

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 502**

21 Número de solicitud: 201831010

51 Int. Cl.:

C25C 7/08	(2006.01)
C25C 7/06	(2006.01)
C25C 1/12	(2006.01)
C25C 7/02	(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

17.10.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.04.2020

71 Solicitantes:

**RECTIFICADOS LEMAR, S.L. (100.0%)
Polígono Industrial La Paz, naves 76-78.
21007 Huelva ES**

72 Inventor/es:

ABRAHAM, Pérez Cano

74 Agente/Representante:

JIMÉNEZ DÍAZ, Rafael Celestino

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y SISTEMA PARA EL MANTENIMIENTO DE CÁTODOS PERMANENTES**

57 Resumen:

Procedimiento y sistema para el mantenimiento de cátodos permanentes.

La presente invención se refiere, aunque sin limitación, a un procedimiento y a un sistema asociado al mismo, para el mantenimiento de cátodos permanentes de cobre de una refinería electrolítica. Dicho procedimiento comprende, preferentemente: las siguientes etapas: transporte (1) de los cátodos permanentes desde la refinería hasta la planta de mantenimiento; retirada (2) de los perfiles plásticos (103); retirada (4) del cobre adherido a las placas (100) de los cátodos; limpieza (5) de los cátodos; pulimentado (6) de las placas (100); control (7) de la planicidad de las placas (100); control (9) de la conductividad de las placas (100); control (10) de la verticalidad de las placas (100); montaje (8) de los perfiles plásticos (103); transporte (14) y devolución a la refinería.

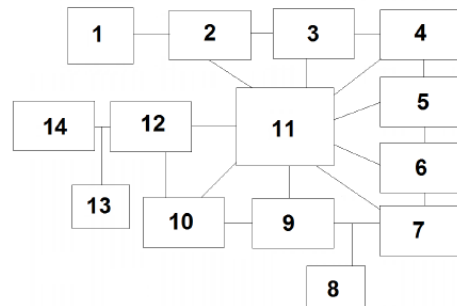


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO Y SISTEMA PARA EL MANTENIMIENTO DE CÁTODOS PERMANENTES

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca dentro del campo técnico correspondiente a las técnicas de apoyo a los procesos de refinación electrolítica. Más concretamente, la invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para el mantenimiento y/o la reparación de cátodos permanentes utilizados en dichos procesos electrolíticos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 La refinación electrolítica del cobre es el proceso mediante el cual dicho elemento es purificado mediante una reacción electroquímica, que permite separar este metal de sus impurezas. Para ello se introducen planchas de cobre en una solución conductora (electrolito) y se hace pasar por ella una corriente eléctrica, lo que produce que los átomos de cobre se depositen sobre cátodos y las impurezas queden separadas
20 alrededor de los ánodos. Este proceso se utiliza también en la refinación de otros metales, como por ejemplo zinc, cobalto o níquel.

Por lo general, el electrorrefinado del cobre se lleva a cabo en cubas, en las que se introducen sucesivamente el cobre anódico y los cátodos, y que contienen un líquido electrolítico. Asimismo, en los procedimientos actuales de electrolisis de metales se emplea principalmente la tecnología denominada de cátodos permanentes, que se basa en la reducción de un metal, como el cobre, sobre la superficie de la placa madre de un cátodo permanente, hecha preferentemente de un acero con la calidad adecuada.

30 Una vez completado el proceso electrolítico, el metal en forma de lámina de metal catódico, como por ejemplo una lámina de cobre catódico, se despegar con facilidad de la superficie de dicha placa madre, mediante una máquina especialmente adaptada para realizar el despegado del cobre. Una ventaja de este procedimiento con respecto a la tecnología convencional de láminas de partida, incluye la capacidad de reciclar los
35 cátodos permanentes y reincorporarlos al procedimiento, además de la gran planicidad

de los cátodos, lo que permite mejorar la eficiencia de los procesos y el almacenamiento y transporte de los productos resultantes.

5 Las primeras plantas de obtención de cátodos permanentes se basaban en la tecnología denominada ISA, en la que se garantizaba la desprendibilidad del metal catódico mediante el uso de una cera adecuada, tanto para las bandas de los bordes de los lados de la placa madre, como para el borde inferior de la misma. En el procedimiento, un cátodo permanente siempre genera dos mitades de metal catódico individuales (ambas mitades crecen por separado). Sin embargo, la cera usada en el procedimiento puede
10 causar problemas, tanto en el proceso de electrolisis como en la calidad del metal catódico. Algunos consideran que el escaso peso de las mitades de metal catódico también supone un problema, ya que influye en la capacidad de colada de la fundición, en fundiciones en las que los cátodos se introducen en el horno uno por uno.

15 Otra tecnología preponderante de cátodos permanentes es la basada en el denominado procedimiento Kidd, en el que se omite el encerado del borde inferior de la placa madre del cátodo permanente y se permite que las mitades de metal catódico crezcan unidas por sus bordes inferiores, lo cual da lugar a un cátodo de tipo taco. Si el borde inferior de la placa de cátodo permanente es completamente plano, pueden surgir problemas a la
20 hora de despegar el metal, ya que el metal se atasca parcialmente en el borde inferior de la placa madre. Por ello, los metales catódicos obtenidos de este modo se deben prensar o enderezar de otro modo debido a que, en el despegado, las partes inferiores de las mitades de metal catódico presentan cierto grado de curvatura y se forma un pliegue/bolsa.

25

Durante la producción a gran escala de cátodos de cobre (u otros metales), es habitual que algunos de los mismos no cumplan con los requisitos mínimos de calidad para su comercialización, debido por ejemplo a una deposición excesiva de sales en dichos cátodos, la degradación de sus perfiles plásticos, u otros motivos. En estas situaciones, y
30 dado que los metales refinados son materiales valiosos, se somete a los cátodos rechazados a un proceso de reparación y/o mantenimiento que implica corregir sus propiedades hasta alcanzar de nuevo los parámetros de calidad exigidos. Dichos procesos de mantenimiento implican, además, la recuperación del metal depositado en los cátodos, lo que hace que, en conjunto, estos procesos sean muy laboriosos, ya que
35 en la práctica implican el tratamiento de los cátodos de forma individualizada. Ello implica reducciones considerables en el número efectivo de cátodos que pueden emplearse para

producción en las plantas de refinación y, en consecuencia, una pérdida de eficiencia y rendimiento económico de las mismas.

