IMPI
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

(11) **MX 2014015397 A**

(12) **SOLICITUD de PATENTE**

(43) Fecha de publicación: **08/06/2016**
(22) Fecha de presentación: **09/12/2014**
(21) Número de solicitud: **2014015397**

(51) Int. Cl: ***C01G 9/06*** *(2006.01)*
C22B 3/00 (2006.01)

(71) Solicidante:
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA, S.C.
Parque Tecnológico Querétaro S/N 76703 PEDRO ESCOBEDO Queretaro MX

(72) Inventor(es):
RENE ANTAÑO LOPEZ
Parque Tecnológico Querétaro S/N PEDRO ESCOBEDO Queretaro 76703 MX
JORGE MORALES HERNANDEZ
JULIETA TORRES GONZALEZ
FEDERICO CASTAÑEDA ZALDIVAR
IVAN RAMON TEROL VILLALOBOS
ROBERTA MARTINEZ HADDAD
ANAHI SILVA SANCHEZ

(74) Representante:
CLAUDIA RÍOS ÁLVAREZ
Camino a los Olvera No.44 Corregidora Queretaro 76904 MX

(54) Título: **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE ZINC A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS DE GALVANOPLASTÍA.**

(54) Title: **PROCESS FOR EXTRACTING ZINC FROM SOLID RESIDUES OF ELECTROPLATING.**

(57) Resumen

La presente invención consiste en un proceso de extracción de Zinc a partir de residuos provenientes de procesos de galvanoplastia, utilizando un sistema acuoso de dos fases (ATPS). Asimismo la invención se refiere a los compuestos utilizados en el sistema ATPS en concentraciones adecuadas. Los compuestos consisten en a) un polímero polietilenglicol de peso molecular promedio 3350, b) una sal de sulfato de sodio (Na2SO4), c) un ligante de tiocianato de potasio (KSCN). Todos los componentes están presentes en concentraciones adecuadas para extraer el Zinc en forma de complejo ZNCS +, Con recuperaciones mayores al 90 % peso/peso.

(57) Abstract

The present invention relates to a process for the extraction of Zinc from residues resulting from electroplating processes, using an aqueous system of two phases (ATPS). The invention also relates to the compounds used in the ATPS system in suitable concentrations. The compounds comprise a) a polyethylene glycol polymer with an average molecular weight of 3350, b) a salt of sodium sulfate (Na2SO4), c) a binder of potassium thiocyanate (KSCN). All components are present in concentrations suitable for extracting Zinc in the form of complex ZNCS +, with recoveries greater than 90% weight/weight.

03 DIC. 2014

PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE ZINC A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS DE GALVANOPLASTÍA.

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se relaciona con la industria de la galvanoplastia. Más específicamente con el proceso de extracción de Zinc (Zn) a partir de residuos sólidos producidos durante el proceso de galvanizado, que pueden ser precipitados de los baños y/o lodos de las plantas de tratamiento, considerando un sistema acuoso de dos fases (ATPS, por sus siglas en inglés).

Asimismo, la presente invención se refiere a la característica de que el complejo metálico de Zn obtenido en el sistema ATPS es susceptible de ser utilizado en procesos de galvanoplastía para obtener recubrimientos.

09 DIC. 2011
REGISTRO

OBJETIVOS DE LA INVENCIÓN

El primer objetivo de la presente invención es proveer un proceso de extracción de Zn por medio de un sistema acuoso de dos fases (ATPS).

El segundo objetivo de la presente invención es recuperar el Zn a partir de residuos de galvanoplastia, en forma de un complejo compatible con los procesos de galvanoplastia.

El tercer objetivo de la presente invención es proveer de un proceso de extracción de Zn amigable con el medio ambiente, de bajo costo y fácilmente escalable a nivel industrial, que presente la característica de volver a utilizarse en procesos de galvanoplastia.

ANTECEDENTES

La presente invención se refiere a un proceso de extracción de Zinc (Zn) a partir de residuos sólidos producidos durante el proceso de galvanizado, utilizando un sistema acuoso de dos fases (ATPS).

