



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 337 317**

⑤1 Int. Cl.:
G21F 9/28 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **98920831 .9**

⑨6 Fecha de presentación : **08.04.1998**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **0974148**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **26.01.2000**

⑤4 Título: **Procedimiento de descontaminación de LOMI regenerador.**

③0 Prioridad: **08.04.1997 US 826835**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.04.2010

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.04.2010

⑦3 Titular/es:
ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE
3412 Hillview Avenue
Palo Alto, California 94303, US

⑦2 Inventor/es: **Wood, Christopher;**
Bradbury, David y
Elder, George, R.

⑦4 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de descontaminación de LOMI regenerador.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema para mejorar procedimientos de descontaminación de reactores de agua ligera (LWR). Más particularmente, la presente invención es un procedimiento de descontaminación de ión metálico en estado de oxidación bajo (LOMI) regenerador que es una mejora de las patentes US n° 4.705.573 y n° 4.731.124, que se incorporan a la presente memoria como referencia.

Antecedentes de la invención

La descontaminación de los subsistemas de las centrales de tipo LWR resulta en la actualidad relativamente común en los EE.UU. y se reconoce ampliamente como una acción útil que contribuye a reducir la exposición a la radiación de los trabajadores de la central. El principio de los procedimientos de descontaminación de este tipo es que una parte del circuito del reactor se expone a disoluciones químicas de descontaminación que disuelven los depósitos radiactivos. A continuación se tratan las disoluciones químicas de descontaminación gastadas mediante intercambio iónico. De este modo, la resina de intercambio iónico retiene toda la carga química y radiactiva de la disolución química de descontaminación mientras que se devuelve al sistema agua limpia.

El procedimiento LOMI ha sido muy aplicado en los Estados Unidos para la descontaminación de subsistemas de reactores. Una ventaja principal del procedimiento LOMI es su baja corrosividad con respecto a los materiales del reactor. Adicionalmente, el procedimiento es el único que puede utilizarse en componentes intranucleares de reactores de agua en ebullición (BWR).

La aplicación del procedimiento LOMI está limitada de manera eficaz a una concentración de vanadio 10 mM debido a la solubilidad limitada de las especies de vanadio. Debido a que el vanadio disuelve el producto de corrosión radiactivo (material contaminado) y a que el procedimiento LOMI se aplica mediante inyección inicial, disolución y limpieza (en lugar de purificación continua), existe un límite en cuanto a cuánto producto de corrosión puede disolverse en un volumen dado de disolución química de descontaminación (es decir, la disolución química de descontaminación presenta una capacidad limitada). En la mayor parte de las descontaminaciones de subsistemas esto no es un problema aunque en algunas aplicaciones potenciales, tales como la parte inferior de las vasijas del reactor BWR, la cantidad de producto de corrosión presente podría ser superior a la cantidad que puede disolver una aplicación LOMI convencional.

El procedimiento de descontaminación LOMI se ha considerado un procedimiento "de paso único" debido al hecho de que la disolución química de descontaminación de LOMI utiliza ácido picolínico como agente quelante y, a través de la protonación del átomo de nitrógeno en la estructura heterocíclica (véase la figura 1), la molécula puede unirse a una resina de intercambio catiónico. Por tanto, durante la fase inicial del procedimiento de intercambio catiónico, no sale ácido picolínico de la columna de intercambio catiónico. Esto ha llevado al procedimiento de descontaminación de LOMI convencional en el que la disolución de descontaminación se aplica mediante inyección inicial, disolución y limpieza.

La solicitud de patente US n° 5.306.399 da a conocer un procedimiento de LOMI conocido convencionalmente no regenerador en el que se utiliza una resina de intercambio catiónico para eliminar cationes y una resina de intercambio aniónico elimina los aniones orgánicos.