5 La presente invención está destinada a resolver el problema antes citado, mediante un novedoso procedimiento de reparación y mantenimiento de cátodos permanentes que posee una eficiencia mejorada frente a los procedimientos conocidos.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCIÓN

10 Un objeto de la presente invención se refiere, aunque sin limitación, a un procedimiento para el mantenimiento de cátodos permanentes de cobre de una refinería electrolítica, siendo dichos cátodos del tipo que comprenden una placa principal de acero unida superiormente a una barra de soporte, uno o más orificios de enganche y uno o más perfiles perimetrales.

15

Ventajosamente, dicho procedimiento comprende las siguientes etapas realizadas en cualquier orden técnicamente posible, en una planta de mantenimiento de dichos cátodos:

- 20 - transporte de los cátodos permanentes desde la refinería hasta la planta de mantenimiento;
- retirada de los perfiles plásticos;
- retirada del cobre adherido a las placas de los cátodos;
- limpieza de los cátodos;
- pulimentado de las placas;
- 25 - control de la planicidad de las placas;
- control de la conductividad de las placas;
- control de la verticalidad de las placas;
- montaje de los perfiles plásticos;
- transporte y devolución a la refinería.

30

En una realización preferente de la invención, el procedimiento comprende una etapa de marcado de los cátodos, siendo dicho marcado manual o marcado óptico. Más preferentemente, el marcado se realiza con láser, incluyendo un código de tipo datamatrix, y donde se realiza la lectura del mismo y su registro en una base de datos. Y, aún más preferentemente, la información de la base de datos se configura con un servicio web para su control en tiempo real.

35

En una realización preferente de la invención, el procedimiento comprende una etapa de reparación de la barra de soporte.

5 En una realización preferente de la invención, el procedimiento comprende una etapa de verificación de inspección de los cátodos y de control de calidad de los mismos.

En una realización preferente de la invención, el procedimiento comprende una etapa de almacenamiento de los cátodos en la planta de mantenimiento.

10 En una realización preferente de la invención, la etapa de transporte comprende el uso de un camión auto-cargante con brazo grúa.

En una realización preferente de la invención, la etapa de transporte comprende el uso de protecciones de teflón en los apoyos de los cátodos de las barras de soporte.

15

En una realización preferente de la invención, la etapa de transporte comprende el uso de uno o más útiles de de carga y/o descarga, donde:

20 - los útiles de carga comprenden un sistema de fijación consistente en una barra central en la que se dispone una pluralidad de separadores, repartidos con una separación entre separadores contiguos; una pluralidad de ganchos laterales configurados para su introducción en los orificios de enganche de los cátodos; y una pluralidad de orejetas de carga;

25 - los útiles de descarga están equipados con una estructura de soporte que comprende, a su vez, dos brazos configurados para su introducción en los orificios de los cátodos, y un elemento de conexión a un dispositivo de elevación.

30 En una realización preferente de la invención, la etapa de retirada de perfiles plásticos y marcado de los cátodos comprende la colocación de los cátodos en posición vertical y la extracción de los cátodos son mediante la realización de un movimiento de palanca sobre los mismos.

35 En una realización preferente de la invención, la etapa de retirada del cobre adherido a las placas de los cátodos se realiza de forma manual por uno o más operarios, y donde se depositan las placas en un soporte vertical automatizado, suspendidas por el extremo de sus barras en cadenas protegidas con soportes de teflón.

En una realización preferente de la invención, la etapa de limpieza de los cátodos comprende el traslado de los cátodos mediante un sistema de elevación, hasta la entrada de un dispositivo de lavado, donde una cadena de transporte se encarga de hacer pasar los cátodos, en posición vertical, al interior de dicho dispositivo.

5

En una realización preferente de la invención, la etapa de limpieza de los cátodos comprende el uso de agua a presión a un pH y/o conductividad eléctrica controlados.

10 En una realización preferente de la invención, la etapa de limpieza de los cátodos se realiza sin contacto de operarios con el cátodo.

En una realización preferente de la invención, la etapa de limpieza comprende el cepillado de la barra.

15 En una realización preferente de la invención, la etapa de pulimentado de las placas comprende el uso de una amoladora neumática con discos intercambiables, con rugosidad controlada.

20 En una realización preferente de la invención, la etapa de pulimentado de las placas comprende el uso de uno o más rugosímetros láser.

25 En una realización preferente de la invención, la etapa de control de la planicidad de las placas y/o la etapa de control de la verticalidad de los cátodos comprende el uso de una prensa hidráulica adaptada a la forma del cátodo, por la que éste se introduce transversalmente para corregir dichas placas.

30 En una realización preferente de la invención, la etapa de montaje de los perfiles comprende la disposición de los cátodos sobre una mesa de trabajo equipada con unos bordes laterales donde se insertan dichos perfiles y donde, a continuación, por medio de accionamiento neumático y/o hidráulico, se empuja la placa hacia los perfiles, quedando embutida por sus lados laterales en los mismos.

35 En una realización preferente de la invención, la etapa de control de la conductividad de las placas comprende la colocación, por de pinzas conductoras sobre las placas , la toma de la lectura de la conductividad, y su registro en una base de datos asociada directamente a la placa medida.

En una realización preferente de la invención, la etapa de transporte y devolución a la refinería comprenden la separación de las barras de cátodos consecutivos ente 80-120 mm.

- 5 Un segundo objeto de la invención se refiere a un sistema de mantenimiento de cátodos permanentes de cobre de una refinería electrolítica, siendo dichos cátodos del tipo que comprenden una placa principal de acero unida superiormente a una barra de soporte, uno o más orificios de enganche y uno o más perfiles perimetrales. Dicho sistema comprende, al menos, las siguientes estaciones de operación instaladas en una planta
- 10 de mantenimiento, estando dichas estaciones configuradas para realizar un procedimiento según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento:
- estación de transporte de los cátodos permanentes desde la refinería hasta la planta de mantenimiento;
 - estación de retirada de los perfiles plásticos;
 - 15 - estación de retirada del cobre adherido a las placas de los cátodos;
 - estación de limpieza de los cátodos;
 - estación de pulimentado de las placas;
 - estación de control de la planicidad de las placas;
 - estación de control de la conductividad de las placas;
 - 20 - estación de control de la verticalidad de las placas;
 - estación de montaje de los perfiles plásticos;
 - estación de transporte y devolución a la refinería.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

25

La Figura 1 muestra un esquema general del procedimiento de la invención

La Figura 2 representa un cátodo permanente y sus elementos principales.

30

Las Figuras 3a-3b muestran una realización de un útil de carga según la invención.

La Figura 4 muestra una realización de un útil de descarga según la invención.

