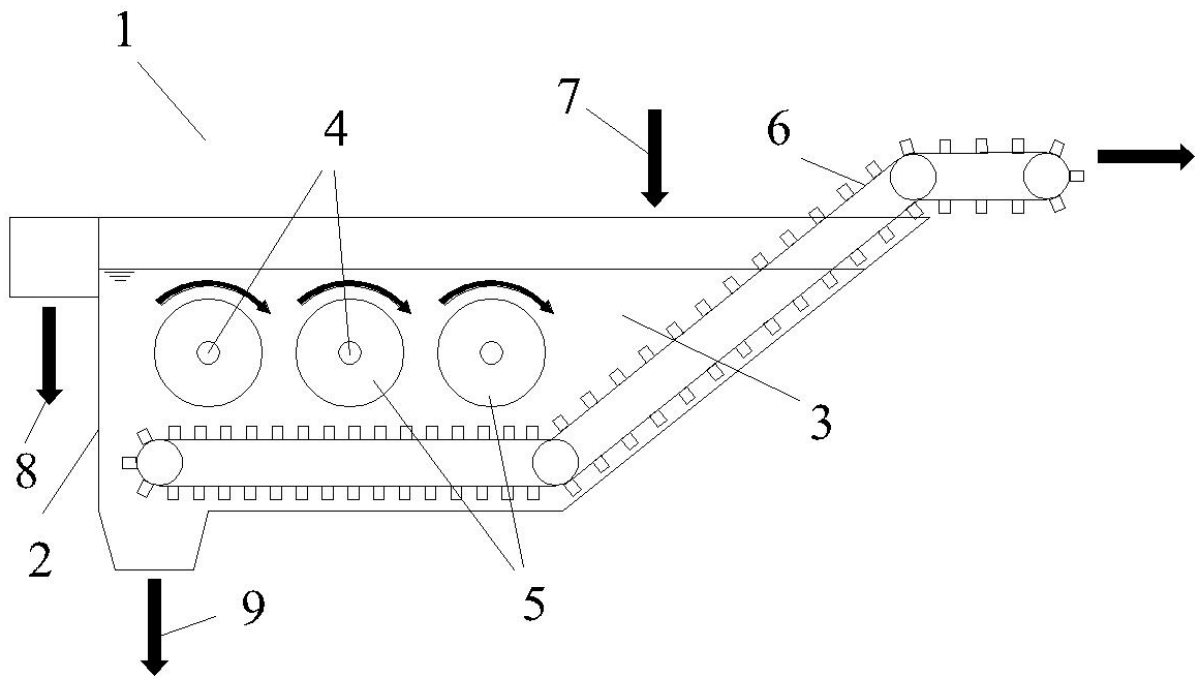


Fig. 1.1

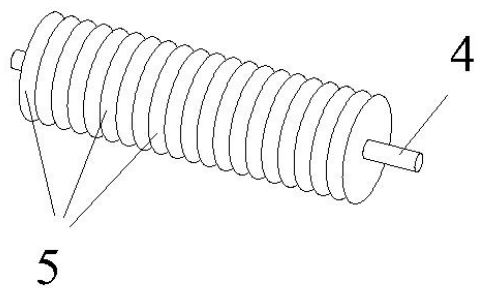


Fig. 1.2

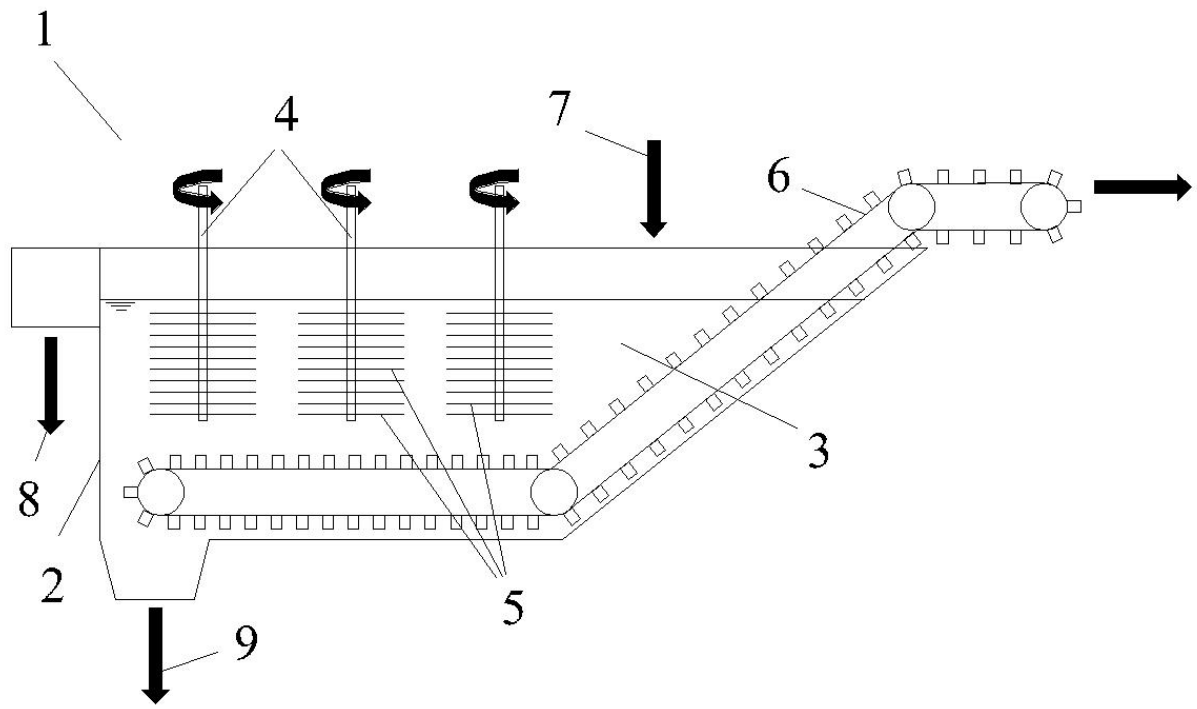