Lo que se requiere es un procedimiento de descontaminación de LOMI mejorado que permita utilizar la disolución química de descontaminación de LOMI de una manera regeneradora. Esto permitirá la limpieza de una cantidad superior de producto de corrosión utilizando una aplicación de LOMI dada.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un procedimiento regenerador para descontaminar una superficie que presenta material contaminado, que comprende las etapas que consisten en a) proporcionar una pluralidad de columnas de intercambio catiónico conectadas en paralelo en un circuito de descontaminación, en el que cada columna contiene resina de intercambio catiónico; b) introducir una disolución química de descontaminación que comprende un agente quelante que puede unirse a la resina de intercambio catiónico en el circuito de descontaminación; c) exponer el material contaminado a la disolución química de descontaminación; d) exponer la disolución química de descontaminación que contiene el material contaminado a la pluralidad de columnas de intercambio catiónico durante un periodo de tiempo suficiente para unir tanto el material contaminado como el agente quelante a la resina de intercambio catiónico y durante un periodo de tiempo suficiente para liberar posteriormente el agente quelante de la resina de intercambio catiónico, por lo que sólo el material contaminado permanece unido a la resina de intercambio catiónico; y e) inyectar formiato vanadoso en la disolución química de descontaminación regenerada para mejorar la solubilidad global del material de contaminación en la disolución química de descontaminación, por lo que la disolución química de descontaminación se utiliza de una manera regeneradora.

Más particularmente, la disolución de descontaminación es una disolución química de descontaminación de ión metálico en estado de oxidación bajo que presenta una concentración de entre 10^{-3} M - 2 M y en la que el agente quelante es ácido picolínico.

Se contempla además que la pluralidad de columnas de intercambio catiónico se exponga cada una a la disolución química de descontaminación que contiene material contaminado en una secuencia predeterminada en la que una columna libera una parte del agente quelante unido a la resina de intercambio catiónico mientras que otra columna une una parte del agente quelante a la resina de intercambio catiónico, por lo que la secuencia predeterminada permite mantener un nivel constante de agente quelante en el circuito de descontaminación.

El procedimiento comprende además la etapa que consiste en exponer la disolución química de descontaminación de LOMI regenerada a un intercambiador de aniones que contiene IONAC-365 para eliminar iones formiato de la disolución química de descontaminación de LOMI.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra la protonación de un átomo de nitrógeno en la estructura heterocíclica.

La figura 2 ilustra un gráfico de las características de ruptura del ión metálico y el ácido picolínico.

La figura 3 ilustra un diagrama de bloques del circuito de descontaminación de la presente invención.

Descripción detallada de la forma de realización preferida

La presente invención proporciona un procedimiento de descontaminación de LOMI regenerador en el que se utiliza resina de intercambio catiónico para eliminar materiales contaminados (es decir, metales) de una disolución química de descontaminación de LOMI de la manera convencional (véase, por ejemplo la patente US nº 4.705.573). La presente invención, sin embargo, proporciona una operación adicional de la resina de intercambio catiónico para permitir que el agente quelante (es decir, el ácido picolínico) inicialmente unido a la resina, se libere y recicle de vuelta a la disolución química de descontaminación de LOMI que circula a través del circuito de descontaminación. El funcionamiento de la resina de intercambio catiónico se detiene después de que el ácido picolínico se haya liberado de vuelta a la disolución química de descontaminación de LOMI en circulación pero antes de que los cationes inorgánicos (por ejemplo, metales tales como sodio, hierro, vanadio) se liberen de vuelta a la disolución química de descontaminación de LOMI en circulación.

La presente invención es regeneradora porque el ácido picolínico, que es el agente quelante utilizado en la disolución química de descontaminación de LOMI, se recicla utilizando resina de intercambio catiónico para dividir el complejo de ión metálico. Aunque el vanadio se eliminaría mediante las columnas de intercambio catiónico (junto con los metales radiactivos), se eliminaría como vanadio (III) gastado, puesto que existirá una pequeña concentración restante de vanadio (II) en la disolución de descontaminación. Puede añadirse más vanadio como vanadio (II) nuevo, mejorando así la capacidad potencial global del procedimiento de descontaminación para la disolución del producto de corrosión. En otras palabras, se aumenta la capacidad de la disolución química de descontaminación de LOMI para absorber material contaminado.