35

La Figura 5 muestra una realización de un útil para la fijación y el marcado de cátodos, según la invención.

La Figura 6 muestra una realización de un soporte vertical automatizado para la retirada de cobre adherido a los cátodos, según la invención.

La Figura 7 muestra una realización de una mesa de trabajo para el montaje (8) de los
5 perfiles de los cátodos, según la invención.

REFERENCIAS NUMÉRICAS UTILIZADAS EN LAS FIGURAS

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características técnicas de la
10 invención, las citadas figuras se acompañan de una serie de referencias numéricas donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se representa lo siguiente:

(1)	Transporte de los cátodos desde la refinería hasta la planta
(2)	Retirada de los perfiles plásticos
(3)	Marcado de los cátodos
(4)	Retirada del cobre adherido a los cátodos
(5)	Limpieza de los cátodos
(6)	Pulimentado de las placas
(7)	Control de la planicidad de las placas
(8)	Montaje de los perfiles
(9)	Control de la conductividad de las placas
(10)	Control de la verticalidad de las placas
(11)	Verificación de inspección de los cátodos y de control de calidad
(12)	Reparación de la barra de soporte
(13)	Almacenamiento de los cátodos en la planta de mantenimiento
(14)	Transporte y devolución a la refinería
(100)	Placa del cátodo
(101)	Barra de soporte del cátodo
(102)	Orificios de enganche del cátodo
(103)	Perfil protector del cátodo
(300)	Útil de carga
(301)	Barra central del útil de carga
(302)	Separadores del útil de carga
(303)	Ganchos del útil de carga
(304)	Orejetas del útil de carga

(400)	Útil de descarga
(401)	estructura de soporte del útil de descarga
(402)	Brazos del útil de descarga
(403)	Elemento de conexión del útil de descarga

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5 Se procede a continuación a describir un ejemplo de realización preferida de la presente invención, aportada con fines ilustrativos pero no limitativos de la misma. Si bien en los párrafos de esta descripción nos referiremos principalmente a la reparación de cátodos permanentes de cobre, su realización ha de ser entendida como directamente aplicable a cátodos de otros metales, tales como zinc, cobalto o níquel, entre otros.

10 En una realización preferente de la invención, la estructura de los cátodos a tratar se muestra en la Figura 1 y comprende una placa (100) principal unida superiormente a una barra de soporte (101) unida a un extremo de la placa (100) principal del cátodo, y donde los extremos de la barra (101) se prolongan más allá de la anchura de la placa, de modo que sirvan como elementos que puedan disponerse entre dos puntos de apoyo (por
 15 ejemplo, los bordes opuestos de las cubas electrolíticas, permaneciendo así la placa (100) sumergida en las mismas). Adicionalmente, para facilitar su extracción y manipulación, las placas (100) comprenden uno o más orificios (102) configurados como puntos de enganche, para facilitar el transporte o manipulación de los cátodos mediante una grúa, polipasto, o similar. Para la protección perimetral de las placas (100), éstas
 20 pueden estar configuradas, opcionalmente, con uno o más perfiles (103) protectores, preferentemente fabricados en materiales plásticos.

Asimismo, el procedimiento de la invención según esta realización preferente se referirá a cátodos permanentes de acero inoxidable, si bien otro tipo de materiales pueden ser
 25 también utilizados dentro del objeto de la invención.

Tal y como se muestra en la Figura 2 del presente documento, en una realización preferente del procedimiento de la invención, éste comprende una combinación en cualquier orden técnicamente posible de las siguientes etapas:

30

- Transporte (1) de los cátodos permanentes desde la refinería:

Los cátodos son recogidos en la refinería, preferentemente por medio de un vehículo de transporte como, por ejemplo, un camión auto-cargante con brazo grúa. La recogida de los cátodos se encuentra subordinada a las necesidades operativas de la planta de refinación, y se realiza preferentemente cumpliendo sus especificaciones y normas de seguridad recogidas en el procedimiento de trabajo entregado al cliente. Típicamente, cada cátodo va unido a una barra (101) superior de soporte, que permite situarlo en posición semisumergida en las cubas electrolíticas, apoyando cada extremo de dicha barra (101) en bordes opuestos de la cuba.

5

10 Las operaciones de transporte se realizan con los cátodos orientados en posición preferentemente vertical, limitando la aparición de oscilaciones en los mismos. Para ello es posible utilizar protecciones, por ejemplo de teflón, en los apoyos de los cátodos, para no dañar las barras de soporte. En una realización preferente de la invención, es posible realizar también un pesaje del vehículo de transporte, para tener un control aproximado del cobre que se extrae de las instalaciones de la refinería, y que se encuentra inicialmente adherido a las placas de los cátodos a recuperar.

15

En otra realización de la invención, un operario o el propio conductor del vehículo de transporte puede realizar un inventario de todos los cátodos cargados a transportar. El camión será pesado en vacío y en carga para registrar el peso de los cátodos, pudiendo así controlar en todo momento el cobre adherido en ellos. La gestión de la información de pesaje se realizará preferentemente mediante un terminal de comunicación e introducción de datos de tipo PDA, tablet o teléfono móvil que portará dicho operario. Tras realizar la carga y el pesaje del vehículo, éste se desplaza al lugar donde se realizarán las labores de reparación de los cátodos.

20

25

Para la manipulación de las placas, en una realización preferente de la invención se pueden utilizar uno o más útiles (300, 400) de carga/descarga, tal y como se muestran en las Figuras 3a-3b y 4 de la invención.

30

El útil de carga (300) (Figuras 3a-3b) es el encargado de cargar las placas de los cátodos y, gracias a su distribución, depositar correctamente las mismas en los puntos de entrega, preferentemente configurados como líneas (denominadas generalmente como "racks"). Como se aprecia en la citada figura, el útil de carga (300) comprende un sistema de fijación consistente en una barra central (301) en la que se dispone una pluralidad de separadores (302), preferentemente repartidos con una separación entre

35

separadores (302) contiguos de entre 70-130 mm, con el objetivo de sustentar de manera segura las placas de los cátodos. Asimismo, el útil de carga (300) comprende una pluralidad de ganchos laterales (303) configurados para su introducción en orificios (102) complementarios que los cátodos típicamente presentan en la zona inferior de su barra (101) de soporte.

