

Señores

Superintendencia de Industria y Comercio

Dirección de Nuevas Creaciones

E. S. D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 09-078882- -00009-0000

Fecha: 2012-11-14 13:53:28 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 523 RESPUESTA Folios: 39

Ref: Expediente No. 09-078882

**Solicitud de registro de patente de invención
denominada "MÉTODO Y APARATO PARA RECUPERAR
UN METAL Y SEPARAR EL ARSÉNICO DE UNA
SOLUCIÓN QUE CONTIENE ARSÉNICO"**

Solicitante: MOLYCORP MINERALS, LLC

Yo **Darío Cárdenas Navas**, identificado como aparece al pie de mi firma, y obrando en mi condición de apoderado de **MOLYCORP MINERAL, LLC**, solicitante de la patente en referencia, a continuación doy respuesta al Oficio No. **14625** que fue notificado por fijación en lista el 21 de Agosto de 2012.

1. Respecto a las Objeciones a la Claridad de las Reivindicaciones (Art. 30 D486 y Art 22 PCT).

En el numeral 4 del oficio No. **14625**, se presentan las siguientes objeciones a la claridad de las reivindicaciones:

- *Las reivindicaciones 1 a 8 y 9 a 15, no son claras, dado que en el preámbulo que es el elemento que introduce al objeto a ser protegido refiere como sigue: "método que comprende" y "aparato que comprende", sin embargo no indica a que corresponde el método o el aparato, no siendo claro establecer cuál es el objeto que se busca proteger. Cabe decir, que cada reivindicación consta de un preámbulo y una parte caracterizadora, el preámbulo normalmente coincide con el título de la invención y sirve de introducción informativa sobre el objeto que va a ser protegido, contiene la información técnica conocida en el estado de la técnica del objeto que se pretende proteger; la parte caracterizadora, que suele seguir al preámbulo, procedida por la frase "caracterizado por", recoge las características técnicas que van a ser protegidas y que constituyen la novedad frente al objeto conocido del estado de la técnica.*

- Las reivindicaciones 1, 2, 5, 6, 10, 12, 13, 14, y 15 no son claras porque presentan resultados a obtener "obtener una solución empobrecida en arsénico y un agente fijador enriquecida en arsénico", "para formar la solución que contiene arsénico y sólidos empobrecidos en arsénico", "contacto del material portador de arsénico con el agente lixiviador produce sólidos empobrecidos en arsénico", "para formar un producto insoluble", "producir un filtrado", "solución empobrecida en arsénico comprende menos de alrededor de 20 ppm de arsénico", "para reciclar el filtrado hacia los medios de fijación de arsénico", "obtener una solución empobrecida en arsénico"; lo cual no es permitido, puesto que las citadas reivindicaciones incluirían no sólo la solución propuesta por el solicitante, sino todas las alternativas presentes o futuras que lleguen a ese resultado.
- Las reivindicaciones 6, 12 y 13 no son claras porque presentan efectos "compuesto insoluble que no reacciona con el material recuperable", "compuesto que contiene tierras raras es insoluble", "el metal recuperable permanece en los sólidos empobrecidos en arsénico", lo cual no es permitido. Las reivindicaciones deben caracterizar el método por una secuencia de etapas técnicas con sus condiciones (materias primas, equipos, temperaturas, flujos, presiones, etc), por medio de las cuales se transforme una materia en un producto o se obtenga un resultado, por otro lado, las reivindicaciones deben caracterizar un producto por la forma o constitución del mismo y las partes que lo componen. No se aceptan reivindicaciones que caractericen resultados, usos, ventajas o efectos.
- Las reivindicaciones 7 y 13, no son claras porque presentan términos generales "hidróxido", "sulfato", que sugieren de forma imprecisa que la protección se extiende a otras posibles variaciones o modificaciones.
- Las reivindicaciones 1, 7, 10 y 15 no son claras porque presentan términos indefinidos "por lo menos", "condiciones", utilizados para definir el rango de varias características del método y del aparato deben eliminarse. Estos términos no permiten establecer un intervalo puntual para cada una de las características técnicas, no siendo estas precisas y por lo tanto no claras, ya que no permiten una comparación con el estado de la técnica.
- Las reivindicaciones 11 y 13, no son claras porque las características se refieren a un método para utilizar el aparato en lugar de definir claramente el aparato en términos de sus características técnicas esenciales. Es importante mencionar que las reivindicaciones deben caracterizar un

producto o aparato por la forma o constitución del mismo, las partes que lo componen y todo lo que permita establecer cómo se llegó a tales resultados.

Con el fin de superar las objeciones presentadas con respecto a la claridad de las reivindicaciones, **es deseo del solicitante presentar un nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 19 reivindicaciones**, que encuentran su debido sustento en las reivindicaciones y la descripción originalmente presentadas y que no representan una ampliación de la invención.

A continuación se explicará cómo este nuevo capítulo reivindicatorio busca superar cada una de las objeciones de claridad expuestas previamente:

- Con respecto a los argumentos de que las reivindicaciones 1 a 8 y 9 a 15 carecen de un preámbulo, se han modificado las reivindicaciones de método y aparato para incluir, respectivamente, los siguientes preámbulos: "método para eliminar arsénico de una solución acuosa con un agente de fijación" y "aparato para eliminar arsénico de una solución acuosa con un agente de fijación. "

Adicionalmente, de acuerdo a la objeción que establece que las reivindicaciones carecen de la frase "caracterizado por", el Solicitante ha modificado las reivindicaciones, para incluir dicha frase.

- Las frases objetadas referentes a resultados a alcanzar se han eliminado y las reivindicaciones 1, 2, 5, 6, 10, 12, 13, 14 y 15 se han redactado de una forma diferente para divulgar la invención en su totalidad, evitando frases que hagan referencia a resultados.
- El Solicitante no está de acuerdo con los argumentos de que las siguientes frases "**compuesto insoluble que no reacciona con el material recuperable**" y "**el compuesto que contiene tierras raras es insoluble**" no son claras, ya que no "caracterizan el método a través de una secuencia de etapas técnicas con sus condiciones (materias primas, equipos, temperaturas, flujos, etc.), por medio de las cuales un material se convierte en un producto o se obtiene un resultado".

Con respecto a la frase "el agente de fijación que contiene tiene tierras raras comprende un compuesto insoluble que contiene tierras raras que no reacciona con el metal recuperable", (en la reivindicación adjunta 6) el Solicitante afirma que la frase objeto define una o más condiciones de

“materia prima” necesarias para llevar a cabo una o más etapas técnicas del proceso, mediante las cuales se convierten un material o materiales y/o se obtiene un resultado o resultados.

Del mismo modo, con respecto a las frases “el agente de fijación que contiene tierras raras es insoluble” y “el agente de fijación que contiene tierras raras comprende un compuesto insoluble que no reacciona con el metal recuperable” (en la reivindicación adjunta 14), el Solicitante afirma que las frases por lo menos definen una o más condiciones de “una materia prima” necesaria para llevar a cabo una o varias etapas técnicas mediante las cuales se convierte un material o materiales y/o se obtiene un resultado o resultados.

- El Solicitante está en desacuerdo con los argumentos de que los términos “hidróxido” y “sulfato” “sugieren de forma imprecisa que la protección se extiende a otras posibles variaciones o modificaciones”. Con respecto al término “sulfato” el Solicitante afirma que la frase (en la reivindicación adjunta 7) que contiene el término “sulfato” es clara y precisa: “la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable comprende adicionalmente más de aproximadamente 1.000 ppm de sulfato”.

Con respecto al término “hidróxido” (en la reivindicación adjunta 7), El Solicitante sostiene que la frase “el agente de lixiviación comprende hidróxido de sodio” establece de forma clara y precisa que el agente de lixiviación puede por lo menos comprender hidróxido de sodio. Adicionalmente, sobre el término “hidróxido” (en la reivindicación adjunta 15), el Solicitante sostiene que la frase “el agente de lixiviación es un hidróxido” establece de forma clara y precisa que el agente de lixiviación puede comprender, por lo menos, un hidróxido. Más aún, el Solicitante respetuosamente llama la atención del Examinador sobre el hecho de que la reivindicación adjunta 7 depende de una reivindicación de método independiente y que la reivindicación adjunta 15 depende de una reivindicación de aparato independiente.

- Con respecto a los argumentos de que el término “condiciones” y la frase “por lo menos” no son “exactas”, el Solicitante ha modificado adecuadamente las reivindicaciones.
- En relación con los argumentos de que las reivindicaciones de aparato se relacionan “con un método para utilizar el aparato en lugar de definir claramente el aparato en términos de sus características técnicas esenciales,” el Solicitante ha modificado las reivindicaciones de aparato para

definir más clara y precisamente dicho aparato, en términos de sus características técnicas esenciales.

