



## TÍTULO DE PATENTE No. 404374

**Titular(es):** UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

**Domicilio:** Lascurain de Retana No. 5, Col. Centro, 36000, Guanajuato, Guanajuato, MÉXICO

**Denominación:** PROCESO FÍSICO-QUÍMICO INTENSIFICADO PARA LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES Y RECUPERACIÓN DE CROMO A PARTIR DE LOS EFLUENTES RESIDUALES DEL CURTIDO DE PIELES POR SALES DE CROMO.

**Clasificación:** **CIP:** C02F1/62; A62D3/30; C14C3/32; C22B3/00; C22B3/02; C22B3/16; C22B34/30; C22B34/32  
**CPC:** C02F1/62; C14C3/32; C22B3/02; C22B3/165; C22B11/04; C22B13/04; C22B34/30; C22B34/32; Y02P10/20

**Inventor(es):** CARLOS BENITO MARTÍNEZ PÉREZ; ZEFERINO GAMIÑO ARROYO; AGUSTÍN RAMÓN URIBE RAMÍREZ; DAVID AARÓN RODRÍGUEZ ALEJANDRO; SALVADOR HERNANDEZ CASTRO

### SOLICITUD

**Número:**  
MX/a/2015/017843

**Fecha de Presentación:**  
18 de Diciembre de 2015

**Hora:**  
16:10

**Vigencia:** Veinte años

**Fecha de Vencimiento:** 18 de diciembre de 2035

**Fecha de Expedición:** 30 de junio de 2023

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción I, 9, 10 y 119 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V, inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V, inciso a), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º fracción I Acuerdo Delegatorio de Facultades del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9 fracción I de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento. Su integridad y autoría, se podrá comprobar en [www.gob.mx/impj](http://www.gob.mx/impj).

Asimismo, se emitió conforme lo previsto por los artículos 1º fracción III; 2º fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

### SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS BIOTECNOLÓGICA, FARMACÉUTICA Y QUÍMICA

#### EMELIA HERNÁNDEZ PRIEGO



Cadena Original:

EMELIA HERNANDEZ PRIEGO|00001000000506482277|SERVICIO DE ADMINISTRACION TRIBUTARIA|56||MX/2023/67509|MX/a/2015/017843|Título de patente normal|2000|EGMG|Pág(s) 1|cBq/JWnck+XRnyfKa70zSf++kDQ=

Sello Digital:

q/pVg6q+HsHkk4iyea6/oKZg/tLu9Nuq4UfZC+pJJ/ptt89KccrHrjGGzuR7LuJkNRLJito4fVAalP/drVw7+oe/t fJjXzuWtxs71U146AN5l+JpQ0g36osPD+vKrn5XiHBpxYQi0T36q1dpoiWz5clHdzWvDno2ysCwxSUfyCPnZHOJl21 ilGyobPixkCYt8uJheSqXklbDe7Wj659rFa8yjbEHGmO2CAyipfLdLl2OOC4xTNCLYTg7PA2cOYcRHuyo8P/dezKoP holMdBNIe15vaqvbb/a/aTPyTyHhYrBi+VyZfweBDC8QjpHkpr8HQYEZcUhhjB7r3GQ2mwCA==



MX/2023/67509

## **Proceso Físico-Químico Intensificado para la remoción de contaminantes y recuperación de cromo a partir de los efluentes residuales del curtido de pieles por sales de cromo**

### 5 OBJETO DE LA INVENCION

La invención describe un proceso de remoción de contaminantes y recuperación de cromo a partir de los efluentes residuales del curtido de pieles por sales de cromo, se basa en un proceso intensificado (El proceso intensificado significa que en un solo equipo se pueden llevar a cabo más de una operación unitaria de ingeniería, lo que conlleva a utilizar menos equipos en un mismo proceso aumentando su rentabilidad), en este caso particular se lleva a través de una columna la cual está conformada por dos secciones unitarias, en la primera se realiza una separación física (Retención de partículas suspendidas en el efluente por medio de trampas de material esterilizado y de contaminantes por medio de adsorción) y la segunda una separación química selectiva (Remoción de cromo con a través de una formulación química utilizando la técnica de extracción líquido-líquido) con la finalidad de resolver un problema de contaminación medioambiental disminuyendo el contenido de contaminantes y cromo en el efluente para posteriormente en la misma columna valorizar el cromo recuperado.

20

### ANTECEDENTES

De las empresas que soportan gran parte de la economía del estado de Guanajuato son las dedicadas a elaborar artículos de piel, especialmente calzado para lo cual necesitan suministro de pieles procesadas para llevar a cabo sus productos, en el proceso del curtido de pieles son utilizados dos procesos uno denominado curtido vegetal y otro curtido al cromo, en México se estima que el 92 % de las pieles son curtidas mediante sales de cromo. Estas sales se agregan en forma de solución durante el proceso y generalmente quedan presentes en los efluentes de desecho que son potencialmente tóxicos para el ser humano y el medio ambiente.