En las Figuras 3a-3b se muestran dos vistas de este útil de carga (300) y la disposición de sus ganchos (303) para soportar las placas en su almacenaje previo a la descarga en fábrica. Preferentemente, la carga máxima admisible es típicamente de 500-1000 kg. Para su elevación y manejo se emplea, preferentemente, una grúa y una eslinga de cadena, con una pluralidad de ramales (aptos para su conexión a orejetas (304) complementarias instaladas en el útil (300)), que permiten elevar el útil (300) de manera equilibrada y que cuentan preferentemente con ganchos de seguridad (no mostrados en las figuras), con el objetivo de evitar posibles accidentes por caída de objetos en movimiento.

Por su parte, la Figura 4 muestra una vista del útil de descarga (400). Este útil (400) es el encargado de descargar las placas pendientes de ser reparadas y, gracias a su distribución, depositar correctamente las mismas en los racks de recogida. Como se aprecia en la Figura 3, el útil de descarga está equipado con una estructura de soporte estructural (401) que comprende, a su vez, dos brazos (402) configurados para su introducción en ventanas complementarias que los cátodos típicamente presentan en la zona inferior de su barra de soporte, y un elemento de conexión (403) a un dispositivo de elevación (por ejemplo, una grúa).

25

- Retirada (2) de perfiles plásticos (103) y marcado (3) de los cátodos:

Habitualmente, los cátodos permanentes están equipados con uno o más perfiles plásticos (103) que resulta conveniente retirar para realizar las labores de reparación y/o mantenimiento. La retirada de los perfiles (103) (ver Figura 1) se puede hacer en la propia refinería, o en el lugar donde realiza el mantenimiento de los cátodos. Para ello, dichos cátodos son colocados preferentemente en posición vertical y, mediante el uso de uno o más útiles de extracción que envuelven al perfil (103), los cátodos son extraídos mediante la realización de un movimiento de palanca sobre los mismos.

35

En una realización preferente de la invención, antes o después de llevar a cabo la retirada de los perfiles (103), se lleva a cabo un marcaje de las placas (100) de los cátodos de manera individual. Este marcado puede realizarse, por ejemplo, con marcado láser, con tiza o con otra herramienta similar, preferentemente sobre la barra horizontal (101) del cátodo. El marcaje puede incluir, por ejemplo, información sobre el estado de los perfiles (103), tipo de cátodo, placa (100) o perfil (103), número de caras con cobre adherido en la placa (103), etc.

En una realización preferente de la invención, puede utilizarse un útil (500) (ver Figura 5) específico configurado con medios mecánicos configurados para fijar la posición de los cátodos (preferentemente orientándolos verticalmente), retirar los perfiles (103) y realizar el marcado de las placas (103).

Para una adecuada trazabilidad de los cátodos sometidos al procedimiento de mantenimiento de la invención, preferentemente todos ellos serán marcados mediante grabado manual y/o láser. Gracias a dicho marcado, será posible realizar un control eficaz de los cátodos almacenados en la cadena, gracias a las marcas realizadas sobre los mismos en una o varias etapas de comprobación de calidad. En general, si el cátodo se encuentre en buenas condiciones para avanzar en el proceso, será marcado mediante láser, por ejemplo con un código de tipo "datamatrix". Dicho código será una identificación individual para cada cátodo, y en él se incluirá, además de su número de identificación, la información individualizada que el operario desee introducir manualmente, tal como la zona en la que los perfiles están afectados, caras con cobre adherido, tipo de perfil (103) retirado, etc. Una vez que el cátodo permanente es marcado, se procede a verificar la legibilidad del código datamatrix. Así, cada operación de mantenimiento será registrada automáticamente mediante la lectura del código del cátodo y, de forma automática, mediante un lector de códigos datamatrix. Este proceso se puede sincronizar, por ejemplo vía comunicación Ethernet, con otros equipos de medida de calidad (rugosímetro láser, durómetro, etc.) de los cátodos, mediante un software de trazabilidad configurado con un base de datos donde quedarán registradas todas las operaciones y mediciones realizadas secuencialmente en cada uno de los cátodos permanentes.

En una realización preferente de la invención, la información de la base de datos será accesible desde un servicio web, por ejemplo a través de una aplicación de clientes, o bien mediante la implementación de una herramienta de tipo "business intelligence", para

que se pueda controlar en tiempo real el proceso de mantenimiento y acceder a los registros históricos de mantenimiento. Estas aplicaciones o herramientas podrán ser también implementadas como aplicaciones móviles para teléfonos, dispositivos de tipo tablet o similar.

5

En caso de que el cátodo no sea apto a continuar, éste preferentemente almacenado en un rack de salida donde, una vez completo, será apartado por una grúa. Es en este punto, uno o más operarios se encargarán de separar los cátodos en función de los problemas detectados sobre los mismos, ya sean, por ejemplo: nivel de daño sobre la placa (100), necesidad de pulido, tipo de placa (100) (familia específica o de regulación) y/o placas (100) con daños varios no recuperables. En una realización preferente de la invención, es posible utilizar también un robot de apoyo para realizar el desplazamiento de la placa (100) hasta el rack de continuación o hasta el rack de rechazo, de igual modo que sea capaz de colocar la placa (100) en la zona de marcado y lectura láser.

10

15

- Retirada (4) del cobre adherido a las placas (100) de los cátodos:

En esta etapa del procedimiento, se retiran los restos de cobre adherido y no despellejados de las placas (100), preferentemente mediante medios manuales (por ejemplo, con cincel y martillo), teniendo cuidado de no dañar la superficie de la placa de acero inoxidable (arañazos, abolladuras, etc.). Para ello, las placas (100) son depositadas preferentemente en un soporte vertical automatizado (ver un ejemplo de dicho soporte en la Figura 6). Se suspenden por el extremo de sus barras (101) en cadenas protegidas, por ejemplo con soportes de teflón, que evitan la contaminación del cátodo al entrar en contacto con cualquier elemento metálico. Éstas avanzan de manera progresiva controladas por un operario, o de forma automática. Una vez desprendido el cobre, este se retira en paquetes, para ser posteriormente pesado y entregado de vuelta a la refinería.

20

25

30

En ocasiones la capa de cobre es extremadamente fina. En estos casos, el cátodo es transportado mediante un medio de elevación de carga (por ejemplo, una grúa) hasta una mesa horizontal con apoyos protegidos por elementos teflonados. Allí, se retira el cobre cuidadosamente y la placa es devuelta al puesto de marcaje.

35

- Limpieza (5) de los cátodos:

Los cátodos, al ser retirados de la refinería, pueden llevar adheridas ceras, sales, polvo, etc. Una vez se lleva a cabo el marcado de las placas (100), éstas se trasladan,

preferentemente mediante un sistema de elevación, hasta la entrada de un dispositivo de lavado. Allí, una cadena de transporte se encarga de hacer pasar la placa (100), en posición preferentemente vertical, al interior de dicho dispositivo.