2. Respecto a las Objeciones a la Claridad de la Descripción (Art. 28 D486).

El informe de examen ha indicado que los números de referencia 203A, 210A y 214A de la Figura 2A; los número de referencia 203B, 210B, y 233B de la figura. 2B, y los números de referencia 414 y 441 de la Figura 4 (FIs 61 y 63) no están definidos en la descripción. En cumplimiento de lo requerido, se han modificado los siguientes párrafos de la descripción escrita, que se puede encontrar adjunta, como sigue:

“La Figura 2A es una vista esquemática del aparato 200A. El aparato 200A incluye una unidad de lixiviación opcional 205A para preparar una solución que contiene arsénico a partir de un material que tiene arsénico 201A y agente de lixiviación 203A. El separador 210A separa una solución que contiene arsénico formado en una unidad 205A de los sólidos con arsénico agotado. Los sólidos con arsénico agotado se pueden transmitir opcionalmente en una tubería 230A a una unidad de recuperación de metal 235A. La solución que contiene arsénico se dirige a través de la tubería 214A hacia la unidad fijadora 280A, la cual tiene una zona de contacto 215A. El agente de fijación en la zona de contacto 215A fija y remueve el arsénico de la solución para producir una solución empobrecida en arsénico. El separador 220A separa la solución empobrecida en arsénico del agente de fijación enriquecido en arsénico. La solución empobrecida en arsénico se dirige a la unidad de recuperación de metales 235A a través de la tubería 225B”.

“La Figura 2B es una vista esquemática del aparato 200B. El aparato 200B incluye una unidad de lixiviación 205B para preparar una solución que contiene arsénico a partir de un material que tiene arsénico 201B y un agente de lixiviación 203B. El separador 210B separa una solución que contiene arsénico formada en la unidad 205B de los sólidos con arsénico agotado. La solución que contiene arsénico se dirige a través de la tubería 210B al recipiente de precipitación 235B donde se precipita un metal recuperable con un agente de precipitación 233B de la solución que contiene arsénico. La solución que

contiene arsénico se separa de los metales precipitados mediante un separador 231B y se dirige a la unidad de fijación 280B a través de la tubería 214B. La unidad de fijación 280B tiene una zona de contacto 215B. El agente de fijación en la zona de contacto 215B fija y elimina el arsénico de la solución para producir una solución empobrecida en arsénico. El separador 220B separa la solución con empobrecida en arsénico del agente de fijación enriquecido de arsénico, que se dirige hacia fuera de la unidad de fijación a través de la tubería 225B”.

“La Figura 4 ilustra un aparato 400 que incluye un tanque 415, separador 420, unidad de filtración 440 y unidad de recuperación de metal 435. Una solución que contiene arsénico 414 se dirige al interior del tanque 415 que contiene un agente de fijación. El agente de fijación produce una solución empobrecida en arsénico y un agente de fijación enriquecido de arsénico que se dirige a través de la tubería 417 al separador ~~220~~420. El agente de fijación enriquecido en arsénico se sedimenta en el fondo y la solución empobrecida en arsénico se dirige a través de una salida de sobreflujo en la tubería 425 y se dirige a la unidad de recuperación de metal 435. El agente de fijación enriquecido en arsénico se dirige a través de la tubería 421 a una unidad de filtración donde se producen el filtrado y los sólidos cargados con arsénico. Los sólidos se dirigen fuera de la unidad de filtración a través de la tubería 443 y el filtrado se recicla a través de la tubería 441 a una entrada del tanque 415. Opcionalmente, cuando la unidad de recuperación de metal produce una solución que contiene arsénico, esa solución puede ser dirigida a una entrada del tanque 415 a través de la tubería 450”.

Se debe mencionar que no se ha introducido materia nueva mediante la modificación de la descripción.

Con respecto a la objeción de que los números de referencia 300 y 220 (Fls 52 y 53) no se mencionan en las figuras, se presenta la Figura 3 modificada, la cual se puede encontrar adjunta, en la cual se incluye el número de referencia 300. Con respecto al número de referencia 220, se ha corregido un error presente en la descripción, en el párrafo que comienza con “Figura 4” y termina con “a través de la tubería 450.”

3. **Con respecto a la Determinación del Estado de la Técnica y la alegada falta de Novedad.**

En los numerales 5, 6 y 7 del oficio citado, ese Despacho concluye que las reivindicaciones 1 a 15 de la presente solicitud de patente carecen de novedad frente a las enseñanzas del documento **CO 09-78878 (D1)**.

Sin embargo, por favor noten los siguientes aspectos relacionados con la anterioridad D1:

- Solicitante MOLYCORP MINERALS LLC
- No. Prioridad: 60/882,365
- Fecha de Prioridad: 28.12.2006
- Estado en fase nacional Colombia: ABANDONO.

Por otro lado, se deben tener en cuenta los datos correspondientes a la presente solicitud:

- Solicitante MOLYCORP MINERALS LLC
- No. Prioridad: 60/882,376
- Fecha de Prioridad: 28.12.2006
- Estado en fase nacional Colombia: REQUERIMIENTO 45.
-

Dada esta información y considerando que la solicitud que se cita como anterioridad es del mismo solicitante de la presente solicitud, que su fecha de prioridad es idéntica a la de la presente solicitud y que su estado es en ABANDONO, no se puede afirmar que dicho documento D1 es un antecedente válido para afectar la novedad de la presente solicitud.

De esta manera, teniendo en cuenta el artículo 16 citado por el Examinador y el cual se presenta a continuación, es claro que la presente solicitud es completamente novedosa.

“Artículo 16.- Una invención se considerará nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica.

El estado de la técnica comprenderá todo lo que haya sido accesible al público por una descripción escrita u oral, utilización, comercialización o cualquier otro

medio antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente o, en su caso, de la prioridad reconocida.

Sólo para el efecto de la determinación de la novedad, también se considerará dentro del estado de la técnica, el contenido de una solicitud de patente en trámite ante la oficina nacional competente, cuya fecha de presentación o de prioridad fuese anterior a la fecha de presentación o de prioridad de la solicitud de patente que se estuviese examinando, siempre que dicho contenido esté incluido en la solicitud de fecha anterior cuando ella se publique o hubiese transcurrido el plazo previsto en el artículo 40”.

A partir de la información presentada es claro que el documento D1 no corresponde al estado de la técnica para la presente solicitud ya que no fue accesible al público antes de la fecha de presentación o de la prioridad de la solicitud. De la misma manera, para efecto de la determinación de la novedad, no es válido citar el documento D1, así esté documento esté en trámite ante la Oficina Nacional, ya que su fecha de prioridad no es anterior a la fecha de la presente solicitud.

Por otra parte, la prioridad reivindicada en la presente solicitud de patente fue aceptada por el Despacho, según se desprende del numeral 2 del Oficio 14625 que reza: “Se acepta la reivindicación de Prioridad porque esta solicitud fue presentada dentro del plazo establecido (Art. 9 D 486) y su contenido técnico corresponde con el de la prioridad reivindicada”.

4. Conclusión

Las modificaciones realizadas a las reivindicaciones de la presente solicitud de patente y las aclaraciones presentadas a lo largo del presente escrito, permiten superar completamente las objeciones realizadas a la claridad de las reivindicaciones y de la descripción, por lo cual, la presente solicitud cumple a cabalidad las exigencias establecidas por el artículo 28 y 30 de la Decisión 486 y el artículo 22 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT.

De otra parte, los argumentos expuestos en el numeral 3 del presente escrito, ponen de manifiesto de una manera clara y contundente, que lo revelado en las nuevas reivindicaciones de la presente solicitud, resulta completamente

NOVEDOSO toda vez que no se puede derivar la inexistencia de los requisitos de ley para la concesión del privilegio de patentabilidad.

En consecuencia, me permito solicitar a ese Despacho, proceder con la revisión de las modificaciones y de los argumentos aquí presentados, para conceder el privilegio de patente solicitado para la materia objeto de las 19 reivindicaciones ahora presentadas en el capítulo reivindicatorio modificado, y que de subsistir alguna duda o inquietud con respecto a la patentabilidad de la presente invención, a pesar de las modificaciones ahora presentadas, sin apartarse del espíritu inventivo originalmente revelado en la solicitud internacional, se le brinde la oportunidad al solicitante de aclarar o de limitar la invención, mediante la emisión de un segundo examen de fondo, teniendo en cuenta el nuevo capítulo reivindicatorio que se somete a revisión, antes de que se emita una decisión definitiva por parte de ese Despacho, de conformidad con lo dispuesto en 1.2.2.5.1 del artículo primero de la Resolución 54093 de 2012.

5. Anexos

- Capítulo reivindicatorio modificado, en donde se han llevado a cabo las modificaciones mencionadas anteriormente.
- Descripción modificada, en donde se han llevado a cabo las modificaciones mencionadas anteriormente.
- Figura 3 modificada, en donde se ha llevado a cabo la modificación mencionada anteriormente.
- Recibo No. 12-117205 por pago de cuatro (4) reivindicaciones adicionales.

6. Petición

Solicito al Despacho que proceda a emitir un segundo examen de fondo sobre el nuevo capítulo reivindicatorio, en el evento en que el examinador considere que pese a las modificaciones presentadas, aún persisten las objeciones planteadas.