La presente invención implica una inyección inicial de una disolución química de descontaminación de LOMI diluida (formiato vanádico, ácido picolínico e hidróxido de sodio) en el circuito de descontaminación. La disolución química de descontaminación se hace pasar entonces a través de un grupo de pequeñas columnas de intercambio catiónico durante el procedimiento de descontaminación en el que las pequeñas columnas de intercambio catiónico se sitúan en paralelo unas respecto a otras. Mediante “pequeñas columnas de intercambio catiónico” se hace referencia a que el tamaño de las presentes columnas es inferior a las columnas utilizadas en los procedimientos convencionales en los que todos los iones se eliminan al final del procedimiento de descontaminación.

Las pequeñas columnas de intercambio catiónico se hacen funcionar según una secuencia en la que una columna libera ácido picolínico mientras que otra columna de intercambio catiónico une ácido picolínico. De este modo, el procedimiento se hace funcionar sin grandes variaciones en la concentración restante de ácido picolínico en el circuito de descontaminación. Este procedimiento se une a adiciones adicionales continuas de formiato vanádico e hidróxido de sodio. Opcionalmente, durante el procedimiento para eliminar formiato (preferentemente a ácido picolínico) del sistema, puede utilizarse un intercambiador de aniones de base débil. La limpieza final se completa mediante columnas catiónicas y aniónicas más grandes que las descritas anteriormente, pero debido a que la concentración restante de componentes es mucho más baja que en un procedimiento de descontaminación de LOMI normal, la cantidad de resina requerida en las columnas catiónicas y aniónicas más grandes se reduce en gran parte.

El funcionamiento específico de las columnas de intercambio catiónico a escala de una central requiere el conocimiento de las características de ruptura de cada especie en una columna de intercambio catiónico. Las características de ruptura pueden predecirse a partir del conocimiento de las concentraciones de disolución de las diferentes especies y la capacidad de la resina, unido a la suposición de que todos los cationes se eliminan inicialmente y que el ácido picolínico se eluye de la columna antes que cualquier otro catión. Un ejemplo de las características de ruptura medidas se proporciona en la figura 2, que corrobora esta afirmación. Los puntos de ruptura previamente estimados

pueden verificarse mediante mediciones analíticas apropiadas del efluente de la columna durante el funcionamiento del procedimiento.

La figura 3 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un circuito de descontaminación que pone en práctica la presente invención. El procedimiento comienza con una inyección inicial de agentes químicos de descontaminación tal como se describe en la patente US nº 4.705.573. Las concentraciones utilizadas pueden estar comprendidas en cualquier lugar en los intervalos descritos en esta patente (es decir, 10^{-3} M - 2 M, aunque preferentemente 10^{-3} M- 10^{-2} M), aunque a concentraciones inferiores a las que se utilizarían normalmente para una aplicación no regeneradora. En el ejemplo proporcionado a continuación, se utilizaron 2 milimoles por litro de vanadio, lo que puede considerarse típico. Dentro del circuito de descontaminación, una línea de retorno 1 devuelve la disolución química de descontaminación mezclada con material contaminado desde el circuito del reactor a una serie de pequeñas columnas de intercambio catiónico 2, 4, 6, 8 y 10 previstas. El número exacto de pequeñas columnas de intercambio catiónico no es crítico, aunque es preferentemente de cuatro o superior. Si la resina de intercambio iónico en las columnas puede sustituirse rápidamente por resina recién preparada durante el procedimiento de descontaminación, serían suficientes tres columnas, o de manera concebible, dos.

Tras una inyección inicial de la disolución química de descontaminación de LOMI diluida, se descarga una primera columna de intercambio catiónico 2 al interior del circuito de descontaminación. Cuando el ácido picolínico empieza a eluir en el efluente de la columna de la primera columna de intercambio catiónico 2, se descarga una segunda columna de intercambio iónico 4 al interior del circuito de descontaminación. La primera columna de intercambio catiónico 2 se descarga hacia el exterior justo antes de que se produzca la ruptura del metal (es decir, antes de que el metal contaminado se libere de la resina). Una tercera columna de intercambio catiónico 6 se descarga al interior del circuito de descontaminación cuando se produce la ruptura del ácido picolínico en la segunda columna de intercambio catiónico. Las columnas de intercambio catiónico 2, 4, 6, 8 y 10 no deben estar en funcionamiento de manera continua. La secuencia continúa hasta que todas las columnas de intercambio catiónico 2, 4, 6, 8 y 10 están abiertas hacia el circuito de descontaminación. Sin embargo, tal como se indicó anteriormente, si la resina en las columnas puede sustituirse por resina recién preparada durante el procedimiento de descontaminación, el procedimiento de descontaminación puede continuar hasta que se desee.