09 DIC. 2014

Actualmente existen una gran variedad de procesos para la recuperación de metales, tales como los métodos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, precipitación química, procesos electroquímicos, membranas de ultrafiltración, resinas de intercambio iónico, procesos de adsorción, ósmosis inversa, electrodeposición y flotación, carbón activado, biosorción, neutralización, digestión ácida, digestión ácida reductiva, extracción con solventes, extracción sólido-gas, extracción por fluidos supercríticos, extracción sólido-líquido-sólido, extracción secuencial; técnicas que en mayor o menor medida generan emisiones contaminantes al medio ambiente por los procesos químicos o las sustancias químicas que se involucran en cada uno de los procesos de recuperación previamente mencionados (Morgan and Lee 1997; Zhang, Yokoyama *et al.* 1999; Vanstaden and Taljaard 2004; Silva, Paiva *et al.* 2005; Di Palma and Mecozzi 2007; Cui and Zhang 2008; Olguín 2008; Alonso, Aparicio *et al.* 2009; Sayilgan, Kukrer *et al.* 2009; Sprynskyy 2009; Vahidi, Rashchi et al. 2009; Das 2010; Meawad, Bojinova *et al.* 2010; Diban, Mediavilla *et al.* 2011; Morizono, Oshima *et al.* 2011; Pérez 2012). Estos métodos ya han sido estudiados para la remoción de metales.

03 DIC. 2014

La eficacia de estos métodos depende principalmente de la concentración de metales en el residuo así como del estado líquido o sólido.

Los sistemas de extracción líquido-líquido han demostrado ser de las técnicas más utilizadas para la separación y concentración de iones metálicos en un solvente orgánico inmiscible en agua. Una de las desventajas del proceso de extracción es que los solventes orgánicos usados son tóxicos, flamables y volátiles, además de tener un costo elevado y generar residuos peligrosos.

Debido a esto, se ha estimulado el desarrollo de técnicas de extracción más seguras y amigables con el medio ambiente. Inicialmente la técnica fue desarrollada para la recuperación primaria y purificación parcial de una gran variedad de productos biológicos tales como proteínas, materiales genéticos, nanopartículas, fitoquímicos, así como células y organocélulas nuevas.

La técnica de extracción líquido-líquido basada en un sistema acuoso de dos fases ha demostrado ser altamente efectiva en la extracción de iones metálicos y tiene un costo de inversión bajo debido a que el mayor componente del sistema es agua, esto provee una tecnología de extracción que elimina la

03 DIC. 2014

necesidad del uso de compuestos orgánicos volátiles, es amigable con el medio ambiente y es catalogado como química verde, además la técnica es fácilmente escalable (Benavides, Rito-Palomares *et al.* 2004; Rodrigues, da Silva *et al.* 2008; Lacerda, Mageste *et al.* 2009; Benavides, Rito-Palomares *et al.* 2011; Bulgariu and Bulgariu 2011; Morizono, Oshima *et al.* 2011; Patrício, Mesquita *et al.* 2011).

Recientemente los sistemas ATPS han sido utilizados para la recuperación de metales. Las investigaciones realizadas han demostrado que la técnica tiene altos porcentajes de recuperación, y para el caso específico del Zinc se obtienen porcentajes de recuperación superiores al 90% (Rogers and Eiteman 1995; Shibukawa, Nakayama *et al.* 2001; Bulgariu and Bulgariu 2008; Rodrigues, da Silva *et al.* 2008; Lacerda, Mageste *et al.* 2009; Bulgariu and Bulgariu 2011).

Los sistemas ATPS son formados por dos componentes que al ser combinados sobre concentraciones críticas el resultado es la formación de dos fases líquidas inmiscibles (Rogers and Eiteman 1995).

Los sistemas ATPS pueden ser categorizados en 5 grandes grupos de acuerdo a sus constituyentes: 1) Sistema polímero-polímero, 2) Sistema polímero-sal, 3) Sistema alcohol-sal, 4)

Sistemas micelares y 5) Sistemas basados en líquidos iónicos (Benavides, Rito-Palomares *et al.* 2004).