Atentamente,



Darío Cárdenas Navas

C.C. 17.066.629 de Bogotá

T. P. 1.250 del CSJ

JFL

f. p-464

Lta

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

RECIBO DE CAJA

No. 12 - 117205

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Bogotá D.C., Noviembre 13 de 2012 - 16:24:54

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA NI 830.083.491

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	495377514	13/11/2012	120.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-03 CAMBIO DE MODALIDAD Y MODIFICACION DE MARCAS Y LEMAS COMERCIALES		120.000.00	120.000.00
				\$120.000.00
				=====

SON: **CIENTO VEINTE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

CARDENAS & CARDENAS
ABOGADOS

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Noviembre 13 de 2012 - 16:24:55

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar arsénico de una solución acuosa con un agente de fijación, CARACTERIZADO POR:
 - poner en contacto una solución que contiene arsénico que tiene un metal recuperable con un agente de fijación que contiene tierras raras, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras fija una porción del arsénico;
 - separar el agente de fijación cargado con arsénico de la solución con arsénico agotado, obtenidos del paso anterior;
 - separar el metal recuperable de la solución con arsénico agotado.
2. El método de la reivindicación 1, adicionalmente CARACTERIZADO POR:
 - poner en contacto un material que tiene arsénico con un agente de lixiviación de arsénico;
3. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende dióxido de cerio, y en donde la solución que contiene arsénico se pone en contacto con el agente de fijación que contiene tierras raras al hacer fluir la solución que contiene arsénico a través de un lecho del agente de fijación que contiene tierras raras.
4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el metal recuperable comprende un metal del Grupo IA, Grupo IIA, y el metal de transición y en donde el metal recuperable se recupera mediante uno o más de electrólisis y precipitación.
5. El método de la reivindicación 2, en donde el agente de lixiviación comprende una o más de una sal inorgánica, un ácido inorgánico, un ácido orgánico, y un agente alcalino y en donde los sólidos con arsénico agotado comprenden un metal recuperable y adicionalmente CARACTERIZADO POR:
 - recuperar el metal recuperable a partir de los sólidos con arsénico agotado.

Sol. Colombiana No. 09-078882
Su Ref. No. CO 2637 PA
Nuestra Ref. No. 6062-36-PCO
2012-10-10

6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende un compuesto que contiene tierras raras insoluble, que no reacciona con el metal recuperable y en donde el compuesto que contiene tierras raras comprende uno o más de cerio, lantano, o praseodimio.
7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, en donde el agente de lixiviación comprende hidróxido de sodio, en donde la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable tiene un pH de más de aproximadamente pH 7 antes de poner en contacto la solución que contiene arsénico con el agente de fijación que contiene tierras raras, y en donde la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable comprende adicionalmente más de aproximadamente 1,000 ppm de sulfato cuando la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable se pone en contacto con el agente de fijación que contiene tierras raras.
8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende un compuesto que contiene cerio derivado de la descomposición térmica de un carbonato de cerio y en donde la solución que contiene arsénico que tiene un metal recuperable se pone en contacto con el agente de fijación que contiene tierras raras al agregar el agente de fijación que contiene tierras raras a la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable.
9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, adicionalmente CARACTERIZADO POR:
separar el metal recuperable de la solución que contiene arsénico.
10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2, 5 y 7, adicionalmente CARACTERIZADO POR:
separar el metal recuperable de los sólidos con arsénico agotado.
11. Un aparato para eliminar arsénico de una solución acuosa con un agente de fijación, CARACTERIZADO POR:
medios de recepción para recibir una solución que contiene arsénico que tiene un metal recuperable, los medios de recepción comprenden una zona de contacto que tiene un agente de fijación que contiene tierras raras

Sol. Colombiana No. 09-078882
Su Ref. No. CO 2637 PA
Nuestra Ref. No. 6062-36-PCO
2012-10-10

para poner en contacto la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable y fijar una porción del arsénico;

medios separadores para separación del agente de fijación cargado con arsénico de la solución con arsénico agotado, obtenidos en los medios de recepción; y

medios de recuperación de metal, conectados de forma operable a los medios de recepción, para separación del metal recuperable de la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable.

12. El aparato de la reivindicación 11, adicionalmente CARACTERIZADO POR:

medios de lixiviación para lixiviar arsénico de un material que tiene arsénico con un agente de lixiviación de arsénico, en donde el agente de lixiviación de arsénico lixivia una porción del arsénico a partir del material que tiene arsénico; y

medios separadores para separación de los sólidos con arsénico agotado de la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable, obtenidos en el paso anterior.

13. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, en donde el metal recuperable comprende un metal del Grupo IA, Grupo IIA, y los metales de transición y adicionalmente CARACTERIZADO POR:

medios de recuperación de metal conectados de forma operable a los medios de recepción para separación del metal recuperable de la solución con arsénico agotado.

14. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el medios de recuperación de metal es uno o ambos de un electrolizador y recipiente de precipitación, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende uno o más de cerio, lantano, y praseodimio, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras es insoluble, y en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende un compuesto insoluble que no reacciona con el metal recuperable.

15. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en donde la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable comprende menos de aproximadamente 20 ppm de arsénico y en donde el agente de lixiviación es un hidróxido.

Sol. Colombiana No. 09-078882
Su Ref. No. CO 2637 PA
Nuestra Ref. No. 6062-36-PCO
2012-10-10

16. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, adicionalmente CARACTERIZADO POR:

medios de filtración conectados a los medios de recepción, los medios de filtración para recibir el agente de fijación cargado con arsénico, en donde los medios de filtración están en comunicación fluida con una entrada de los medios de recepción; y

medios de reciclaje para transportar el filtrado desde los medios de filtración hasta los medios de recepción.

17. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, en donde el pH de la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable es menor de aproximadamente pH 7, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende dióxido de cerio, y adicionalmente CARACTERIZADO POR:

segundos medios de recepción para recibir la solución que contiene arsénico, los segundos medios de recepción comprenden una segunda zona de contacto que tiene un segundo agente de fijación que contiene tierras raras para poner en contacto la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable, en donde la solución con arsénico agotado se forma al fijar una porción del arsénico de la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable, en donde una porción del arsénico en la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable se fija al poner en contacto del segundo agente de fijación que contiene tierras raras con la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable;

segundos medios separadores para la separación del agente de fijación cargado con arsénico de la solución con arsénico agotado; y

medios colectores, en comunicación fluida con una entrada de cada uno de los medios de recepción, para controlar selectivamente uno o más de los siguientes:

i) un flujo de una corriente de proceso para cada uno de los medios de fijación de arsénico;

ii) un flujo de una corriente de compuerta a cada uno de los medios de fijación de arsénico; y

iii) un flujo del agente de fijación a cada uno de los medios de fijación de arsénico.

Sol. Colombiana No. 09-078882
Su Ref. No. CO 2637 PA
Nuestra Ref. No. 6062-36-PCO
2012-10-10

18. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 17, adicionalmente CARACTERIZADO POR:

Medios separadores para separar el metal recuperable de la solución que contiene arsénico.

19. El aparato de la reivindicación 12, adicionalmente CARACTERIZADO POR:

Medios separadores para separar el metal recuperable de los sólidos con arsénico agotado.

Sol. Colombiana No. 09-078882
Su Ref. No. CO 2637 PA
Nuestra Ref. No. 6062-36-PCO
2012-10-10

REIVINDICACIONES

1. Un método para eliminar arsénico de una solución acuosa con un agente de fijación, CARACTERIZADO POR:
 - poner en contacto una solución que contiene arsénico que tiene un metal recuperable con un agente de fijación que contiene tierras raras, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras fija una porción del arsénico;
 - separar el agente de fijación cargado con arsénico de la solución con arsénico agotado, obtenidos del paso anterior;
 - separar el metal recuperable de la solución con arsénico agotado.
2. El método de la reivindicación 1, adicionalmente CARACTERIZADO POR:
 - poner en contacto un material que tiene arsénico con un agente de lixiviación de arsénico;
3. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende dióxido de cerio, y en donde la solución que contiene arsénico se pone en contacto con el agente de fijación que contiene tierras raras al hacer fluir la solución que contiene arsénico a través de un lecho del agente de fijación que contiene tierras raras.
4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el metal recuperable comprende un metal del Grupo IA, Grupo IIA, y el metal de transición y en donde el metal recuperable se recupera mediante uno o más de electrólisis y precipitación.
5. El método de la reivindicación 2, en donde el agente de lixiviación comprende una o más de una sal inorgánica, un ácido inorgánico, un ácido orgánico, y un agente alcalino y en donde los sólidos con arsénico agotado comprenden un metal recuperable y adicionalmente CARACTERIZADO POR:
 - recuperar el metal recuperable a partir de los sólidos con arsénico agotado.

Sol. Colombiana No. 09-078882
Su Ref. No. CO 2637 PA
Nuestra Ref. No. 6062-36-PCO
2012-10-10

6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende un compuesto que contiene tierras raras insoluble, que no reacciona con el metal recuperable y en donde el compuesto que contiene tierras raras comprende uno o más de cerio, lantano, o praseodimio.
7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, en donde el agente de lixiviación comprende hidróxido de sodio, en donde la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable tiene un pH de más de aproximadamente pH 7 antes de poner en contacto la solución que contiene arsénico con el agente de fijación que contiene tierras raras, y en donde la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable comprende adicionalmente más de aproximadamente 1,000 ppm de sulfato cuando la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable se pone en contacto con el agente de fijación que contiene tierras raras.
8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende un compuesto que contiene cerio derivado de la descomposición térmica de un carbonato de cerio y en donde la solución que contiene arsénico que tiene un metal recuperable se pone en contacto con el agente de fijación que contiene tierras raras al agregar el agente de fijación que contiene tierras raras a la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable.
9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, adicionalmente CARACTERIZADO POR:
separar el metal recuperable de la solución que contiene arsénico.
10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2, 5 y 7, adicionalmente CARACTERIZADO POR:
separar el metal recuperable de los sólidos con arsénico agotado.
11. Un aparato para eliminar arsénico de una solución acuosa con un agente de fijación, CARACTERIZADO POR:
medios de recepción para recibir una solución que contiene arsénico que tiene un metal recuperable, los medios de recepción comprenden una zona de contacto que tiene un agente de fijación que contiene tierras raras

para poner en contacto la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable y fijar una porción del arsénico;

medios separadores para separación del agente de fijación cargado con arsénico de la solución con arsénico agotado, obtenidos en los medios de recepción; y

medios de recuperación de metal, conectados de forma operable a los medios de recepción, para separación del metal recuperable de la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable.