- 5 Se procederá a la limpieza individualizada de cada cátodo. Mediante agua a presión, se eliminan los restos adheridos. El agua de la etapa de limpieza será preferentemente reutilizable mediante un proceso de ósmosis que controle el pH y la conductividad eléctrica. Una vez la placa (100) completa el proceso de lavado, unos ventiladores se encargan de retirar el agua de su superficie con el objetivo de, si es necesario pulir la
- 10 placa, ésta llegue seca a esa etapa. Preferentemente, la etapa de lavado se realiza sin contacto de los operarios con el cátodo, de tal forma que se evitará un posible daño por contacto con productos corrosivos.

Para finalizar el lavado, se realiza preferentemente un cepillado de la barra (101) en

15 ambos extremos, por la zona de contacto, por ejemplo gracias al uso de rodillos de pulir, instalados tras el volteo de la placa a su posición horizontal, una vez sale de la lavadora.

- Pulimentado (6) de las placas (100):

- 20 Una característica fundamental para un correcto comportamiento en el proceso de electro-depósito del cobre es la rugosidad que presenta la superficie de la placa (100) de acero inoxidable. Por tanto, la inspección de la calidad superficial de la placa (100) es determinante para asegurar que el cátodo de cobre no se adhiera en demasía a la misma, dado que se dificultaría el despellejado del cátodo de cobre y obligaría a utilizar
- 25 un método alternativo de despegue. Además del aumento de la rugosidad por la corrosión de la superficie del cátodo, es muy usual encontrarse con incrustaciones de sales (normalmente silicatos de calcio) en la propia superficie, normalmente en la interfase. Las incrustaciones de sales en la zona de interfase son visibles a simple vista y deben ser eliminadas cuando éstas aparecen. Para eliminar la incrustación producida
- 30 por las citadas sales, se realizará el pulido de las placas (100), por ejemplo con amoladora neumática con discos intercambiables, con la rugosidad indicada para obtener el resultado deseado.

Además de las incrustaciones, es necesario llevar también un control exhaustivo de la

35 rugosidad de la superficie del cátodo, debido a la presencia de "pitting" (generado por corrosión) o ralladuras profundas en la placa (100). Mediante el uso de herramientas

tales como rugosímetros láser, se analiza la rugosidad de la terminación superficial de la placa en varios puntos de ambas caras. Para ello, una vez la placa se encuentra en posición horizontal, dos rugosímetros instalados se encargan de medir este dato en ambas caras. Gracias a que la medición de la rugosidad es instantánea, es posible llevar a cabo la medición al 100% de los cátodos y registrar cada una de las mediciones con un software de trazabilidad. Típicamente, la rugosidad de la placa de acero inoxidable se encuentra entre 1 y 1,5 μm .

Si la placa no presentara la rugosidad indicada, será corregida mediante pulimentado. Este proceso es de suma importancia, dado que es el que determina que el cátodo presente finalmente las tolerancias de acabado superficial requeridas para el proceso de electrólisis.

Para el pulimentado se utiliza, preferentemente, una pulidora automática de rodillos, por ejemplo de carburo de silicio de grano muy fino, indicados para el microdesbarbado de precisión. Los rodillos trabajan en todo el ancho de la placa, microdesbarbando toda la superficie de la placa a la vez por ambos lados de la placa.

- Control (7) de la planicidad de las placas (100):

La planicidad del cátodo, al igual que su verticalidad, es de suma importancia para evitar el contacto cátodo/ánodo dentro de las celdas en las naves de electrólisis. La tolerancia de la planitud es, típicamente de ± 3 mm en el centro de la placa (100), y debe ser medida utilizando una regla calibrada para el control dimensional.

Si el cátodo no cumpliera con esta especificación de calidad y no puede ser reparado mediante un proceso de planificado, se marca, separa, y documenta el tipo de rechazo. Un lector, preferentemente situado a continuación de los rugosímetros, detecta esta desviación e impide su paso a la pulidora de no cumplir con la tolerancia indicada, especialmente importante dado que el introducir placas que no cumplan este requisito puede provocar daños en la lija de la pulidora, al verse afectada la holgura de incidencia del papel sobre la placa (100). Si la placa (100) no presentara la planicidad indicada, se corregirá mediante una prensa hidráulica, por ejemplo una prensa de rodillos adaptada a la forma del cátodo, por la que éste se introduce transversalmente.

35

- Montaje (8) de los perfiles plásticos (103):

Los perfiles plásticos (103) que se encuentran en mal estado son sustituidos y gestionados para su adecuado reciclaje. Preferentemente, se tumba la placa (100) sobre una mesa de trabajo (ver Figura 7, a modo de ejemplo de dicha mesa) y se insertan los perfiles (103) de plástico en los bordes laterales de la placa (100). A continuación, por medio de accionamiento neumático e hidráulico, se empuja la placa (100) hacia los perfiles, quedando embutida por sus lados laterales en los mismos.

10 - Control (9) de la conductividad de las placas (100):

En esta etapa se lleva a cabo un ensayo de conductividad, que tiene por objeto evaluar la conductancia eléctrica entre la placa (100) de acero inoxidable y la barra de cobre (101) (en la unión cobre-acero inoxidable) en los cátodos. Durante su operación en las cubas electrolíticas, los cátodos se alimentan de corriente por los extremos de la barra de cobre (101) y evacuan el flujo a través de la placa (100) de acero inoxidable hacia el electrolito en el que están inmersos. Como consecuencia y dada la geometría del cátodo, se establece un campo eléctrico que es complejo, de modo que si bien es aplicable la ley de Ohm, es más adecuado evaluar el comportamiento eléctrico a través de un modelo continuo. En efecto, siendo la conductancia eléctrica el inverso de la resistencia, si se establece un flujo de corriente constante en el cátodo, resulta que la resistencia en cada punto del cátodo es directamente proporcional a la pérdida de tensión, de donde se deduce que esta última variable es una buena medida de la resistencia o de la conductancia de una región del continuo.

25

Preferentemente, la medición de la conductividad se realiza sobre la mesa de montaje de perfiles (103). Allí se colocan, por ejemplo, unas pinzas conductoras sobre las placas (100) se toma la lectura indicada. Ésta queda registrada en una base de datos asociada directamente a la placa (100) medida. Si existiese algún problema en la zona de soldadura, fisuras o roturas, este procedimiento sería el encargado de señalar el fallo.