Liliana Hernández P., *et al* (2011), en su artículo "Extracción líquido-líquido de Zn (II) en diferentes medios empleando como extractante el líquido iónico Cyphos IL 109", Memorias del XX congreso internacional en metalurgia extractiva, reportan la extracción de Zn(II) a partir de medio Sulfato, mediante extracción líquido-líquido, utilizando como extractante al trihexil tetradecilfosfonio bis-(trifluorometilsulfonil) imida (Cyphos IL 109) a una concentración de 0.1M, disuelto en queroseno y decanol como agente modificador. Las variables estudiadas fueron: el medio de extracción, ya que puede llevarse a cabo con Ácido Clorhídrico (HCl), Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) y (NH_4/NH_3) a distintas concentraciones, el pH, y la proporción de decanol/queroseno (10, 30, 50, 70, 90 y 100% en mezcla volumen/volumen). Los resultados obtenidos mostraron que la transferencia de Zn(II) a la fase orgánica fue mejor al trabajar en medio NH_4/NH_3 (50/50%) que en medio ácido; obteniendo porcentajes de extracción de 99% a pH 9.2, cuando se utilizó como fase orgánica una solución de Cyphos IL 109 disuelto en queroseno con 30% de decanol.

03 DIC. 2014

En el documento de patente JP57-120632, se describe método para recuperar Zinc de sustancias que lo contengan, este método es de bajo costo por añadir Tiocianato de amonio en solución acuosa para separar el Zn como Tiocianato de Zinc ($Zn(SCN)_2$), acto seguido se oxida obteniendo por cristalización debajo del punto de enfriamiento de Óxido de Zinc (ZnO), y añadiendo el ion Sulfuro (S_2) para filtrar después de la cristalización para recuperarlo en forma de Sulfuro de Zinc (ZnS). Este método se diferencia de la presente invención en que suprime el uso de Tiocinanato de amonio que no es compatible con procesos de galvanoplastia.

Fazlul Bari *et al.*, (2009) en su artículo "Extraction and separation of Cu(II), Ni(II) and Zn(II) by sol–gel silica immobilized", reporta un método para la extracción y separación de Cu(II), Ni(II) y Zn(II) de solución acuosa formada por sulfatos y acetatos, utilizado una fase solida con sol-gel sílica teniendo inmovilizado el extractante comercial Cyanex 272. Se encontró que se puede extraer alrededor de un 95% de Zn(II) en un pH 3, 99% de Cu(II) a pH 5.3 y Ni (II) a pH 6.2. De igual forma se logró la regeneración de extractante y se obtuvo en 5 ciclos. Este método se diferencia de la presente invención en que utiliza una fase sólida sol-gel sílica con el

09 DIC. 2014

extractante comercial Cyanex 272, que no es compatible con procesos de galvanoplastia.

En los documentos de patente US3787301 y GB1344954, se describe el método líquido-líquido como un paso dentro de una secuencia para producir Níquel de alta pureza a partir de minerales de óxido de níquel. El mineral se lixivia en ácido sulfúrico, se agrega un agente para precipitar y obtener un hidróxido de níquel. Utilizan un sistema líquido-líquido para purificar el níquel, utilizando sales de sulfonio, posteriormente se realiza una electrolisis para obtener níquel de alta pureza. En la presente invención, trata la recuperación de Zn en un solo paso, utiliza un agente que es diferente a las sales de sulfonio que no son compatible con los procesos de galvanoplastia.

En el documento de patente GB1371302A se describe el método para la remoción selectiva de cloruro de Zn a partir de una solución acuosa que contiene iones Zn, iones cloruros y sulfatos por una extracción líquido-líquido. En este caso utilizan un solvente orgánico que es el Tiocianato de tetrahidrocarbilamonio lo que favorece la extracción.

La patente GB 1504894A menciona un proceso para extraer metales de valor a partir de soluciones de sales metálicas, en particular para un proceso en el que el metal es extraído en

03 DIC. 2014

forma de un complejo con un agente complejante monodentado. Este método es aplicado para extraer metales a partir de minerales. En este caso la solución acuosa está en presencia de iones halógeno o seudohalógeno con una solución con un solvente orgánico inmiscible en agua.