12. El aparato de la reivindicación 11, adicionalmente CARACTERIZADO POR:

medios de lixiviación para lixiviar arsénico de un material que tiene arsénico con un agente de lixiviación de arsénico, en donde el agente de lixiviación de arsénico lixivia una porción del arsénico a partir del material que tiene arsénico; y

medios separadores para separación de los sólidos con arsénico agotado de la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable, obtenidos en el paso anterior.

13. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, en donde el metal recuperable comprende un metal del Grupo IA, Grupo IIA, y los metales de transición y adicionalmente CARACTERIZADO POR:

medios de recuperación de metal conectados de forma operable a los medios de recepción para separación del metal recuperable de la solución con arsénico agotado.

14. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el medios de recuperación de metal es uno o ambos de un electrolizador y recipiente de precipitación, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende uno o más de cerio, lantano, y praseodimio, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras es insoluble, y en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende un compuesto insoluble que no reacciona con el metal recuperable.

15. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en donde la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable comprende menos de aproximadamente 20 ppm de arsénico y en donde el agente de lixiviación es un hidróxido.

16. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, adicionalmente CARACTERIZADO POR:

medios de filtración conectados a los medios de recepción, los medios de filtración para recibir el agente de fijación cargado con arsénico, en donde los medios de filtración están en comunicación fluida con una entrada de los medios de recepción; y

medios de reciclaje para transportar el filtrado desde los medios de filtración hasta los medios de recepción.

17. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, en donde el pH de la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable es menor de aproximadamente pH 7, en donde el agente de fijación que contiene tierras raras comprende dióxido de cerio, y adicionalmente CARACTERIZADO POR:

segundos medios de recepción para recibir la solución que contiene arsénico, los segundos medios de recepción comprenden una segunda zona de contacto que tiene un segundo agente de fijación que contiene tierras raras para poner en contacto la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable, en donde la solución con arsénico agotado se forma al fijar una porción del arsénico de la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable, en donde una porción del arsénico en la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable se fija al poner en contacto del segundo agente de fijación que contiene tierras raras con la solución que contiene arsénico que tiene el metal recuperable;

segundos medios separadores para la separación del agente de fijación cargado con arsénico de la solución con arsénico agotado; y

medios colectores, en comunicación fluida con una entrada de cada uno de los medios de recepción, para controlar selectivamente uno o más de los siguientes:

i) un flujo de una corriente de proceso para cada uno de los medios de fijación de arsénico;

ii) un flujo de una corriente de compuerta a cada uno de los medios de fijación de arsénico; y

iii) un flujo del agente de fijación a cada uno de los medios de fijación de arsénico.

Sol. Colombiana No. 09-078882
Su Ref. No. CO 2637 PA
Nuestra Ref. No. 6062-36-PCO
2012-10-10

18. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 17, adicionalmente CARACTERIZADO POR:

Medios separadores para separar el metal recuperable de la solución que contiene arsénico.

19. El aparato de la reivindicación 12, adicionalmente CARACTERIZADO POR:

Medios separadores para separar el metal recuperable de los sólidos con arsénico agotado.

MÉTODO Y APARATO PARA RECUPERAR UN METAL Y SEPARAR EL ARSÉNICO DE UNA SOLUCIÓN QUE CONTIENE ARSÉNICO

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere en general a la remoción de arsénico de materiales portadores de arsénico, y específicamente, a la fijación de arsénico de soluciones formadas a partir de dichos materiales.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presencia de arsénico en aguas, suelos y materiales de desecho se puede originar o haberse concentrado mediante reacciones geoquímicas, minería y operaciones de fundición, vertederos de desechos industriales, disposición de agentes químicos, así como también manufactura y uso de pesticidas con contenido de arsénico en el pasado. Debido a que la presencia de altos niveles de arsénico puede tener efectos carcinogénicos y otros efectos deletéreos en los organismos vivos y a que los humanos se encuentran principalmente expuestos al arsénico a través del agua potable, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y la Organización Mundial de la Salud han fijado el nivel máximo de contaminante (MCL) para arsénico en agua potable en 10 partes por billón (ppb). Como resultado, un problema que enfrentan las industrias tales como las de la minería, refinación de metales, fabricación de acero, fabricación de vidrio, química y petroquímica y de generación de energía es la reducción o remoción de arsénico de las corrientes, efluentes y subproductos de proceso.

El arsénico en forma inorgánica se presenta en los ambientes acuáticos principalmente como resultado de la disolución de arsénico en fase sólida tal como arsenolita (As_2O_3), anhídrido arsénico (As_2O_5) y realgar (AsS_2). El arsénico se presenta en agua en cuatro estados de oxidación o valencia, esto es, -3, 0, +3 y +5. En condiciones normales, el arsénico se encuentra disuelto en sistemas acuosos o acuáticos en los estados de oxidación +3 y +5, usualmente en la forma de arsenita (AsO_2^{-1}) y arsenato (AsO_4^{-3}). La remoción efectiva de arsénico mediante técnicas de coagulación requiere que el arsénico se encuentre en la forma de arsenato. La arsenita, en la cual el arsénico existe en el estado de oxidación +3, se remueve únicamente de manera parcial mediante técnicas de adsorción y coagulación debido a que su forma principal, el ácido arsenioso

(HAsO₂), es un ácido débil y permanece sin ionizarse a niveles de pH de entre 5 y 8 cuando la adsorción es más efectiva.

Se han utilizado varias tecnologías para remover arsénico de sistemas acuosos. Entre los ejemplos de dichas tecnologías, se incluyen adsorción en materiales de alta área superficial, tales como alúmina, carbón activado, óxido de lantano y dióxido de cerio, intercambio iónico con resinas de intercambio aniónico, precipitación y electrodialisis. En el caso de materiales sólidos o semisólidos, se han realizado esfuerzos para solidificar o estabilizar el arsénico in situ de modo de prevenir la migración hacia suelos circundantes o aguas subterráneas. Sin embargo, en razón de que dichos procedimientos de estabilización tienden a ser muy costosos, y en algunos casos no han sido probados, existe la necesidad de métodos y técnicas alternativos para manejar el arsénico en dichos materiales.

RESUMEN DE LA INVENCION

15

En una modalidad, la presente invención proporciona un método para recuperar un metal y separar el arsénico de una solución que contiene arsénico. El método incluye los pasos de poner en contacto una solución que contiene arsénico con un agente fijador en condiciones en las cuales por lo menos una porción del arsénico es fijada por el agente fijador para obtener una solución empobrecida en arsénico y un agente fijador enriquecido en arsénico, donde el agente fijador comprende un compuesto que contiene tierras raras; separar el agente fijador enriquecido en arsénico de la solución empobrecida en arsénico; y separar un metal recuperable de la solución que contiene arsénico o de la solución empobrecida en arsénico o de ambas.

25

El compuesto que contiene tierras raras puede incluir uno o más de cerio, lantano o praseodimio. En los casos en los que el compuesto que contiene tierras raras comprende un compuesto que contiene cerio, el compuesto que contiene cerio se puede obtener de la descomposición térmica de un carbonato de cerio. El compuesto que contiene tierras raras puede incluir dióxido de cerio. Cuando un metal recuperable se encuentra en solución en la solución que contiene arsénico, el agente fijador comprende un compuesto insoluble que no reacciona con el metal recuperable para formar un producto insoluble.

30

La solución que contiene arsénico puede ponerse en contacto con el agente fijador fluyendo la solución que contiene arsénico a través de un lecho del agente fijador o añadiendo el agente fijador a la solución que contiene arsénico. La solución que contiene arsénico puede tener un pH de más de alrededor de 7, o de más de alrededor de 9, o de más de alrededor de 10, cuando la solución que

35

contiene arsénico se pone en contacto con el agente fijador. En otras modalidades, la solución que contiene arsénico puede tener un pH de menos de alrededor de 7, o de menos de alrededor de 4, o de menos de alrededor de 3, cuando la solución que contiene arsénico se pone en contacto con el agente fijador. La solución que contiene arsénico puede incluir por lo menos alrededor de 1000 ppm de sulfato inorgánico cuando la solución que contiene arsénico se pone en contacto con el agente fijador.

La solución que contiene arsénico o la solución empobrecida en arsénico o ambas puede(n) incluir un metal recuperable. El metal recuperable puede incluir un metal del Grupo IA, Grupo IIA, Grupo VIII y los metales de transición. La separación del metal recuperable de la solución que contiene arsénico puede incluir el electrolizar o precipitar metal recuperable de la solución que contiene arsénico. La separación del metal recuperable de la solución empobrecida en arsénico puede incluir el electrolizar o precipitar el metal recuperable de la solución empobrecida en arsénico.

El método puede opcionalmente incluir los pasos de poner en contacto un material portador de arsénico con un agente lixiviador para formar una solución que contiene arsénico y sólidos empobrecidos en arsénico, y separar los sólidos empobrecidos en arsénico de la solución que contiene arsénico. El agente lixiviador puede incluir uno(a) o más de una sal inorgánica, un ácido inorgánico, un ácido orgánico y un agente alcalino. Cuando los sólidos empobrecidos en arsénico comprenden un metal recuperable, el método puede opcionalmente incluir el paso de añadir los sólidos empobrecidos en arsénico a una carga de alimentación en un proceso de refinación de metales para separar el metal recuperable.