30

- Control (10) de la verticalidad de los cátodos:

Una vez concluidos los dos procesos anteriores se procederá al control de verticalidad de todo el conjunto, rectificando en caso de ser necesaria la posición de la placa (100) con respecto a la barra soporte (101), operación que se corregirá mediante verticalizado.

35

La tolerancia para esta verticalidad es, típicamente, de $\pm 4-6$ mm y es medida, por ejemplo, utilizando un calibre láser especialmente diseñado para este efecto. Para realizar dicha medida, la placa (100) se hace avanzar por una cadena de rodillos de manera horizontal, hasta llegar al final de la misma. Posteriormente, un sistema lineal robotizado se encarga de elevar al cátodo a posición horizontal, y mantenerlo suspendido en dicha posición mientras el láser trabaja, para después descargarla en el rack de salida habilitado para tal fin. Si el cátodo no presenta la verticalidad requerida, se corrige mediante verticalizado. De esta manera, quedaría completo el circuito de mantenimiento en todas sus fases posibles.

- Verificación (11) del proceso y control de calidad:

En esta etapa, la placa (100) pasa un nuevo control de verticalidad, manteniendo la misma tolerancia de $\pm 4-6$ mm sobre la vertical, medida en el borde inferior de dicha placa (100). Si la medida anterior fuera superior, el cátodo no sería aceptado en la entrega como reparado. Además, se revisará su correcta limpieza y acabado. Es el momento de revisar todas las placas (100) y aplicar diferentes procedimientos sobre las unidades rechazadas.

- Reparación (12) de la barra de soporte (101):

Es importante inspeccionar la existencia de posibles deformaciones en la barra (101) de cobre verificando la linealidad de ésta en todas sus caras. La presencia de deformaciones en la barra (101) transfiere deformaciones a la placa (100) de acero inoxidable, aumentando de esta forma la probabilidad de contactos entre los cátodos y ánodos. La tolerancia en la flecha de la barra (100) debe ser menor a 3 mm en 1 m. Esta inspección se ejecuta utilizando una regla calibrada para el control dimensional. Adicionalmente, se debe verificar la zona de contacto de la barra de cobre del cátodo con la barra intercelda de la planta de electrólisis. Se debe verificar que la curvatura inferior de la barra (100) sea la correcta, con el fin de asegurar el contacto con la barra intercelda, limitándose la caída de tensión en el contacto. Si el cátodo no cumpliera con ésta especificación de calidad y no pudiera ser reparado mediante un proceso de enderezado, se marca, separa, y documenta el tipo de rechazo.

La parte inferior de la barra (101) de soporte, en la zona de contacto, ha de ser inspeccionada meticulosamente. Si presentara deterioro por desgaste, corrosión o agrietamiento, se reparará mediante soldadura y lijado, dando mayor énfasis al pulido mecánico. Se realizará periódicamente, dado que es necesario para mantener la menor resistividad posible.

- Almacenamiento (13) de los cátodos:

Una vez finalizado todo el proceso, los cátodos se colocarán en unos soportes de entrega, a la espera de su carga en el camión grúa y su transporte al punto de origen.

- Transporte (14) y devolución a la refinería:

Las placas viajarán con una separación entre barras, típicamente de 80-120 mm, lo que implica que los extremos de las barras se posicionarán sobre hendiduras que un soporte para evitar su movimiento.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para el mantenimiento de cátodos permanentes de una refinería electrolítica de cobre, siendo dichos cátodos del tipo que comprenden una placa (100) principal unida superiormente a una barra de soporte (101), uno o más orificios de enganche (102) y uno o más perfiles (103) perimetrales,

caracterizado por que comprende las siguientes etapas realizadas en cualquier orden técnicamente posible, en una planta de mantenimiento de dichos cátodos:

- transporte (1) de los cátodos permanentes desde la refinería hasta la planta de mantenimiento;

- retirada (2) de los perfiles plásticos (103);

- retirada (4) del cobre adherido a las placas (100) de los cátodos;

- limpieza (5) de los cátodos;

- pulimentado (6) de las placas (100);

- control (7) de la planicidad de las placas (100);

- control (9) de la conductividad de las placas (100);

- control (10) de la verticalidad de las placas (100);

- montaje (8) de los perfiles plásticos (103);

- transporte (14) y devolución a la refinería;

2.- Procedimiento según la reivindicación anterior, que comprende una etapa de marcado (3) de los cátodos, siendo dicho marcado manual o marcado óptico.

3.- Procedimiento según la reivindicación anterior, donde el marcado (3) se realiza con láser, incluyendo un código de tipo datamatrix, y donde se realiza la lectura del mismo y su registro en una base de datos.

4.- Procedimiento según la reivindicación anterior, donde la información de la base de datos se configura con un servicio web para su control en tiempo real.

5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de reparación (12) de la barra de soporte (101).

6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de verificación (11) de inspección de los cátodos y de control de calidad de los mismos.

7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de almacenamiento (13) de los cátodos en la planta de mantenimiento.

5 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de transporte (1) comprende el uso de un camión auto-cargante con brazo grúa.

10 9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de transporte (1) comprende el uso de protecciones de teflón en los apoyos de los cátodos de las barras (101) de soporte.

10.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de transporte (1) comprende el uso de uno o más útiles de (300, 400) de carga y/o descarga, donde:

15 - los útiles de carga (300) comprenden un sistema de fijación consistente en una barra central (301) en la que se dispone una pluralidad de separadores (302), repartidos con una separación entre separadores (302) contiguos; una pluralidad de ganchos laterales (303) configurados para su introducción en los orificios (102) de enganche de los cátodos; y una pluralidad de orejetas (304) de carga;

20 - los útiles de descarga están equipados con una estructura de soporte (401) que comprende, a su vez, dos brazos (402) configurados para su introducción en los orificios (102) de los cátodos, y un elemento de conexión (403) a un dispositivo de elevación.

25 11.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de retirada (2) de perfiles plásticos y marcado (3) de los cátodos comprende la colocación de los cátodos en posición vertical y la extracción de los cátodos son mediante la realización de un movimiento de palanca sobre los mismos.

30 12.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de retirada (4) del cobre adherido a las placas (100) de los cátodos se realiza de forma manual por uno o más operarios, y donde se depositan las placas (100) en un soporte vertical automatizado, suspendidas por el extremo de sus barras (101) en cadenas protegidas con soportes de teflón.

35

12.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de limpieza (5) de los cátodos comprende el traslado de los cátodos mediante un sistema de elevación, hasta la entrada de un dispositivo de lavado, donde una cadena de transporte se encarga de hacer pasar los cátodos, en posición vertical, al interior de dicho dispositivo.