El impacto ambiental ocasionado por los vertidos industriales en general, ha traído como consecuencia que las leyes ambientales nacionales e internacionales sean cada vez más rigurosas con el contenido de este elemento. La presente invención protege el proceso de tratamiento de los efluentes derivados de la curtiduría con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental removiendo contaminantes y recuperando cromo contenido en ellos.

Para contribuir a la solución de esta problemática se han propuesto diversos métodos que incluyen la sedimentación y la precipitación química, como lo muestra B.D. Pandey 1994 cuando realizo un estudio para separar cromo con solventes orgánicos, en el estudio se presenta el cálculo teórico de etapas de mezclado-sedimentado para soluciones sintéticas de cromo, W.W. Eckenfelder, Jr., en el libro Industrial Water Pollution Control, New York 1989, este proceso tiene el inconveniente de generar grandes cantidades de lodos con contenidos altos de cromo difíciles de confinar. En el artículo de Sirajuddin y colaboradores presentado en la revista Journal of Hazardous Materials, 2007, emplea la recuperación electrolítica sin embargo este proceso consume grandes cantidades de energía eléctrica. Eylem Kilic y colaboradores muestran en esta misma revista en 2010, la bioremediación, como una alternativa generando una biomasa que puede transferir el cromo a otros seres vivos.

En la patente 4,340,571 (USA), describe un proceso que involucra la oxidación y la incineración, con la desventaja de generar emisiones de gases tóxicos lo cual no se tiene en esta patente ya que es un proceso a temperatura ambiente y con menor consumo de energía.

En la solicitud de patente con No. PTC/CU1998/000002, con No. de publicación WO 1998037247 A1, (Internacional) se reporta un procedimiento hidrometalúrgico para la recuperación de níquel y cobalto que comprende la lixiviación de material mineral el cual contiene níquel y cobalto sin embargo esta es una alternativa de tratamiento del metal se realiza cuando es extraído y no de los efluentes generados. Otra solicitud de patente con No. PTC/MX2003/000044, con No. de publicación WO 2003099729 A1, propone un

proceso para remover metales pesados y sólidos en suspensión, mediante la aplicación de una solución de polielectrolito catiónico como el quisotano y otra de polielectrolito aniónico como la pectina, a pesar de que las técnicas de separación son parecidas ninguna presenta un enfoque de intensificación de procesos químicos, es decir un proceso que  
5 involucre dos operaciones unitarias en una sola etapa y además en el mismo se enfocan la remoción de contaminantes y la recuperación de cromo para obtener un producto valorizado.

#### PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER

10 Con la presente invención se pretende realizar un proceso multi-tratamiento físico y químico dentro de un mismo equipo (columna), esto se refiere a remover contaminantes y recuperar el cromo presente en efluentes de la industria del curtido de pieles para valorizarlo y así además de atacar los problemas que las empresas tienen actualmente por la disposición de estos residuos se podrá concentrar el cromo en un volumen definido para  
15 reutilizarlo.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 ilustra en forma lateral la columna, que se utiliza para realizar el proceso físico químico intensificado, que cuenta con dos etapas unitarias, una sección física y una  
20 química.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un proceso físico químico intensificado, realizado en una columna que consta de dos secciones unitarias en el mismo equipo (Columna) para la  
25 eliminación de contaminantes y recuperación de cromo de efluentes residuales del curtido de pieles, este proceso es una buena alternativa para remover contaminantes y recuperar el cromo de este tipo de efluentes.

El método comienza por determinar las condiciones del efluente que se someterá a tratamiento estas condiciones son: flujo del efluente y la concentración del cromo que se va a recuperar.