En otra modalidad, la presente invención proporciona un aparato para recuperar un metal y separar el arsénico de una solución que contiene arsénico. El aparato incluye una unidad fijadora de arsénico para recibir una solución que contiene arsénico. La unidad fijadora de arsénico incluye una zona de contacto que tiene un agente fijador que comprende un compuesto que contiene tierras raras para ponerse en contacto con la solución que contiene arsénico y fijar por lo menos una porción del arsénico para obtener una solución empobrecida en arsénico y un agente fijador enriquecido en arsénico. La zona de contacto de la unidad fijadora de arsénico puede encontrarse dispuesta en un tanque, tubo, columna u otro recipiente adecuado.

El agente fijador comprende un compuesto que contiene tierras raras. El compuesto que contiene tierras raras puede incluir uno o más de cerio, lantano o praseodimio. En los casos en los que el compuesto que contiene tierras raras comprende un compuesto que contiene cerio, el compuesto que contiene cerio se

puede obtener de la descomposición térmica de un carbonato de cerio. El compuesto que contiene tierras raras puede incluir dióxido de cerio. Cuando un metal recuperable se encuentra en solución en la solución que contiene arsénico, el agente fijador comprende un compuesto insoluble que no reacciona con el metal recuperable para formar un producto insoluble.

Se proporciona un separador para separar el agente fijador enriquecido en arsénico de la solución empobrecida en arsénico.

El aparato incluye una unidad de recuperación de metales conectada de forma operable a la unidad fijadora de arsénico para separar un metal recuperable de la solución que contiene arsénico o de la solución empobrecida en arsénico o de ambas. La unidad de recuperación de metales puede incluir un electrolizador o un recipiente de precipitación o ambos.

El aparato puede opcionalmente incluir además una segunda unidad fijadora de arsénico que comprende una zona de contacto que tiene un agente fijador que comprende un compuesto que contiene tierras raras para ponerse en contacto con la solución que contiene arsénico y fijar por lo menos una porción del arsénico para obtener una solución empobrecida en arsénico. Cuando el aparato incluye una segunda unidad fijadora de arsénico, el aparato puede incluir un distribuidor (*manifold*) en comunicación fluida con una entrada de cada una de las unidades fijadoras de arsénico para controlar de forma selectiva un flujo de la solución que contiene arsénico hacia cada una de las unidades fijadoras de arsénico, para controlar de forma selectiva un flujo de una corriente de descarga hacia cada una de las unidades fijadoras de arsénico y/o para controlar de forma selectiva un flujo del agente fijador hacia cada una de las unidades fijadoras de arsénico.

El aparato puede opcionalmente incluir una unidad lixiviadora para contener un material portador de arsénico y poner en contacto el material portador de arsénico con un agente lixivador en condiciones en las cuales por lo menos se extrae una porción del arsénico para formar una solución que contiene arsénico y sólidos empobrecidos en arsénico. Se puede proporcionar un separador para separar la solución que contiene arsénico de los sólidos empobrecidos en arsénico.

El aparato puede opcionalmente incluir una unidad filtradora conectada a la unidad fijadora de arsénico para recibir el agente fijador enriquecido en arsénico y obtener un filtrado. La unidad filtradora puede opcionalmente encontrarse en comunicación fluida con una entrada de la unidad fijadora de arsénico para reciclar el filtrado hacia la unidad fijadora de arsénico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Se puede comprender la invención por referencia a la descripción siguiente en conjunción con las figuras adjuntas.

5 La Figura 1 es una representación en diagrama de flujo de un método de la presente invención.

La Figura 2A es una vista esquemática de un aparato de la presente invención.

10 La Figura 2B es una vista esquemática de un aparato de la presente invención.

La Figura 3 es una vista esquemática de un aparato de la presente invención.

La Figura 4 es una vista esquemática de un aparato de la presente invención.

15 Si bien la invención es susceptible de varias modificaciones y formas alternativas, se han mostrado modalidades específicas de la misma a manera de ejemplo en las figuras y se describen aquí en detalle. Se debe entender, no obstante, que la descripción de modalidades específicas no pretende limitar la invención a las formas particulares divulgadas, sino al contrario, la intención es
20 cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se encuentren dentro del espíritu y ámbito de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

25

A continuación se describen modalidades ilustrativas de la invención. Para mayor claridad, no se describen en esta descripción todas las características de una modalidad concreta. Se apreciará por supuesto que en el desarrollo de cada modalidad concreta, se deben realizar varias decisiones específicas de
30 implementación para alcanzar los objetivos específicos de quien la desarrolla, tales como el cumplimiento de restricciones relacionadas con el sistema o con motivos comerciales, que variarán de una implementación a otra. Más todavía, se apreciará que dicho esfuerzo de desarrollo será complejo y demandará tiempo, pero será sin embargo una tarea rutinaria para una persona versada en la materia
35 que tenga el beneficio de esta divulgación.

Se entenderá que el método y aparato que se describen aquí pueden utilizarse para tratar cualquier solución acuosa que contiene cantidades indeseables de arsénico. Entre los ejemplos de dichas soluciones, se incluyen,

entre otros, agua de pozo, aguas superficiales, tales como agua de lagos, estanques y pantanales, aguas agrícolas, corrientes de procesos industriales, aguas residuales y efluentes de procesos industriales, y soluciones formadas de desechos y subproductos industriales. Dichas soluciones se pueden formar lixiviando un material portador de arsénico. Entre los ejemplos de dichos materiales, se pueden incluir subproductos y materiales de desecho de industrias como minería, refinación de metales, fabricación de acero, fabricación de vidrio, química y petroquímica, así como también suelos contaminados, lodo de aguas residuales, y similares. Entre los ejemplos más específicos, se pueden incluir relaves mineros, residuos de procesos industriales, suelos contaminados por efluentes y descargas de dichos procesos, catalizadores agotados y lodo de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Si bien partes de la presente divulgación se refieren a la remoción de arsénico de relaves y residuos mineros de las operaciones hidrometalúrgicas, dichas referencias son ilustrativas y no deben interpretarse como limitantes.

La solución que contiene arsénico puede contener otros contaminantes inorgánicos, tales como selenio, cadmio, plomo, mercurio, cromo, níquel, cobre y cobalto, y contaminantes orgánicos. Los métodos divulgados pueden remover arsénico de dichas soluciones incluso cuando se encuentran presentes concentraciones elevadas de dichos contaminantes inorgánicos. Más específicamente, se puede remover efectivamente el arsénico de soluciones que comprenden más de alrededor de 1000 ppm de sulfatos inorgánicos.

La solución que contiene arsénico puede también contener concentraciones particularmente altas de arsénico. Las soluciones preparadas a partir de dichos materiales pueden contener más de alrededor de 20 ppb de arsénico y frecuentemente contienen más de 1000 ppb. Los métodos divulgados son efectivos para reducir dichos niveles de arsénico a cantidades menores a alrededor de 20 ppb, en algunos casos menores a alrededor de 10 ppb, en otros casos menores a alrededor de 5 ppb e incluso en otros casos menores a alrededor de 2 ppb.

Los métodos divulgados son también capaces para fijar efectivamente el arsénico de una solución en un amplio rango de niveles de pH, así como también a valores extremos de pH. Al contrario de muchas técnicas convencionales de remoción de arsénico, esta capacidad elimina la necesidad de alterar y/o mantener el pH de la solución dentro de un estrecho rango cuando se remueve el arsénico. Más todavía, se proporciona flexibilidad en el sentido de que se puede realizar la selección de materiales y procesos para lixiviar arsénico de un material portador de arsénico sin ninguna preocupación importante respecto del pH de la solución

resultante que contiene arsénico. Aún más, la eliminación de la necesidad de ajustar y mantener el pH al fijar el arsénico de una solución que contiene arsénico proporciona importantes ventajas en términos de costo.

En un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para recuperar un metal y separar el arsénico de una solución que contiene arsénico. El método incluye los pasos de poner en contacto una solución que contiene arsénico con un agente fijador en condiciones en las cuales por lo menos una porción del arsénico es fijada por el agente fijador para obtener una solución empobrecida en arsénico y un agente fijador enriquecido en arsénico, donde el agente fijador comprende un compuesto que contiene tierras raras; separar el agente fijador enriquecido en arsénico de la solución empobrecida en arsénico; y separar un metal recuperable de la solución que contiene arsénico o la solución empobrecida en arsénico o ambas.

La solución que contiene arsénico se pone en contacto con el agente fijador en un tanque, contenedor u otro recipiente adecuado para mantener dichas soluciones y materiales. La solución se encuentra a una temperatura y presión, usualmente condiciones ambientales, tales que la solución permanece en estado líquido. Se pueden también utilizar condiciones de elevada temperatura y presión. El tanque puede opcionalmente incluir un agitador u otros medios para promover la agitación y contacto entre la solución que contiene arsénico y el agente fijador. Ejemplos no limitativos de recipientes adecuados se describen en la patente de los Estados Unidos No. 6,383,395, cuya descripción se incorpora aquí por referencia.