12.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de limpieza (5) de los cátodos comprende el uso de agua a presión a un pH y/o conductividad eléctrica controlados.

10

13.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de limpieza (5) de los cátodos se realiza sin contacto de operarios con el cátodo.

14.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de limpieza (5) comprende el cepillado de la barra (101).

15

15.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de pulimentado (6) de las placas (100) comprende el uso de una amoladora neumática con discos intercambiables, con rugosidad controlada.

20

16.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de pulimentado (6) de las placas (100) comprende el uso de uno o más rugosímetros láser.

17.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de control (7) de la planicidad de las placas (100) y/o la etapa de control (10) de la verticalidad de los cátodos comprende el uso de una prensa hidráulica adaptada a la forma del cátodo, por la que éste se introduce transversalmente para corregir dichas placas (100).

30

18.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de montaje (8) de los perfiles (103) comprende la disposición de los cátodos sobre una mesa de trabajo equipada con unos bordes laterales donde se insertan dichos perfiles (103) y donde, a continuación, por medio de accionamiento neumático y/o hidráulico, se empuja la placa (100) hacia los perfiles (103), quedando embutida por sus lados laterales en los mismos.

35

19.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de control (9) de la conductividad de las placas (100) comprende la colocación, por de pinzas conductoras sobre las placas (100), la toma de la lectura de la conductividad, y su registro en una base de datos asociada directamente a la placa (100) medida.

5

20.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa de transporte (14) y devolución a la refinería comprenden la separación de las barras (102) de cátodos consecutivos ente 80-120 mm.

10

21.- Sistema de mantenimiento de cátodos permanentes de cobre de una refinería electrolítica, siendo dichos cátodos del tipo que comprenden una placa (100) principal de acero unida superiormente a una barra de soporte (101), uno o más orificios de enganche (102) y uno o más perfiles (103) perimetrales,

15

caracterizado por que comprende, al menos las siguientes estaciones de operación instaladas en una planta de mantenimiento, estando dichas estaciones configuradas para realizar un procedimiento según la reivindicación 1:

- estación de transporte (1) de los cátodos permanentes desde la refinería hasta la planta de mantenimiento;

- estación de retirada (2) de los perfiles plásticos (103);

20

- estación de retirada (4) del cobre adherido a las placas (100) de los cátodos;

- estación de limpieza (5) de los cátodos;

- estación de pulimentado (6) de las placas (100);

- estación de control (7) de la planicidad de las placas (100);

- estación de control (9) de la conductividad de las placas (100);

25

- estación de control (10) de la verticalidad de las placas (100);

- estación de montaje (8) de los perfiles plásticos (103);

- estación de transporte (14) y devolución a la refinería;

estando dichas estaciones configuradas para realizar un procedimiento según la reivindicación 1.