Se elimina el ión formiato de la formulación de LOMI en un intercambiador 12 de aniones de base débil tal como un IONAC-365 (fabricado por Sybron Corporation, EE.UU.) a una capacidad superior a 3 miliequivalentes por mililitro, en comparación con una capacidad máxima de 1,6 miliequivalentes por litro para el ión picolínico. Es necesario un intercambiador de aniones porque la adición continua de formiato vanádico a la disolución provoca un aumento en la concentración del ión formiato en ausencia de cualquier mecanismo para su eliminación. La utilización de una columna de resina de base débil, cargada previamente con ácido picolínico, puede emplearse para reducir la concentración de formiato en la disolución. Si no conviene condicionar la resina de este modo, puede utilizarse una columna de resina de base débil en forma de hidróxido, en la que en primer lugar se elimina el ácido picolínico mediante la columna y a continuación se eluye mediante el ión formiato de entrada.

La presente invención proporciona asimismo inyecciones adicionales de formiato vanádico e hidróxido de sodio desde el inyector 14. Una línea de alimentación 17 alimenta la disolución de descontaminación regenerada mezclada con formiato vanádico e hidróxido de sodio al circuito del reactor. Se completa la limpieza final mediante columnas catiónicas y aniónicas más grandes 16 tal como se describió anteriormente en las patentes US nº 4.705.573 (véase la col. 6, líneas 19-28) y nº 4.731.124 (véase la col. 5, líneas 8-12).

Las ventajas de la presente invención son a) la capacidad de disolver más de 10 milimoles de hierro por litro de disolución; b) una necesidad reducida de ácido picolínico; c) un volumen reducido de residuos radiactivos; y e) una proporción reducida de "agentes quelantes" en los residuos.

Aunque la presente invención está prevista principalmente para su utilización con el procedimiento químico de descontaminación de LOMI, también puede utilizarse con otros procedimientos que utilicen un agente quelante que pueda unirse a una resina de intercambio catiónico.

Ejemplo 1

Se realizó un ensayo a título de ejemplo utilizando el procedimiento de la presente invención. Este ensayo incorporó un depósito de Perspex de 10 litros adecuado para contener una disolución química de descontaminación de LOMI a 90°C con purga de nitrógeno, y cuatro columnas de intercambio catiónico. Se conectaron las columnas de intercambio catiónico mediante una serie de bombas peristálticas para una velocidad de flujo variable. Se rellenaron las columnas de intercambio catiónico con 50 cm³ de resina de intercambio catiónico de ácido fuerte Amberlite IR-120 (H) en forma de hidrógeno, previamente tratada con 3 volúmenes de lecho de ácido clorhídrico 1 M seguido por aproximadamente 10 volúmenes de lecho de lavado con agua desionizada.

Tal como se expone en la tabla 1, a continuación se prepararon 10 litros de disolución de LOMI gastada diluida. Se añadieron los reactivos a agua desionizada a 90°C en el depósito del sistema en el orden siguiente: ácido picolínico, hidróxido de sodio, patrón de cobalto, formiato vanádico y óxido de hierro. Se permitió a la mezcla circular en el depósito durante aproximadamente una hora bajo nitrógeno antes de la iniciación de la columna. Esto fue para garan-

tizar la disolución de óxido de hierro por vanadio (II) y así el logro de una disolución química de descontaminación de LOMI gastada representativa.