El agente fijador puede ser cualquier compuesto que contiene tierras raras y que es efectivo para fijar arsénico en solución mediante precipitación, adsorción, intercambio iónico u otro mecanismo. El agente fijador puede ser soluble, poco soluble o insoluble en solución acuosa. En algunas modalidades, el agente fijador tiene un área superficial relativamente alta de por lo menos alrededor de $70 \text{ m}^2/\text{g}$, y en algunos casos más de alrededor de $80 \text{ m}^2/\text{g}$, e incluso en otros casos más de $90 \text{ m}^2/\text{g}$. El agente fijador puede sustancialmente encontrarse libre de arsénico antes de ponerse en contacto con la solución que contiene arsénico o puede encontrarse saturado parcialmente con arsénico. Cuando se encuentra parcialmente saturado, el agente fijador puede comprender entre alrededor de 0.1 mg y alrededor de 80 mg de arsénico por gramo de agente fijador.

El agente fijador puede incluir una o más tierras raras incluyendo lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio. Ejemplos específicos de dichos materiales que se han descrito como capaces de remover arsénico de soluciones acuosas incluyen compuestos de lantano trivalente (patente de los Estados Unidos

No. 4,046,687), sales solubles de metal lantánido (patente de los Estados Unidos No. 4,566,975), óxido de lantano (patente de los Estados Unidos No. 5,603,838), cloruro de lantano (patente de los Estados Unidos No. 6,197,201), mezclas de óxido de lantano y uno o más óxidos de otras tierras raras (patente de los Estados Unidos No. 6,800,204), óxidos de cerio (patente de los Estados Unidos No. 6,862,825); tamices moleculares mesoporosos impregnados con lantano (solicitud de patente de los Estados Unidos No. 20040050795) y poliacrilonitrilo impregnado con metales lantánidos u otros metales de tierras raras (solicitud de patente de los Estados Unidos No. 20050051492). Se debe también entender que se pueden obtener dichos agentes fijadores que contienen tierras raras de cualquier fuente conocida para las personas versadas en la materia.

En algunas modalidades, el compuesto que contiene tierras raras puede comprender uno o más de cerio, lantano o praseodimio. En los casos en los que el agente fijador comprende un compuesto que contiene cerio, el agente fijador puede obtenerse de carbonato de cerio. Más específicamente, se puede preparar dicho agente fijador descomponiendo térmicamente un carbonato de cerio u oxalato de cerio en un horno en presencia de aire. Cuando el agente fijador comprende dióxido de cerio, se prefiere generalmente utilizar partículas sólidas de dióxido de cerio, las cuales son insolubles en agua y relativamente resistentes al desgaste. Se pueden también utilizar compuestos de cerio solubles en agua tales como nitrato de amonio cérico, sulfato de amonio cérico, sulfato cérico y nitrato cérico como el agente fijador, especialmente en los casos en los que la concentración de arsénico en solución es alta.

Los agentes fijadores que contienen tierras raras de la presente invención son particularmente ventajosos por su habilidad para remover arsénico de una solución en un amplio rango de valores de pH y a valores extremos de pH. El pH de la solución que contiene arsénico puede ser de menos de alrededor de 7 cuando la solución que contiene arsénico se pone en contacto con la primera porción del agente fijador. Más específicamente, el pH de la solución que contiene arsénico puede ser de menos de alrededor de 4, y aún más específicamente, el pH de la solución que contiene arsénico puede ser de menos de alrededor de 3 cuando la solución que contiene arsénico se pone en contacto con la primera porción del agente fijador. En otras modalidades, el pH de la solución que contiene arsénico puede ser de más de alrededor de 7 cuando la solución que contiene arsénico se pone en contacto con la primera porción del agente fijador. Más específicamente, el pH de la solución que contiene arsénico puede ser de más de alrededor de 9, y aún más específicamente, el pH de la solución que contiene

arsénico puede ser de más de alrededor de 10 cuando la solución que contiene arsénico se pone en contacto con la primera porción del agente fijador.

En la medida en que es deseable ajustar o controlar el pH, se puede añadir una adición ácida y/o alcalina opcional a la solución como es bien conocido en la materia. La adición ácida puede incluir la adición de un ácido mineral como ácido clorhídrico o sulfúrico. La adición alcalina puede incluir la adición de hidróxido de sodio, carbonato de sodio, hidróxido de calcio, hidróxido de amonio y similares.

En los casos en los que el metal recuperable se encuentra en solución en la solución que contiene arsénico, el agente fijador es preferiblemente un compuesto insoluble que selectivamente adsorbe arsénico de la solución y no reacciona o reacciona sólo débilmente con el metal recuperable para formar un producto insoluble.

Opcionalmente, se puede utilizar también un agente fijador que no contiene un compuesto de tierras raras. Dichos agentes fijadores opcionales pueden incluir cualquier sólido, líquido o gel que es efectivo para fijar arsénico en solución mediante precipitación, adsorción, intercambio iónico u otro mecanismo. Estos agentes fijadores opcionales pueden ser solubles, poco solubles o insolubles en solución acuosa. Los agentes fijadores opcionales pueden incluir sólidos particulados que contienen cationes en el estado de oxidación +3 que reaccionan con el arsenato en solución para formar compuestos insolubles de arsenato. Entre los ejemplos de dichos sólidos, se incluyen alúmina, alúmina gamma, alúmina activada, alúmina acidificada como la alúmina tratada con ácido clorhídrico, óxidos metálicos que contienen aniones lábiles tales como oxiclورو de aluminio, aluminosilicatos cristalinos como zeolitas, sílice alúmina amorfa, resinas de intercambio iónico, arcillas como montmorillonita, sales férricas, cerámicas porosas. Los agentes fijadores opcionales pueden también incluir sales cálcicas como cloruro de calcio, hidróxido de calcio y carbonato de calcio, y sales de hierro como sales férricas, sales ferrosas o una combinación de las mismas. Entre los ejemplos de sales a base de hierro, se incluyen cloruros, sulfatos, nitratos, acetatos, carbonatos, yoduros, sulfatos de amonio, cloruros de amonio, hidróxidos, óxidos, fluoruros, bromuros y percloratos. En los casos en los que la sal de hierro es una sal ferrosa, se puede requerir también de una fuente de iones hidroxilo para promover la co-precipitación de la sal de hierro y el arsénico. Dichos proceso y materiales se describen con más detalle en la patente de los Estados Unidos No. 6,177,015, otorgada el 23 de enero de 2001 a Blakey et al. Se conocen en la técnica otros agentes fijadores opcionales y se pueden utilizar en combinación con los agentes fijadores que contienen tierras raras aquí descritos. Además, se debe

entender que se pueden obtener dichos agentes fijadores opcionales de cualquier fuente conocida para las personas versadas en la materia.

El agente fijador enriquecido en arsénico se separa de una solución empobrecida en arsénico en un separador. Se puede requerir de uno o más pasos para separar la solución de dichos sólidos líquidos. Se encuentra disponible una

variedad de opciones, que incluyen tamizado, sedimentación, filtración y centrifugación, dependiendo del tamaño y características físicas de los sólidos. Los sólidos particulados tales como agentes fijadores insolubles y compuestos insolubles que contienen arsénico se pueden separar de las varias

soluciones descritas aquí para su posterior procesamiento. Se puede utilizar cualquier técnica de separación de líquidos-sólidos, como tamizado, filtración, sedimentación por gravedad, centrifugación, hidrociclado o similares para remover dichos sólidos particulados. Se puede también añadir un floculante, coagulante o espesador adicional a la solución antes de que se remuevan los

sólidos particulados. Dichos agentes son útiles para alcanzar un tamaño de partícula deseado y mejorar las propiedades de sedimentación del agente fijador enriquecido en arsénico. Entre los ejemplos de coagulantes inorgánicos, se incluyen sulfato férrico, cloruro férrico, sulfato ferroso, sulfato de aluminio, aluminato de sodio, cloruro de polialuminio, tricloruro de aluminio, entre otros. También se pueden utilizar coagulantes y floculantes poliméricos orgánicos, tales como poliácridamidas (catiónicas, no iónicas y aniónicas), EPI-DMA's (epiclorhidrina- dimetilaminas), DADMAC's (cloruros de polidialildimetilamonio), polímeros de dicianidamida/formaldehído, polímeros de dicianidamida/amina, guar natural, etc.

Se puede opcionalmente dirigir el agente fijador enriquecido en arsénico a una unidad filtradora que se encuentra conectada al separador en donde se filtra el agente fijador para obtener un filtrado y sólidos enriquecidos en arsénico. Los sólidos se dirigen fuera de la unidad filtradora para su disposición apropiada o manejo posterior. La unidad filtradora tiene una salida en comunicación fluida con la unidad fijadora de arsénico para reciclar el filtrado hacia la zona de contacto donde se combina con una solución que contiene arsénico entrante y fresca y se pone en contacto con el agente fijador.

Los métodos de la presente invención incluyen el paso de separar un metal recuperable de la solución que contiene arsénico o de la solución empobrecida en arsénico o de ambas. En la forma en que se utiliza aquí, el metal recuperable puede incluir casi cualquier metal de interés, pero específicamente incluye metales del Grupo IA, Grupo IIA, Grupo VIII y los metales de transición.

Se puede separar el metal recuperable de una solución que contiene arsénico y/o una solución empobrecida en arsénico mediante una variedad de métodos. Se puede combinar la solución con una corriente de proceso o se la puede añadir a la carga de alimentación en un proceso de refinación de metales, tal como uno que utilice métodos electroquímicos. A manera de ejemplo, la separación de varios metales a través de procesos de electrefinación se describe en detalle en la patente de los Estados Unidos No. 6,569,224 otorgada el 27 de mayo de 2003 a Kerfoot et al. La electrodeposición y la electrefinación son procesos ampliamente utilizados para recuperar y refinar cobre, níquel, zinc, plomo, cobalto y dióxido de manganeso.