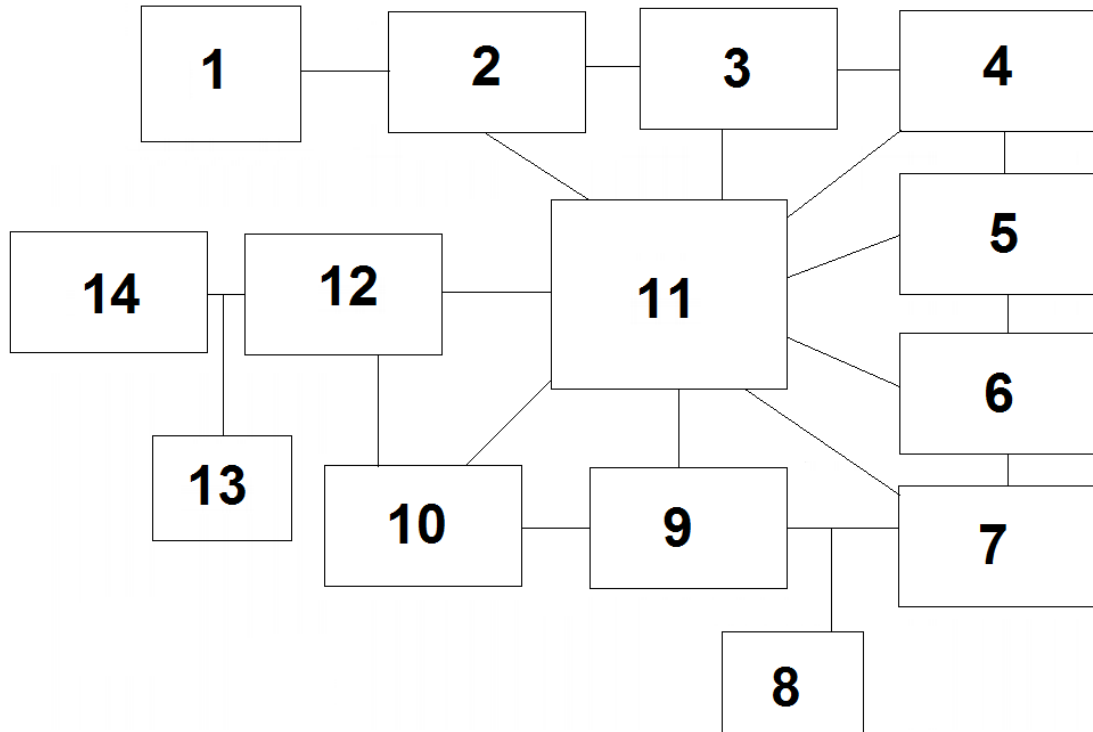


FIG. 1

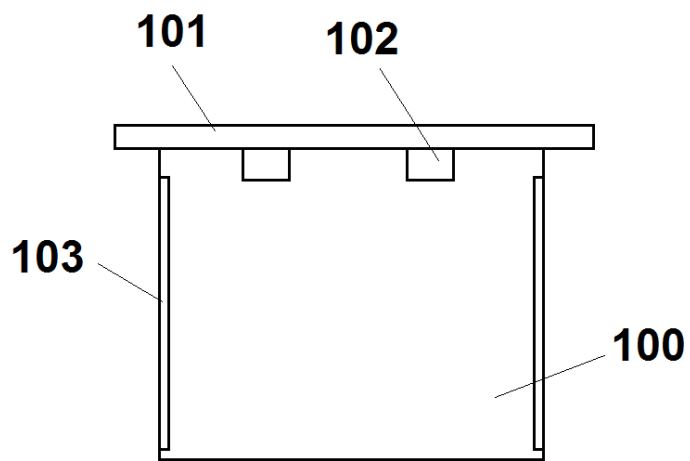


FIG. 2

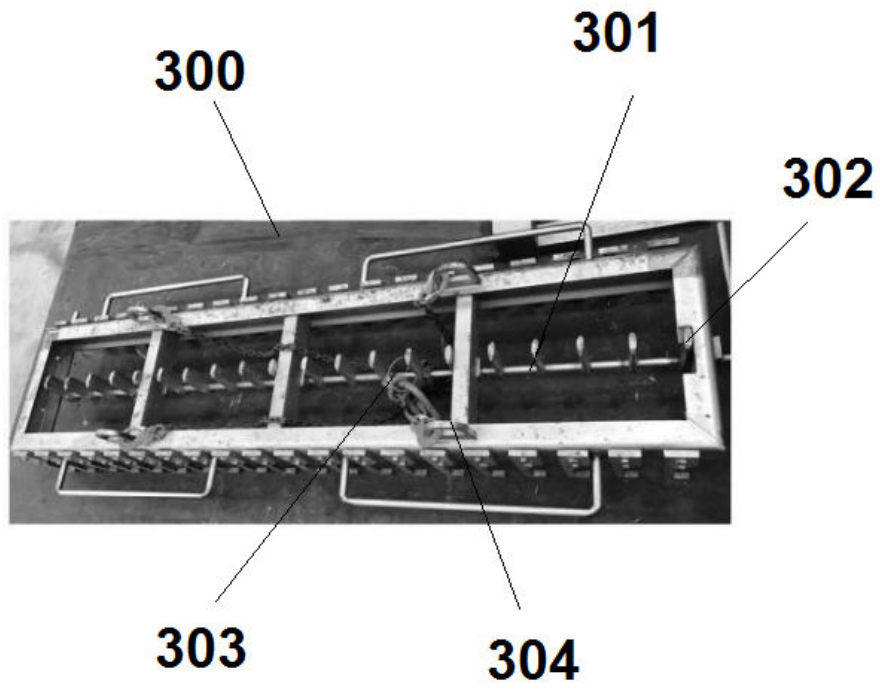


FIG. 3a

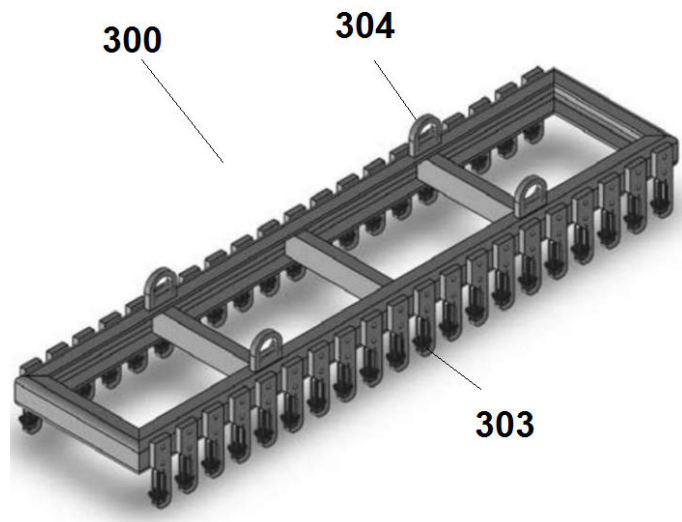


FIG. 3b

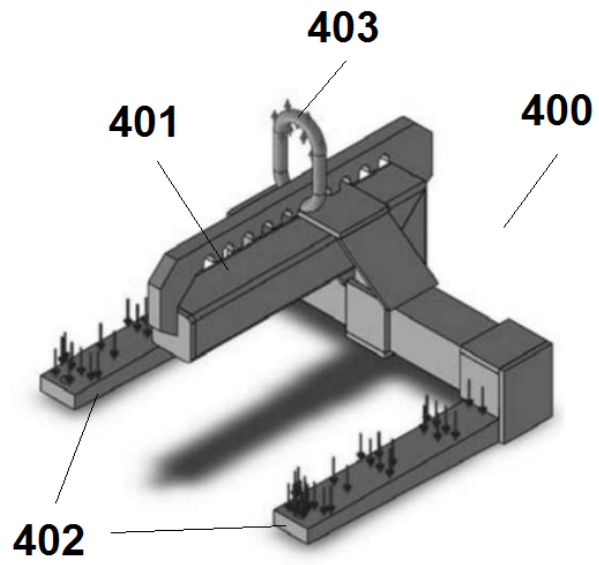


FIG. 4

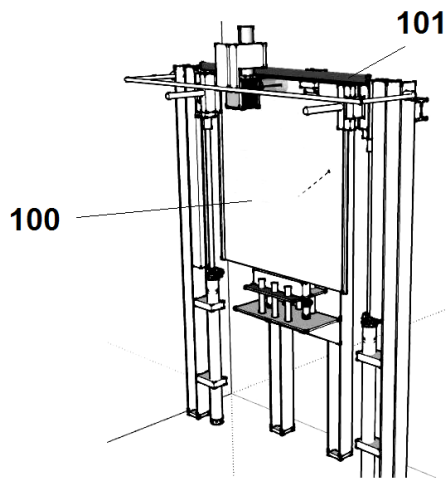


FIG. 5

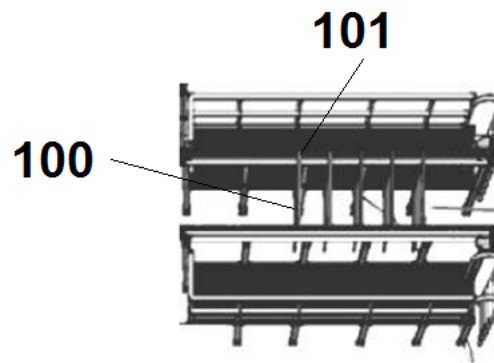


FIG. 6

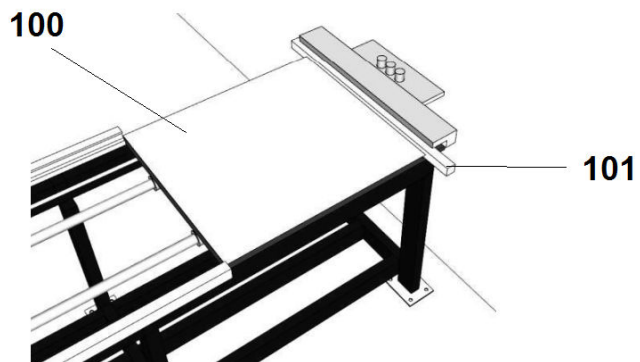


FIG. 7