La patente US 3976742 hace referencia a un proceso de extracción de metales utilizando tiocianatos cuaternarios de amonio. Este compuesto funciona para extraer selectivamente metales como cobalto, cobre, hierro, zinc; a partir de soluciones acuosas que contienen níquel. En la presente invención se utiliza Tiocianato de Sodio que hace que el complejo formado, Tiocianato de Zinc sea compatible con los procesos de galvanoplastia.

En los últimos 10 años se ha incursionado en la exploración de la aplicación de los ATPS en la extracción de metales, dentro de la revisión bibliográfica se pueden mencionar que existen dos grandes grupos de publicaciones: las que prueban diferentes ligantes para la extracción de metales y los que explican el comportamiento de las fases de ATPS.

Guilherme Dias Rodrigues *et al* (2008) en el artículo "Liquid-liquid extraction of metal ions without use of organic solvent" reportan la aplicación de ATPS como medio para la extracción

09 DIC. 2004

de metales, en éste caso utilizando un copolimero triblock (L35) y la sal Na_2SO_4 a 25°C. Lo anterior para formar el ATPS, a partir de la experimentación con cada metal como como Ni(II), Fe(III), Cd(II), Co(II), Zn(II) y Cu(II), utilizando dos tipos de extractantes, Tiocianato (SCN) y Ioduro (I) los cuales son solubles en agua y 1-nitroso-2-naphthol (1N2N) que es parcialmente soluble en agua. De aquí resulta que el ion SCN es altamente afín al Zn logrando una extracción del 100% agregando 5mmol de ligante a una solución conteniendo 25.00 $mg \cdot kg^{-1}$ de Zn. Del mismo modo el ion SCN^- logra una extracción del 35% de Níquel. El ion Ioduro no muestra afinidad por Níquel y Zinc, y con el ligante 1N2N se obtiene un porcentaje de extracción de un 20% para Níquel y no se obtiene extracción para el caso del Zinc.

Masami Shibukawa, *et al* (2001) en el artículo "Extraction behaviour of metal ions in aqueous polyethylene glycol-sodium sulphate two-phase systems in the presence of iodide and thiocyanate ions" reportan el uso de un Polietilenglicol 4000 y la sal Na_2SO_4 a 25°C para formar el ATPS, utilizando como ligantes el Tiocianato y Ioduro. En la presente invención se utiliza polietilenglicol 3350 que reacciona selectivamente con el Zinc.

03 DIC. 2014

Guillerme Dias Rodrigues, *et al* (2013) en su artículo "Aplication of hydrophobic extractant in aqueous two-phase systems for selective extraction of colbalt, nickel and cadmium" reporta el estudio de un sistema ATPS (L64 - $Na_2 \cdot C_4H_4O_6$) que puede ser utilizado para extraer selectivamente Níquel de una mezcla con Cobalto y Cadmio, utilizando como ligante el 1N2N, obteniendo la mejor respuesta (100% extracción de Ni) trabajando a un pH=1. En este caso no tienen presente el Zinc, por lo que no se menciona su reacción.

Carolina P. Carvalho, *et al.*, (2007), en su artículo "Equilibrium data for PEG 4000+Salt+ater systems from (278.15 to 318.15) K", hace mención a un sistema líquido-líquido utilizando PEG 4000 y diferentes sales, sulfato de sodio, sulfato de litio y fosfato de potasio. Reporta la influencia de la temperatura, del tipo de sales y su concentración en el sistema. No se menciona la aplicación de estos sistemas en un metal en particular.

Luis Henrique Mendes da Silva, *et al* (2005) en el artículo "Equilibrium phase behavior of triblock copolymer+salt+water two-phase systems at different temperaturas and pH", menciona la formación de un sistema formado con un copolímero denominado triblock (L35 de 1900 $g \cdot mol^{-1}$ y F68 de 8400 $g \cdot mol^{-1}$), fosfato de potasio y agua. Describe el

09 DIC. 2014

comportamiento del sistema con respecto a la variación de temperatura y pH. No se hace aplicación a un metal en particular.

El sistema aquí referido es el Polímero-Sal, los constituyentes seleccionados fueron el polímero polietilenglicol (PEG) y la sal sulfato de sodio (Na_2SO_4). Además estos sistemas refieren el uso restringido de agentes extractantes inorgánicos solubles en agua. La función del agente extractante es ser selectivo al metal de interés y formar un complejo metálico que será particionado a la fase superior (fase enriquecida en polímero) del sistema donde será extraído.

PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER

Con base en lo descrito, existen ya tecnologías para recuperación de metales a partir de residuos de galvanoplastía; sin embargo, estas tecnologías adicionan componentes ajenos a los que ya contienen los baños, lo que provoca la generación de otros productos secundarios.

03 DIC. 2014

Asimismo, ninguna de estas tecnologías propone una solución que pueda ser incorporada en los procesos actuales de recubrimiento como es el caso de la presente invención, que es compatible con los procesos de galvanoplastía porque se puede utilizar el mismo compuesto que se usa como abrillantador (PEG).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

A diferencia de lo descrito en el estado de la técnica, la presente invención consiste en la formación de un sistema consistente en la mezcla de dos soluciones independientes, una solución enriquecida en polímero y otra solución enriquecida en sal. Los componentes son un polímero polietoxilado y una sal de sulfato de sodio, al que se le añade la sal metálica de Zn y un ligante que en este caso es el Tiocianato de Potasio.

Asimismo, la presente invención describe el método para la obtención del producto a partir de esa formulación ese nuevo sistema ATPS.

03 DIC. 2014

La característica del zinc recuperado por el método descrito en la presente invención, es que el complejo recuperado es compatible con los procesos de galvanoplastia.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La presente invención fue desarrollada sobre la base de las siguientes consideraciones:

En ausencia del agente extractante, los iones metálicos son concentrados en la fase enriquecida en sal. Este comportamiento de partición es debido a las interacciones ion-ion, ion-solvente entre el catión metálico y todas las especies concentradas en la fase enriquecida en sal. Una interacción específica en la fase rica en sal, es la formación de un complejo entre el anión sulfato y las especies Mm+. Naturalmente la razón de distribución del complejo sulfato-metal puede ser menor que uno ($D_{complejo}<1$).

Considerando la interacción sulfato-metal como la única o la mayor interacción, la eficiencia de extracción del metal puede ser inversamente proporcional a la constante de formación del

03 DIC. 2014

complejo. Es claro que posterior a la adición de SCN^- hay otras interacciones que influencian el coeficiente de partición.

La partición del metal en el sistema Polímero-Na_2SO_4, sugieren que el Zn(II) es extraído en la fase enriquecida en polímero. Consecuentemente un incremento en la extracción del metal ocurre debido a las especies químicas M(ligante)x(x−m)− que tienen un coeficiente de partición mucho mayor a la unidad y consecuentemente, la concentración del complejo metal-ligante es mucho menor que la concentración del sulfato-metal en la fase enriquecida en sal, mientras que en la fase enriquecida en polímero sucede que [M(ligante)x(x−m)−]>>[M(SO_4)x(2x−m)−]. Otra fuerza responsable de la extracción del metal con el ligante, ocurre debido a que las dos fases en el sistema acuoso de dos fases deben ser estrictamente eléctricamente neutras.

Todos los iones presentes en un sistema acuoso de dos fases forman especies químicas individuales, las cuales presentan diferentes afinidades para las dos fases en equilibrio, observando entonces una distribución de iones no uniforme.

Si los iones se comportan de acuerdo a las interacciones intermoleculares preferenciales, sus separaciones podrían resultar en un sistema termodinámicamente inestable con un exceso de cargas en las fases. El único camino para obtener

un sistema en estado de equilibrio es generar un exceso de densidad de carga igual a cero de cualquiera de las fases por transferencia de especies cargadas entre las fases.

Los compuestos polietoxilados de peso molecular diferente (3000, 4000) se han utilizado para extracción en combinación con copolímeros (L35, L64), sin embargo el peso de 3350 no había sido usado para la extracción de Zn. Aunque el PEG es soluble en agua, al variar la temperatura de la disolución, se pueden formar fases ricas en polímero y pobres en éste. Esto se debe a los grupos hidrofóbicos de metileno a lo largo de la cadena de polímero intercalados con los grupos hidrofílicos éter o alcohol. Este comportamiento está también afectado por la presencia de sales como fosfato de potasio y como resultado da la formación de sistemas bifásicos acuosos.