Otro método para separar un metal recuperable de una solución que contiene arsénico incluye precipitar el metal recuperable de la solución. Las reacciones de precipitación son ampliamente utilizadas para recuperar valores metálicos o para remover impurezas de corrientes y aguas residuales de proceso. Muchos procesos hidrometalúrgicos contienen uno o más pasos de precipitación. Por ejemplo, se utiliza hidróxido para precipitar hierro de corrientes ácidas, neutralizar corrientes ácidas para su disposición, recuperar hidróxido de níquel y de cobalto de las lejías residuales al sulfato y remover metales de aguas residuales. Los metales del grupo del platino también se recuperan de soluciones ácidas de lixiviación mediante precipitación. El sulfuro es otro compuesto común utilizado en los pasos de precipitación. El sulfuro de hidrógeno se utiliza para recuperar cobre de corrientes portadoras de cobre y níquel y cobalto de lejías ácidas residuales al sulfato. El sulfuro ácido de sodio y el sulfuro de calcio se utilizan ampliamente para remover zinc, cobre, plomo, plata y cadmio de corrientes de desecho. Por lo tanto, un aparato de la invención puede opcionalmente incluir un recipiente de precipitación. En dicha modalidad, se puede opcionalmente utilizar un separador como se describe aquí para separar los metales precipitados de la solución que contiene arsénico. Se puede tener una descripción más detallada de la precipitación en operaciones hidrometalúrgicas mediante referencia a www.hazenusa.com.

En algunas modalidades, se puede opcionalmente preparar la solución que contiene arsénico lixivando el arsénico del material portador de arsénico. Se pone en contacto el material portador de arsénico con un agente lixivador de arsénico para formar una solución que contiene arsénico y sólidos empobrecidos en arsénico. Se puede lixiviar el arsénico de sólidos tales como suelos contaminados, subproductos industriales y materiales de desecho mediante lixiviación o extracción para liberar el arsénico de dichos sólidos. Al interior de las industrias minera e hidrometalúrgica, la lixiviación se refiere a la disolución de metales u

otros compuestos de interés de una mena u otro sólido en una solución apropiada. Dependiendo de la naturaleza de los materiales portadores de arsénico, podría ser deseable el pretratamiento o procesamiento mediante trituración o molienda para promover la disolución y liberación de arsénico.

- 5 El agente lixiviador de arsénico puede incluir uno(a) o más de una sal inorgánica, un ácido inorgánico, un ácido orgánico y un agente alcalino. La selección del agente lixiviador dependerá de la naturaleza del material portador de arsénico y otros compuestos que se encuentren presentes. Entre los ejemplos específicos de sales inorgánicas como agentes lixivadores, se incluyen sales de
- 10 potasio, tales como fosfato de potasio, cloruro de potasio, nitrato de potasio y sulfato de potasio, perclorato de sodio y similares. Entre los ejemplos de ácidos inorgánicos que se pueden utilizar para lixiviar el arsénico de sólidos, se incluyen ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido clorhídrico, ácido perclórico y mezclas de los mismos. Los ácidos orgánicos como agentes lixivadores pueden
- 15 incluir ácido cítrico, ácidos acéticos y similares. Los agentes alcalinos pueden incluir hidróxido de sodio entre otros. Se puede tener una descripción más detallada de los agentes lixivadores de arsénico y su utilización mediante referencia a M. Jang et al., "Remediation Of Arsenic-Contaminated Solids And Washing Effluents", *Chemosphere*, 60, pp. 344-354, (2005); M. G. M. Alam et al.,
- 20 "Chemical Extraction of Arsenic from Contaminated Soil", *J. Environ Sci Health A Tox Hazard Subsidi Environ Eng.*, 41 (4), pp. 631 -643 (2006); y S.R. Al-Abed et al., "Arsenic Release From Iron Rich Mineral Processing Waste; Influence of pH and Redox Potential", *Chemosphere*, 66, pp. 775-782 (2007).

- El material portador de arsénico se pone en contacto con el agente
- 25 lixiviador para formar una pasta en un tanque, contenedor u otro recipiente adecuado para mantener dichas soluciones y materiales. Se pueden incluir bombas, agitadores u otros medios adecuados para promover la agitación y contacto entre el agente lixiviador y los materiales portadores de arsénico. Más específicamente, se puede poner en contacto el material portador de arsénico con
- 30 el agente lixiviador de arsénico en un tanque abierto, un recipiente de presión a temperaturas elevadas, o fluyendo o percolando el agente lixiviador a través del material portador de arsénico y recogiendo la solución que contiene arsénico que se emite de allí. En los casos en los que la lixiviación requiere de elevadas temperaturas y presiones para alcanzar las extracciones deseadas de arsénico, se
- 35 puede utilizar una autoclave. Entre los ejemplos de esto, se incluyen oxidación a presión de menas y concentrados que contienen sulfuro, lixiviación ácida a alta presión de lateritas de níquel y oxidación por aire húmedo de sustancias orgánicas. Los reactores discontinuos y continuos contruidos de acero inoxidable,

titanio y otros materiales resistentes a la corrosión se encuentran disponibles en el comercio para dichos procesos. Se puede tener una descripción más detallada de la lixiviación en aplicaciones hidrometalúrgicas mediante referencia a www.hazenusa.com.

5 Luego de la lixiviación del arsénico, la solución que contiene arsénico se separa de los materiales insolubles, a los que se refiere aquí como sólidos empobrecidos en arsénico. Se puede requerir de uno o más pasos para separar la solución de dichos sólidos líquidos. Se encuentra disponible una variedad de opciones, que incluyen tamizado, sedimentación, filtración y centrifugación, 10 dependiendo del tamaño y características físicas de los sólidos.

En otra modalidad, la presente invención proporciona un aparato para recuperar un metal y separar el arsénico de una solución que contiene arsénico. El aparato incluye una unidad fijadora de arsénico para recibir una solución que contiene arsénico. La unidad fijadora de arsénico incluye una zona de contacto 15 que tiene un agente fijador que comprende un compuesto que contienen tierras raras para ponerse en contacto con la solución que contiene arsénico y fijar por lo menos una porción del arsénico para obtener una solución empobrecida en arsénico y un agente fijador enriquecido en arsénico. La zona de contacto de la unidad fijadora de arsénico puede encontrarse dispuesta en un tanque, tubo, 20 columna u otro recipiente adecuado.

El agente fijador comprende un compuesto que contiene tierras raras. El compuesto que contiene tierras raras puede incluir uno o más de cerio, lantano o praseodimio. En los casos en los que el compuesto que contiene tierras raras comprende un compuesto que contiene cerio, el compuesto que contiene cerio se 25 puede obtener de la descomposición térmica de un carbonato de cerio. El compuesto que contiene tierras raras puede incluir dióxido de cerio. Cuando un metal recuperable se encuentra en solución en la solución que contiene arsénico, el agente fijador comprende un compuesto insoluble que no reacciona con el metal recuperable para formar un producto insoluble.

30 Se proporciona un separador para separar el agente fijador enriquecido en arsénico de la solución empobrecida en arsénico.

El aparato incluye una unidad de recuperación de metales conectada de forma operable a la unidad fijadora de arsénico para separar un metal recuperable de la solución que contiene arsénico o de la solución empobrecida en arsénico o 35 de ambas. La unidad de recuperación de metales puede incluir un electrolizador o un recipiente de precipitación o ambos.

El aparato puede opcionalmente incluir además una segunda unidad fijadora de arsénico que comprende una zona de contacto que tiene un agente

25
fijador que comprende un compuesto que contiene tierras raras para ponerse en
contacto con la solución que contiene arsénico y fijar por lo menos una porción del
arsénico para obtener una solución empobrecida en arsénico. Cuando el aparato
incluye una segunda unidad fijadora de arsénico, el aparato puede incluir un
5 distribuidor (*manifold*) en comunicación fluida con una entrada de cada una de las
unidades fijadoras de arsénico para controlar de forma selectiva un flujo de la
solución que contiene arsénico hacia cada una de las unidades fijadoras de
arsénico, para controlar de forma selectiva un flujo de una corriente de descarga
hacia cada una de las unidades fijadoras de arsénico y/o para controlar de forma
10 selectiva un flujo del agente fijador hacia cada una de las unidades fijadoras de
arsénico.

El aparato puede opcionalmente incluir una unidad lixiviadora para poner en
contacto el material portador de arsénico con un agente lixivador en condiciones
en las cuales por lo menos se extrae una porción del arsénico para formar una
15 solución que contiene arsénico y sólidos empobrecidos en arsénico. Se puede
proporcionar un separador para separar la solución que contiene arsénico de los
sólidos empobrecidos en arsénico.

El aparato puede opcionalmente incluir una unidad filtradora conectada a la
unidad fijadora de arsénico para recibir el agente fijador enriquecido en arsénico y
20 obtener un filtrado. La unidad filtradora puede opcionalmente encontrarse en
comunicación fluida con una entrada de la unidad fijadora de arsénico para reciclar
el filtrado hacia la unidad fijadora de arsénico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

25 La Figura 1 es una representación en diagrama de flujo del método 100. El
método 100 incluye el paso 115 donde la solución que contiene arsénico se pone
en contacto con el agente fijador en condiciones en las cuales por lo menos una
porción del arsénico es fijada por el agente fijador para obtener una solución
30 empobrecida en arsénico y un agente fijador enriquecido en arsénico, donde el
agente fijador comprende un compuesto que contiene tierras raras. En el paso
120, el agente fijador enriquecido en arsénico se separa de la solución
empobrecida en arsénico. En el paso 135, un metal recuperable se separa de la
solución que contiene arsénico o de la solución empobrecida en arsénico o de
35 ambas.