TABLA 1

Formulación de disolución de LOMI diluida gastada

10	Especie	Concentración	Reactivos	Volumen/peso en 10 litros
	V^{2+}	2 mM	Formiato vanadoso 0,13 M	154 cm ³
15	Fe^{3+}	2 mM	Óxido de hierro (Fe_2O_3)	1,67 g
	Co^{2+}	0,2 mg l ⁻¹	Patrón de cobalto 1025 mg l ⁻¹	1950 µl
20	NaOH	6 mM	Hidróxido de sodio 10 M	6,0 cm ³
	Ácido picolínico	9 mM	Ácido picolínico	11,08 g

Se hicieron pasar los diez litros de disolución de LOMI gastada (mantenida a 90°C durante toda la ejecución) a través del sistema de múltiples columnas y se recicló el efluente de la columna de la manera siguiente: se encendió la columna I (se apagaron otras) y se hizo pasar la disolución de LOMI gastada a través a 1,365 litros h⁻¹ (27,3 v_{lh}⁻¹) hasta que se había utilizado aproximadamente la mitad de la capacidad de la columna. Se determinó este punto a partir de las observaciones del color de la resina y las correlaciones entre resultados analíticos y observaciones del color de la resina previos. Se encendió la columna II y se aumentó la velocidad de flujo global a 2,4 litros h⁻¹, equivalente a 24 v_{lh}⁻¹ por columna. Cuando se había utilizado la mitad de la capacidad de la columna II, la columna I estaba en el punto de ruptura de metales y por tanto se apagó. Simultáneamente, se encendió la columna III. Se llevó a cabo la rutina de conmutación de columnas de la misma manera en el punto de ruptura de metales para las columnas II y III. Cuando se apagó la columna III la velocidad de flujo disminuyó hasta 27,3 v_{lh}⁻¹ durante el resto de la ejecución mientras que la columna IV estaba en funcionamiento de manera independiente.

Durante el transcurso del experimento se mantuvo el pH de la disolución química de descontaminación de LOMI gastada en el depósito por encima de un pH de 3,5 mediante la adición periódica de una disolución de hidróxido de sodio 10 M (volumen total 31,5 cm³). Se observó que las columnas II, III y IV alcanzaron la ruptura de metales mucho más rápidamente que lo que se anticipó a partir de los ensayos de caracterización en los que no se recicló el efluente de la columna, debido a la formación de formiato de sodio en el sistema tal como se trató en otra parte.

Se mantuvieron las concentraciones de vanadio y hierro en la disolución química de descontaminación de LOMI gastada introduciendo lentamente una disolución de 5,007 g de óxido de hierro disuelto en 462 cm³ de formiato vanadoso 0,13 M bajo nitrógeno (las proporciones correctas para 30 litros de disolución química de descontaminación de LOMI). El volumen total introducido en el depósito fue de 270 cm³ a una velocidad de flujo de 20 cm³h⁻¹.

A lo largo de toda la ejecución, se recogieron 50 cm³ de muestras para su análisis a partir de los efluentes de la columna aproximadamente 5 minutos tras la conmutación de cada columna y durante el progreso de cada columna. También se tomaron muestras por lo menos cada dos horas a partir del depósito. Se compensó la pérdida de ácido picolínico reciclado a partir del depósito debida a la toma de muestras mediante la adición de alícuotas de 50 cm³ de disolución de ácido picolínico 1,4 gl⁻¹. (~1,4 gl⁻¹ fue la concentración de ácido picolínico promedio estimada de los efluentes de la columna a partir de los ensayos previos).

Durante este ensayo, se descubrió que las concentraciones del depósito de hierro y vanadio eran prácticamente constantes a 100 y 150 ppm respectivamente debido al equilibrio entre las adiciones de estos componentes y su eliminación mediante intercambio catiónico. Se recicló con éxito el ácido picolínico, tal como demuestra su concentración que permanece constante en la zona de 6-8 milimoles por litro a lo largo de todo el ensayo, a pesar de que la adición de ácido picolínico sólo se realiza para compensar el eliminado en las muestras. Las columnas de intercambio iónico trataron progresivamente menos volumen de disolución (debido a la formación de formiato), comenzando a 260 volúmenes de lecho para la primera columna y cayendo progresivamente hasta 180 volúmenes de lecho para la última columna. Esto debe compararse con una capacidad teórica predicha de 265 volúmenes de lecho. El análisis indicó que en ninguna fase había hierro o cobalto detectable en el efluente a partir de las columnas de intercambio iónico.