Haciendo referencia a estas condiciones se procede a calcular las condiciones de operación de las etapas física (primera sección de la columna) y química (segunda sección de la columna), posteriormente se desarrolló el proceso intensificado, utilizando como equipo una columna la cual se describe a continuación: en la figura 1, un volumen del efluente procedente de los procesos de curtido de pieles (1) se introduce a la columna (2) por la parte superior a través de una bomba de pulso de flujo de 0.1 a 2 L/H y 8 a 15 Bar de presión (3) que permite regular el flujo de entrada y un dispensador de flujo de 0.1 a 2 L/H (4) que permitirá que el efluente se expanda a través de toda la columna aumentado el área de contacto, la primera sección de la columna (proceso físico) contiene papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (5) y gravilla esterilizada malla 10-20 (6), soportada sobre una segunda capa de papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (7) y arena esterilizada de malla 20-40 (8), soportada sobre una tercera sección que contiene igualmente un papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (9) y arena esterilizada malla 40-70 (10), que a su vez esta soportada sobre una cuarta capa de papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (11) y arena esterilizada malla 80-120 (12), soportada de una doble capa de papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (13) y una capa de carbón activado (14) fijado sobre una triple capa de papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (15) la cual además de impedir que el carbón sea arrastrado de la columna, separa la primera de la segunda sección de la columna, todos los materiales antes mencionados están recubiertos por una red de material estéril de mediana porosidad de 20 a 80  $\mu\text{m}$  (16) que impide que los materiales se arrastren por acción del flujo de entrada a la segunda sección de la columna (proceso químico) donde se realiza una separación química selectiva (Remoción de cromo con a través de una formulación química utilizando la técnica de extracción líquido-líquido), la cual ha sido previamente empacada con anillos tipo "Raschig" tamaño de entre 5-15 mm (17), y cargada con un extractante que consiste en ácidos orgánicos de pesos moleculares entre 200 y 300 g/mol disuelto en un solvente orgánico alifático de pesos moleculares de entre 100 y 150 g/mol que tiene punto de ebullición entre 150-220  $^{\circ}\text{C}$ , trabajando a

concentraciones de 0.1 a 1 g/mol y baja solubilidad en agua, modificado con alcoholes de pesos molecular de entre 130 y 190 g/mol (18), finalmente en la parte inferior de la columna una válvula reguladora de flujo (19) que permite que un flujo de salida sea constante. Para llevar a cabo el proceso de recuperación y valorización de cromo se utilizar una solución ácida de peso molecular de entre 70 y 130 g/mol (20) que está a una concentración de 0.1 a 1 g/mol y se lleva a cabo a un pH de entre 4 y 7. Ambas etapas (física y química) se llevan a cabo a una temperatura de entre 20 a 26 °C y con un tiempo de contacto de entre 10 y 20 minutos, con este proceso se puede recuperar cromo en solución acuosa presente en los efluentes de baños gastados de curtido de pieles.

10

Para una mejor comprensión de lo antes descrito se anexa el siguiente ejemplo que representa la tendencia de los resultados obtenidos en las diferentes reproducciones de experimentos.

## 15 EJEMPLOS

De los diferentes efluentes reales que se pudieron muestrear se presenta el ejemplo de una solución gastada de baños de curtido de pieles de soluciones a base de magnesio y a base de bicarbonato de sodio obteniendo los siguientes resultados.

20 Se introduce un flujo continuo constante de 0.5 y 5 mL/min de solución sintética que contiene una concentración de cromo entre 100 y 150 mg/L, el proceso se realiza a temperatura ambiente de 22 a 26°C y regulado a un pH de entre 4 y 7, el flujo se regula a la salida con una válvula a igual valor que en la entrada, la solución tiene un tiempo de contacto en la columna de 10 a 20 minutos para posteriormente salir por la parte inferior a un flujo constante, la solución acuosa al final del proceso se analiza en un equipo de absorción atómica obteniendo un porcentaje de remoción para ambos casos de contaminantes de entre 95% a 98%, lo que indica que este sistema es factible para la remoción de contaminantes, la recuperación de cromo se realiza al final de la operación anterior siguiendo la misma metodología pero para este caso se introduce en lugar del efluente la solución desextractante a las mismas condiciones obteniendo un porcentaje de

25

30

recuperación de cromo para ambos casos de entre 90% a 95%, lo que indica que el proceso funciona de manera eficiente para tratar de efluentes provenientes de la industria del curtido.

5

10

15

20

25

30



## REIVINDICACIONES

Habiendo descrito suficientemente mi invención, considero como una novedad y por lo tanto reclamo como de mi exclusiva propiedad lo contenido en las siguientes cláusulas.