La Figura 2A es una vista esquemática del aparato 200A. El aparato 200A
incluye la unidad lixiviadora opcional 205A para preparar una solución que
contiene arsénico 201^a a partir del material portador de arsénico 201A y agente de

lixiviación 203A. El separador 210A separa una solución que contiene arsénico formado en una unidad 205A de los sólidos con arsénico agotado. Los sólidos empobrecidos en arsénico pueden ser transportados en la vía 230A hacia la unidad de recuperación de metales 235A. La solución que contiene arsénico se dirige a través de la tubería 214A hacia la unidad fijadora 280A, la cual tiene la zona de contacto 215A. El agente fijador en la zona de contacto 215A fija y remueve el arsénico de la solución para obtener una solución empobrecida en arsénico. El separador 220A separa la solución empobrecida en arsénico del agente fijador enriquecido en arsénico. La solución empobrecida en arsénico se dirige hacia la unidad de recuperación de metales 235A a través de la vía 225B.

La Figura 2B es una vista esquemática del aparato 200B. El aparato 200B incluye la unidad de lixiviación 205B para preparar una solución que contiene arsénico a partir del material portador de arsénico 201B y un agente de lixiviación 203B. El separador 210B separa una solución que contiene arsénico formada en la unidad 205B de los sólidos con arsénico agotado. La solución que contiene arsénico se dirige a través de la tubería 210B al recipiente de precipitación 235B donde se precipita un metal recuperable con un agente de precipitación 233B de la solución que contiene arsénico. La solución que contiene arsénico se separa de los metales precipitados mediante el separador 231B y se dirige hacia la unidad fijadora 280B a través de la vía 214B. La unidad fijadora 280B tiene la zona de contacto 215B. El agente fijador en la zona de contacto 215B fija y remueve el arsénico de la solución para obtener una solución empobrecida en arsénico. El separador 220B separa la solución empobrecida en arsénico del agente fijador enriquecido en arsénico, la cual se dirige fuera de la unidad fijadora mediante a través de la tubería 225B.

La Figura 3 es una vista esquemática del aparato 300 que incluye las unidades fijadoras de arsénico 380A y 380B y la unidad filtradora 340. Como se ilustra, el aparato 300 incluye el distribuidor 360 y una pluralidad de columnas 370A y 370B. Las columnas tienen las zonas de contacto 315A y 315B y los separadores 320A y 320B, respectivamente. El distribuidor 360 recibe la solución que contiene arsénico a través de la vía 314, una solución de descarga a través de la vía 312 y agente fijador fresco a través de la vía 313. El distribuidor 360 controla de forma selectiva el flujo de cada uno de estos materiales hacia las columnas 370A y 370B a través de las vías 362A y 362B respectivamente. Las válvulas (no mostradas) en el fondo de cada una de las columnas 370A y 370B controlan el flujo de la solución empobrecida en arsénico o del agente fijador enriquecido en arsénico de las columnas.

Cuando el agente fijador en la columna 370A se satura y requiere ser reemplazado, el distribuidor 360 interrumpe el flujo de la solución que contiene arsénico hacia la columna 370A. Se acciona la válvula (no mostrada) al fondo de la columna 370A para permitir que el agente fijador enriquecido en arsénico fluya
5 hacia fuera a través de la vía 321 hacia la unidad filtradora 340. El distribuidor 360 dirige una corriente o solución de descarga al interior de la columna 370A para lavar el agente fijador residual de la columna. El agente fijador en pasta se dirige igualmente hacia la unidad filtradora 340 donde se obtienen un filtrado y sólidos enriquecidos en arsénico. El filtrado se dirige de vuelta al distribuidor 360 a través
10 de la vía 341 donde se combina con una solución fresca que contiene arsénico que entra al distribuidor. Los sólidos enriquecidos en arsénico se transportan hacia fuera de la unidad filtradora 340 en la vía 343 para su disposición o manejo. La válvula que se encuentra al fondo de la columna 370A se cierra y el distribuidor 360 dirige un flujo de agente fijador fresco en la zona de contacto 315A. Mientras
15 esta operación se encuentra en marcha, el distribuidor 360 mantiene el flujo de la solución que contiene arsénico hacia el interior de la columna 370B de modo de conseguir un proceso continuo para remover arsénico de la solución. La solución empobrecida en arsénico separada del agente fijador en la columna 370B se dirige entonces hacia fuera a través de la vía 325 para su posterior procesamiento o
20 disposición.

La Figura 4 ilustra el aparato 400 que incluye el tanque 415, el separador 420, la unidad filtradora 440 y la unidad de recuperación de metales 435. Una solución que contiene arsénico 414 se dirige hacia el interior del tanque 415 que contiene un agente fijador. El agente fijador produce una solución empobrecida en
25 arsénico y un agente fijador enriquecido en arsénico que se dirigen a través de la vía 417 hacia el separador 420. El agente fijador enriquecido en arsénico sedimenta al fondo y la solución empobrecida en arsénico se dirige a través de una salida de desbordamiento (*overflow*) hacia la vía 425 y se dirige hacia la unidad de recuperación de metales 435. El agente fijador enriquecido en arsénico
30 se dirige a través de la vía 421 hacia una unidad filtradora donde se obtienen un filtrado y sólidos enriquecidos en arsénico. Los sólidos se dirigen hacia fuera de la unidad de filtración a través de la vía 443 y el filtrado se recicla a través de la tubería 441 hacia una entrada del tanque 415. Opcionalmente, en los casos en los que la unidad de recuperación de metales produce una solución que contiene
35 arsénico, la solución puede dirigirse hacia una entrada del tanque 415 a través de la vía 450".

Las modalidades particulares descritas arriba son únicamente ilustrativas, pues la invención puede modificarse y practicarse de maneras diferentes pero

equivalentes, evidentes para las personas versadas en la técnica que tengan el beneficio de las presentes enseñanzas. Es más, no se pretende ninguna limitación a los detalles de construcción o diseño aquí mostrados, salvo las que se describen en las reivindicaciones que siguen. Es por lo tanto evidente que se pueden alterar y modificar las modalidades particulares divulgadas arriba y que todas estas variaciones se consideran dentro del ámbito y espíritu de la invención. En consecuencia, la protección que aquí se busca es como consta en las reivindicaciones que siguen. P

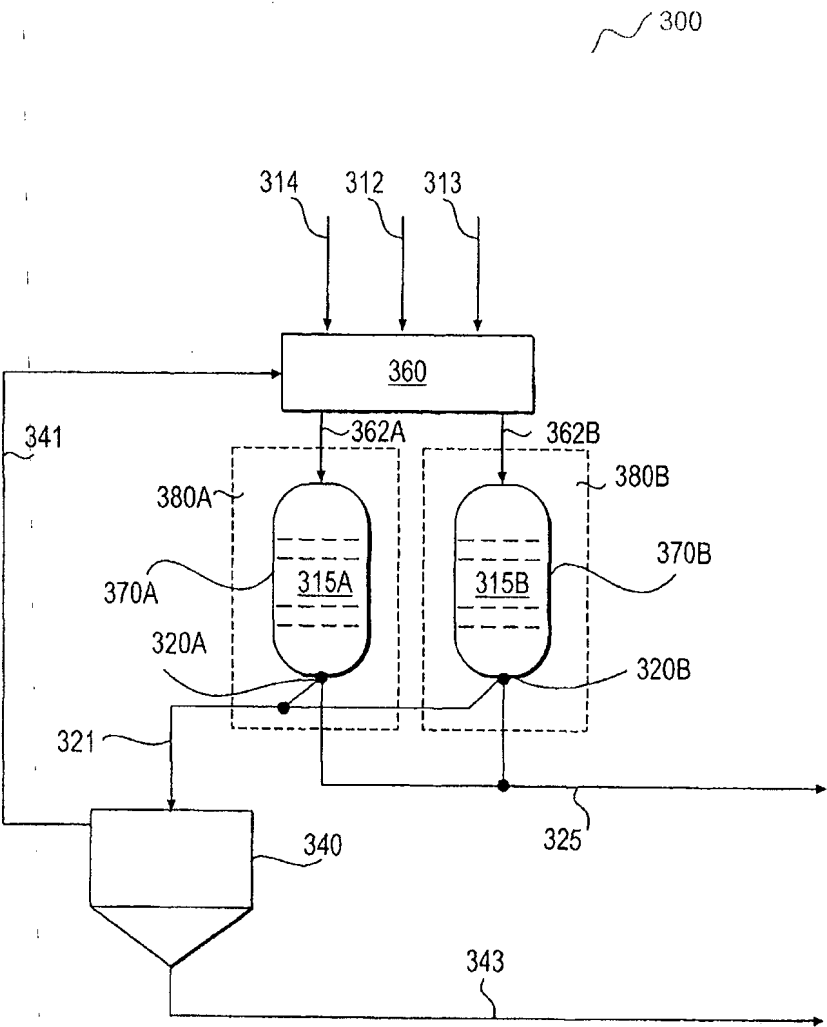


FIG. 3