Aunque la presente invención se ha descrito con detalle a título de ejemplo e ilustrativo por motivos de claridad de comprensión, los expertos en la materia apreciarán que pueden introducirse determinados cambios y modificaciones en las formas de realización descritas anteriormente sin apartarse del espíritu de la invención y el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento regenerador para descontaminar una superficie que presenta material contaminado, que comprende las etapas que consisten en:

- a) proporcionar una pluralidad de columnas de intercambio catiónico conectadas en paralelo en un circuito de descontaminación en el que cada columna contiene resina de intercambio catiónico;
- b) introducir una disolución química de descontaminación de ión metálico en estado de oxidación bajo (LOMI) que contiene ácido picolínico en el circuito de descontaminación;
- c) exponer el material contaminado a la disolución química de descontaminación de LOMI;
- d) exponer la disolución química de descontaminación de LOMI que contiene el material contaminado a la pluralidad de columnas de intercambio catiónico durante un periodo de tiempo suficiente para unir tanto el material contaminado como el ácido picolínico a la resina de intercambio catiónico y durante un periodo de tiempo suficiente para liberar posteriormente el ácido picolínico de la resina de intercambio catiónico, permaneciendo únicamente el material contaminado unido a la resina de intercambio catiónico; y
- e) inyectar formiato vanádico en la disolución química de descontaminación regenerada para mejorar la solubilidad global del material de contaminación en la disolución química de descontaminación,

utilizándose la disolución química de descontaminación de LOMI se utiliza de una manera regeneradora.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de columnas de intercambio catiónico se exponen cada una a la disolución química de descontaminación de LOMI que contiene material contaminado en una secuencia predeterminada en la que una columna libera una parte del ácido picolínico unido a la resina de intercambio catiónico mientras que otra columna une una parte del ácido picolínico a la resina de intercambio catiónico, permitiendo la secuencia predeterminada mantener un nivel constante de ácido picolínico en el circuito de descontaminación.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la disolución química de descontaminación de LOMI presenta una concentración de entre 10^{-3} M y 2 M.

4. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la etapa que consiste en exponer la disolución química de descontaminación de LOMI regenerada a un intercambiador de aniones para eliminar los iones formiato de la disolución química de descontaminación de LOMI.

5. Procedimiento regenerador para descontaminar las superficies de un sistema de refrigeración de una central nuclear que presenta material contaminado, que comprende las etapas que consisten en:

- a) proporcionar una pluralidad de columnas de intercambio catiónico conectadas en paralelo en un circuito de descontaminación en el que cada columna contiene resina de intercambio catiónico;
- b) introducir una disolución química de descontaminación de ión metálico en estado de oxidación bajo (LOMI) que contiene ácido picolínico en el circuito de descontaminación;
- c) exponer el material contaminado a la disolución química de descontaminación de LOMI;
- d) exponer la disolución química de descontaminación de LOMI que contiene el material contaminado a la pluralidad de columnas de intercambio catiónico durante un periodo de tiempo suficiente para unir tanto el material contaminado como el ácido picolínico a la resina de intercambio catiónico y durante un periodo de tiempo suficiente para liberar posteriormente el ácido picolínico de la resina de intercambio catiónico, permaneciendo únicamente el material contaminado unido a la resina de intercambio catiónico; y
- e) inyectar formiato vanádico en la disolución química de descontaminación regenerada para mejorar la solubilidad global del material de contaminación en la disolución química de descontaminación, utilizándose la disolución química de descontaminación de LOMI de una manera regeneradora.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la pluralidad de columnas de intercambio catiónico se exponen cada una a la disolución química de descontaminación de LOMI que contiene material contaminado en una secuencia predeterminada en la que una columna libera una parte del ácido picolínico unido a la resina de intercambio catiónico mientras que otra columna une una parte del ácido picolínico a la resina de intercambio catiónico, permitiendo la secuencia predeterminada mantener un nivel constante de ácido picolínico en el circuito de descontaminación.