Fig. 2

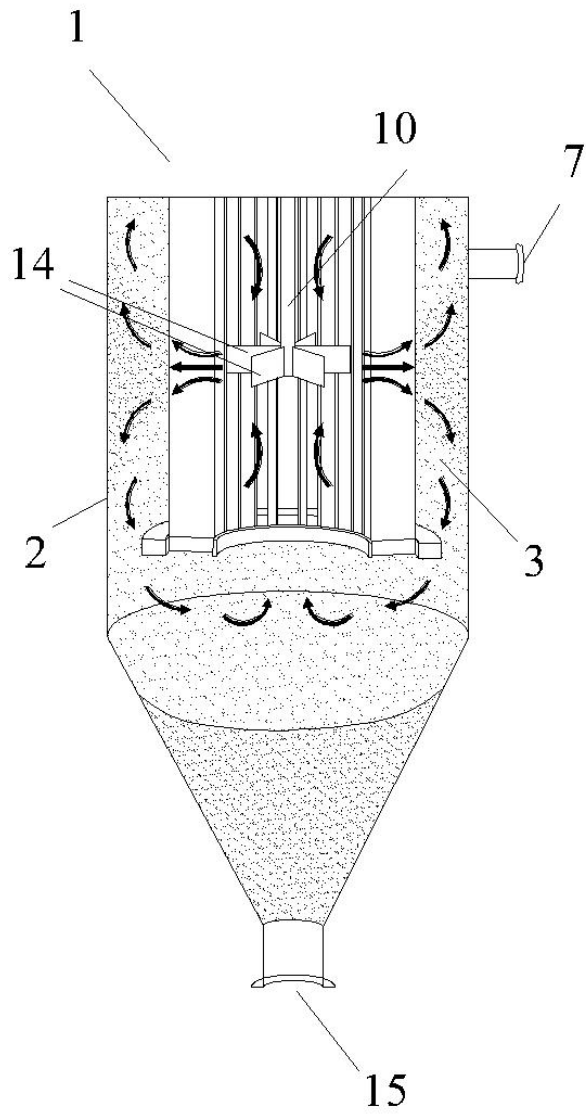


Fig. 3.1

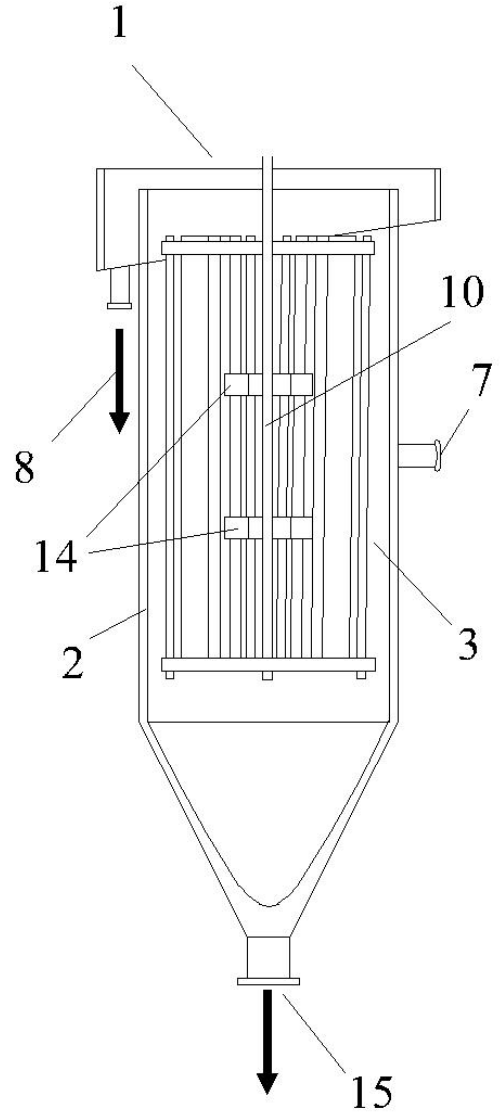


Fig. 3.2