El Tiocianato es un ligante aniónico, inorgánico y ambidentado que tiene como donadores al Azufre (S) y al Nitrógeno (N) (sólo uno a la vez), dicho catión tiene valencia -1 y forma con el Zinc complejos de forma plana cuadrada, por lo que este ligante es selectivo para la extracción del metal Zn. Esto permite formar complejos metálicos $ZnNCS^{+}$.

09 DIC. 2014

El método para hacerlo consiste en:

1. Secar la muestra de residuos hasta llevarla a peso constante.
2. Realizar una digestión ácida de la muestra, utilizando un ácido fuerte del tipo de ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico o agua regia, para eliminar todo el componente orgánico.
3. Preparar una solución enriquecida en polímero Polietilenglicol de peso molecular promedio 3350 (PEG 3350) en concentración entre 50 y 60% peso/peso, con la siguiente fórmula estructural:

$$H\text{-}[\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}]_n\text{-}OH$$

4. Preparar una solución enriquecida en sal de Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) en una concentración entre el 18 y el 22% peso/peso.
5. Mezclar ambas soluciones, agregar la muestra con concentración de Zn entre 20 y 5 g/L, así como el ligante Tiocianato de Potasio (KSCN) en una concentración entre 300-600 µL.
6. Agitar el sistema por un tiempo no mayor a 5 minutos.
7. Llevar a una temperatura entre 20 y 27°C hasta observar la separación de las fases.

09 DIC. 2011

8. Decantar la fase superior que es rica en PEG y contiene el complejo de zinc. Es ésta solución la que puede reincorporarse al proceso de recubrimiento

El sistema fue evaluado en ausencia del ligante KSCN, encontrando que la recuperación de Zn es muy pobre desde 3 hasta un máximo de 20%. En presencia de ligante se encuentra que se tienen recuperaciones entre el 80 y 97%.

MEJOR MANERA DE REALIZAR LA INVENCIÓN

Con el propósito de ilustrar la composición y método de la presente invención, se muestran los siguientes ejemplos. Los ejemplos son propuestos para ilustrar el método y no son las condiciones límite de la invención.

Ejemplo 1.

Para formar el ATPS se debe realizar 2 disoluciones independientes, la primera rica en polímero donde se agregaron

3.3048 g de Polietilenglicol 3350, así como 0.0220 g de Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) en 25 mL en agua desionizada. En la segunda se realizan las mismas mezclas de reactivos pero ahora la disolución es rica en sal, por lo que se pesan 0.078 g de Polietilenglicol 3350 con 1.243 g de Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) en agua. Adicionando 3 g/L de Zn y 400 µL de Tiocianato. Se obtienen 80% peso/peso de recuperación.

Ejemplo 2.

Se formó el sistema con la solución rica en polímero donde se agregaron 3.3048 g de Polietilenglicol 3350, así como 0.0220 g de Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) en 25 mL en agua desionizada. En la segunda se realizan las mismas mezclas de reactivos pero ahora la disolución es rica en sal, por lo que se pesan 0.078 g de Polietilenglicol 3350 con 1.243 g de Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) en agua. Adicionando 17 mg/L de Zn y 500 µL de Tiocianato. Se obtienen 87% peso/peso de recuperación.

Ejemplo 3.

Se realizó el sistema ATPS con la solución rica en polímero donde se agregaron 3.3048 g de Polietilenglicol 3350, así como 0.0220 g de Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) en 25 mL en agua desionizada. En la segunda se realizan las mismas mezclas de

reactivos pero ahora la disolución es rica en sal, por lo que se pesan 0.078 g de Polietilenglicol 3350 con 1.243 g de Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) en agua. Adicionando 20 mg/L de Zn y 500 µL de Tiocianato. Se obtienen 90% peso/peso de recuperación.

El invento ha sido descrito suficientemente como para que una persona con conocimientos medios en la materia pueda reproducirlo y obtener los resultados que mencionamos en la presente invención. Sin embargo, cualquier persona hábil en el campo de la técnica que compete el presente invento puede ser capaz de hacer modificaciones no descritas en la presente solicitud, no obstante, si para la aplicación de estas modificaciones en composición o proceso de manufactura del mismo, se requiere la materia reclamada en las siguientes reivindicaciones, dichas composiciones o procesos deberán ser comprendidos dentro del alcance de la presente invención.