- 5 1. Un proceso Físico-Químico intensificado para la remoción de contaminantes y recuperación de cromo a partir de los efluentes residuales del curtido de pieles por sales de cromo, que consiste en:
  - 10 a. Determinar las condiciones del efluente que se someterá a tratamiento estas condiciones son: flujo del efluente y la concentración del cromo que se va a recuperar, el flujo de 0.5 a 5 mL/min se mide recolectando una cantidad del volumen del flujo de la bomba en determinado tiempo y la concentración de cromo de 100 a 150 mg/L se determina en el efluente de manera externa a través de la técnica de absorción atómica
  - 15 b. Utilizar como equipo una columna, en la cual se va a realizar el tratamiento de los efluentes, el flujo volumétrico del efluente a tratar (1), se bombea a la parte superior de la columna (2), utilizando una bomba de pulso de flujo de 0.1 a 2 L/H y 8 a 5 Bar de presión (3), al final de la conexión de la bomba a la columna, se encuentra un dispersor de flujo de 0.1 a 2 L/H (4) que permite que el flujo de efluente proveniente de la bomba irrigue toda el área de sección transversal de la columna.
  - 20 c. Posteriormente el efluente pasa a la segunda sección de la columna (proceso químico) donde se realiza una separación química, esta separación se lleva a cabo en la siguiente sección de la columna (inferior), la cual se encuentra empacada con anillos raschig de longitud y diámetro constantes, se utiliza la técnica de extracción líquido-líquido; para esta esta etapa se desarrolló una formulación química que sirve como extractante que consiste en ácidos orgánicos de pesos moleculares entre 200 y 300 g/mol disuelto en un solvente orgánico alifático de pesos moleculares de entre 100 y 150 g/mol que tiene punto de ebullición entre 150-220 °C, trabajando a concentraciones de 0.1 a 1 g/mol y baja solubilidad en agua, modificado con alcoholes de pesos molecular de entre 130 y 190 g/mol.
  - 25
  - 30



- 5 d. Finalizando con un proceso de recuperación de cromo, para el cual se utiliza una solución ácida de peso molecular de entre 70 y 130 g/mol que está a una concentración de 0.1 a 1 g/mol, la recuperación comienza bombeando la solución ácida a la parte superior de la columna con la misma técnica que se bombea el efluente, al momento que la solución ácida desciende por las secciones de la columna arrastra con ella el cromo removido en cada sección hasta que el cromo retenido en la columna sea eliminado y la columna pueda reutilizarse para otra etapa de remoción.
- 10 2. El proceso descrito en la reivindicación 1, en donde en la etapa c) primera sección de la columna contiene papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (5) y gravilla esterilizada malla 10-20 (6), soportada sobre una segunda capa de papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (7) y arena esterilizada de malla 20-40 (8), soportada sobre una tercera sección que contiene igualmente un papel filtro de mediana
- 15 porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (9) y arena esterilizada malla 40-70 (10), que a su vez esta soportada sobre una cuarta capa de papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (11) y arena esterilizada malla 80-120 (12), soportada de una doble capa de papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (13) y una capa de carbón activado (14) fijado sobre una triple capa de papel filtro de mediana porosidad de 5 a 20  $\mu\text{m}$  (15) la
- 20 cual soporta el carbón activado y separa la segunda sección de la columna (proceso químico), todos los materiales antes mencionados están recubiertos por una red de material estéril de mediana porosidad de 20 a 80  $\mu\text{m}$  (16) que impide que los materiales se arrastren por acción del flujo de entrada a la siguiente sección de la columna referida.
- 25 3. El proceso descrito en la reivindicación 1, en donde en la etapa d) se realiza una separación química selectiva (Remoción de cromo con a través de una formulación química utilizando la técnica de extracción líquido-líquido), la cual ha sido previamente empacada con anillos tipo “Raschig” tamaño de entre 5-15 mm, y cargada con un extractante que consiste en ácidos orgánicos de pesos moleculares
- 30 entre 200 y 300 g/mol disuelto en un solvente orgánico alifático de pesos moleculares de entre 100 y 150 g/mol que tiene punto de ebullición entre 150-220 °C, trabajando

a concentraciones de 0.1 a 1 g/mol y baja solubilidad en agua, modificado con alcoholes de pesos molecular de entre 130 y 190 g/mol,

4. El Proceso Físico-Químico intensificado para remover contaminantes y recuperar cromo, según la reivindicación 1 donde c) y d) son caracterizadas porque la temperatura de operación está entre 20 y 26 °C.
5. Un Proceso Físico-Químico intensificado para remover contaminantes y recuperar cromo, según la reivindicación 4 donde c) y d) son caracterizadas porque el tiempo de contacto se realiza entre 10 y 20 minutos.
6. Con el Proceso Físico-Químico intensificado descrito en la reivindicación 1 caracterizado por que se recupera cromo en solución acuosa presente en los efluentes de baños gastados de curtido de pieles.
7. Un Proceso Físico-Químico intensificado para la remoción de contaminantes y recuperación de cromo, según la reivindicación 4, caracterizado porque consta de dos secciones unitarias en la misma columna una para la separación física y otra para la separación química.

5

10

15

20

25

30

## RESUMEN

La presente invención está relacionada con la industria de la curtiduría y del tratamiento de sus efluentes residuales, específicamente se relaciona con un arreglo particular de técnicas de separación que contribuyen a la remoción de contaminantes y recuperación de cromo, esto evitara que las empresas tengan problemáticas por la disposición y tratamiento de sus 5 residuos y eliminar la contaminación ambiental.

FIGURAS