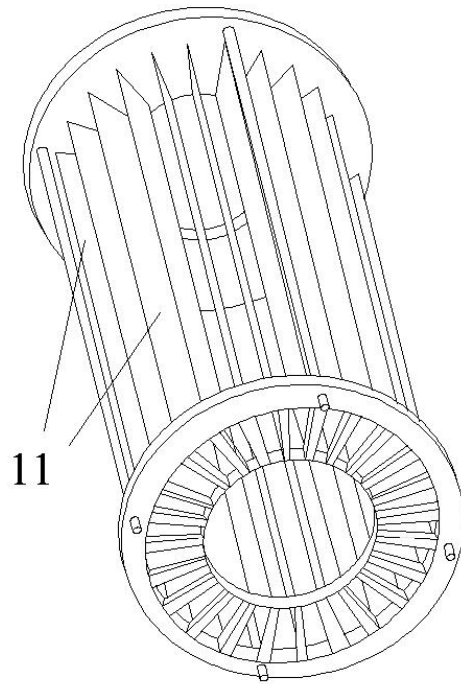


Fig. 4

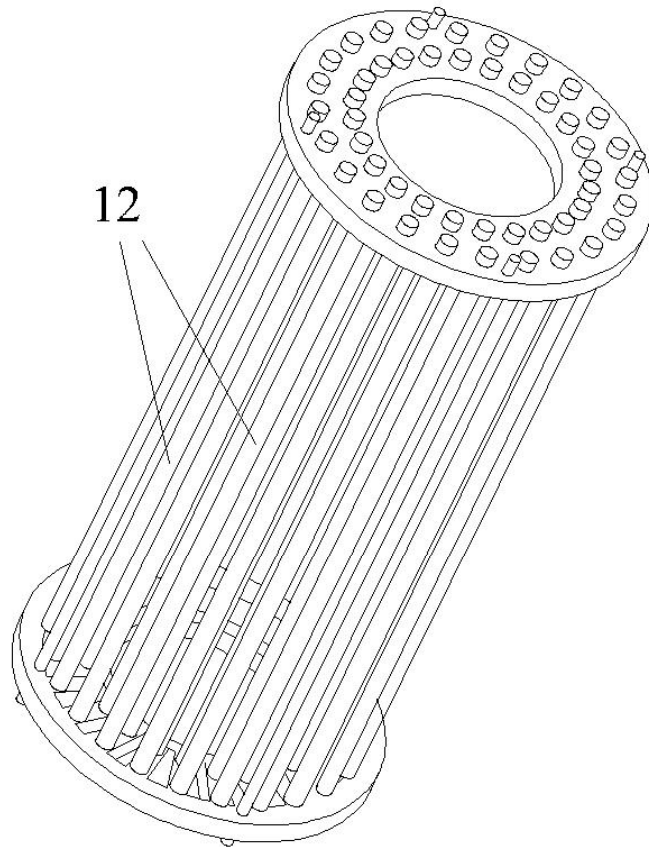


Fig. 5

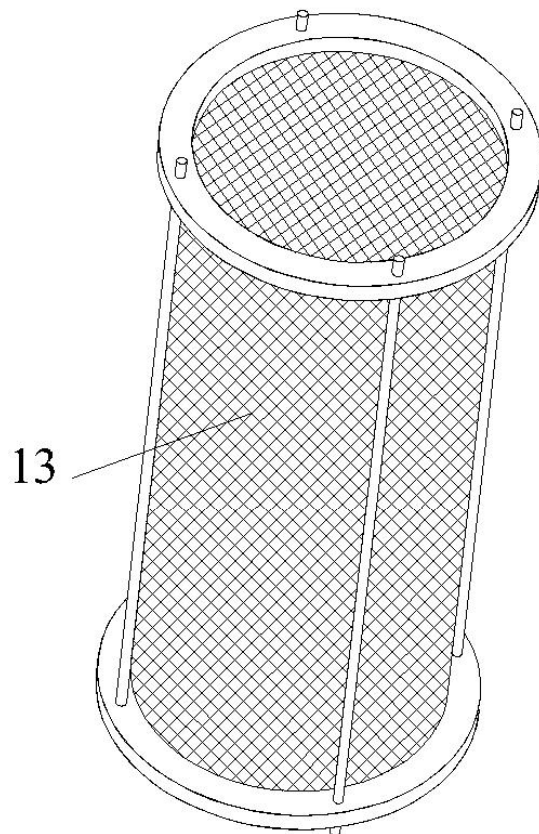


Fig. 6