REINVINDICACIONES

La descripción de la invención se considera como una novedad y por lo tanto se reclaman como propiedad lo contenido en las siguientes cláusulas:

1. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato de Sodio (Na_2SO_4), caracterizado por contener agentes extractantes inorgánicos solubles en agua.
2. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato de Sodio (Na_2SO_4), tal y como se reclama en la reivindicación 1, caracterizado porque el Polietilenglicol tiene un peso molecular de 3350.
3. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato de Sodio (Na_2SO_4), tal y como se reclama en las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el Polietilenglicol 3350 se encuentra en una concentración entre el 50 y 60% peso/peso.
4. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato

de Sodio (Na_2SO_4), tal y como se reclama en las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque en su modalidad preferida el Polietilenglicol 3350 se encuentra en una concentración del 55% peso/peso.

5. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato de Sodio (Na_2SO_4), tal y como se reclama en la reivindicación 1 a 4, caracterizado porque el Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) se encuentra en una concentración entre el 18 y 22% peso/peso.

6. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato de Sodio (Na_2SO_4), tal y como se reclama en las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque en su modalidad preferida el Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) se encuentra en una concentración del 20% peso/peso.

7. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato de Sodio (Na_2SO_4), tal y como se reclama en la reivindicación 1 a 6, caracterizado porque el agente extractante inorgánico soluble en agua es el compuesto de Tiocianato de Potasio (KSCN).

8. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato de Sodio (Na_2SO_4), tal y como se reclama en las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el Tiocianato de Potasio (KSCN) se encuentra en una concentración entra 300 y 600 µL.
9. Sistema acuoso de dos fases Polímero-Sal para extraer Zinc formada por el polímero Polietilenglicol y la sal Sulfato de Sodio (Na_2SO_4), tal y como se reclama en las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque en su modalidad preferida el Tiocianato de Potasio (KSCN) se encuentra en una concentración de 500 µL.
10. Proceso para la extracción de Zinc a partir de residuos sólidos provenientes de procesos de galvanoplastia por un sistema acuoso de dos fases (ATPS), consistente en:

    a) Secar la muestra de residuos hasta llevarla a peso constante.
    b) Realizar una digestión ácida de la muestra, utilizando un ácido fuerte del tipo de ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico o agua regia, para eliminar todo el componente orgánico.
    c) Preparar una solución enriquecida en polímero Polietilenglicol de peso molecular promedio 3350 (PEG

3350) en concentración entre el 50 y 60% peso/peso, con la siguiente fórmula estructural:

$$H\text{-}[\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}]_n\text{-}OH$$

d) Preparar una solución enriquecida en sal de Sulfato de Sodio (Na_2SO_4) en una concentración entre el 18 y el 22% peso/peso.

e) Mezclar ambas soluciones, agregar la muestra con concentración de Zn entre 20 y 5 g/L, así como el ligante Tiocianato de Potasio (KSCN) en una concentración entre 300-600 µL.

f) Agitar el sistema por un tiempo no mayor a 5 minutos.

g) Llevar a una temperatura entre 20 y 27°C hasta observar la separación de las fases.

h) Decantar la fase superior que es rica en PEG y contiene el complejo de zinc. Es ésta solución la que puede reincorporarse al proceso de recubrimiento.

RESUMEN

La presente invención consiste en un proceso de extracción de Zinc a partir de residuos provenientes de procesos de galvanoplastia, utilizando un sistema acuoso de dos fases (ATPS). Asimismo la invención se refiere a los compuestos utilizados en el sistema ATPS en concentraciones adecuadas.

Los compuestos consisten en a) un polímero Polietilenglicol de peso molecular promedio 3350, b) una sal de sulfato de sodio (Na_2SO_4), c) un ligante de Tiocianato de Potasio (KSCN).

Todos los componentes están presentes en concentraciones adecuadas para extraer el Zinc en forma de complejo $ZNCS^+$, con recuperaciones mayores al 90% peso/peso.