ES 2 337 317 T3

7. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la disolución química de descontaminación de LOMI presenta una concentración de entre 10^{-3} M y 2 M.

5 8. Procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además la etapa que consiste en exponer la disolución química de descontaminación de LOMI regenerada a un intercambiador de aniones para eliminar los iones formiato de la disolución química de descontaminación de LOMI.

10

15

20

25

30

35

40

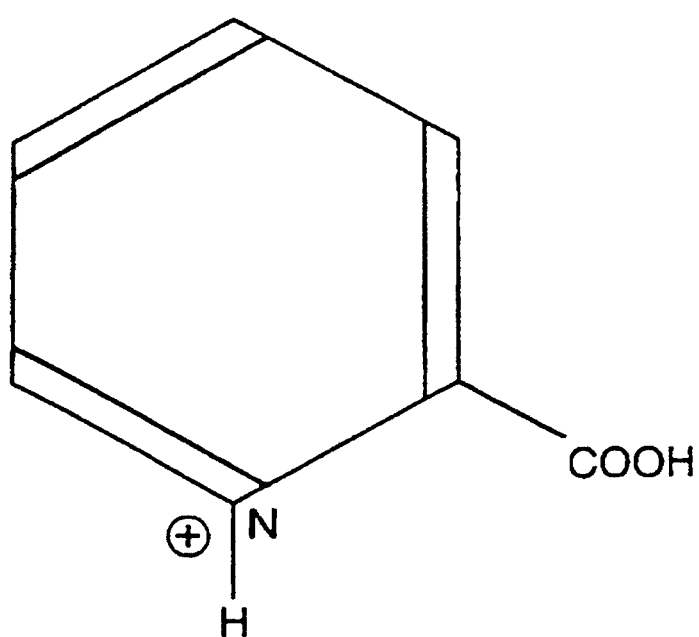
45

50

55

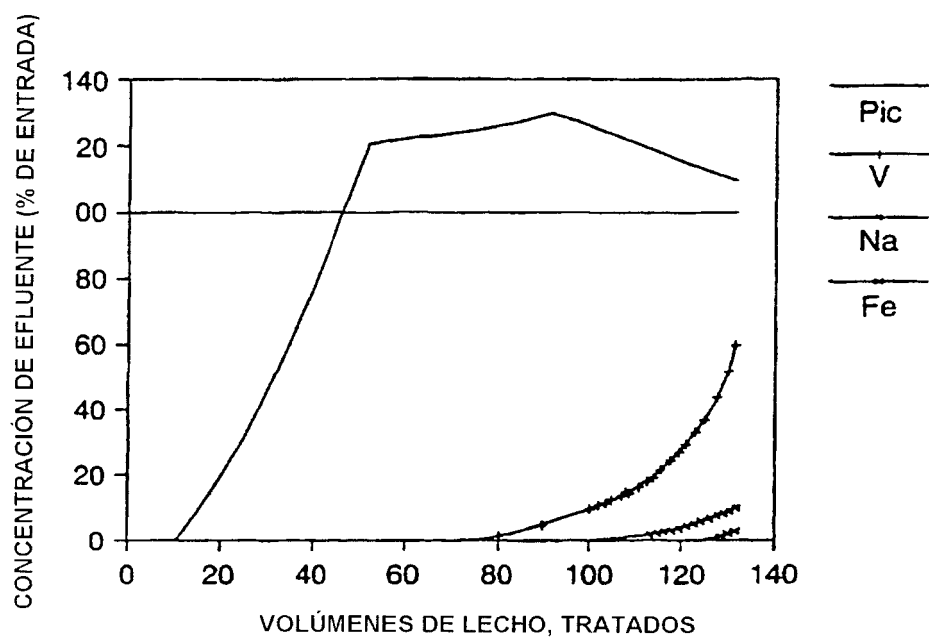
60

65



ÁCIDO PICOLÍNICO, QUE MUESTRA PROTONACIÓN

FIG. 1



CARACTERÍSTICAS DE RUPTURA DE IÓN METÁLICO Y
ÁCIDO PICOLÍNICO EN RESINA IR-120

FIG. 2

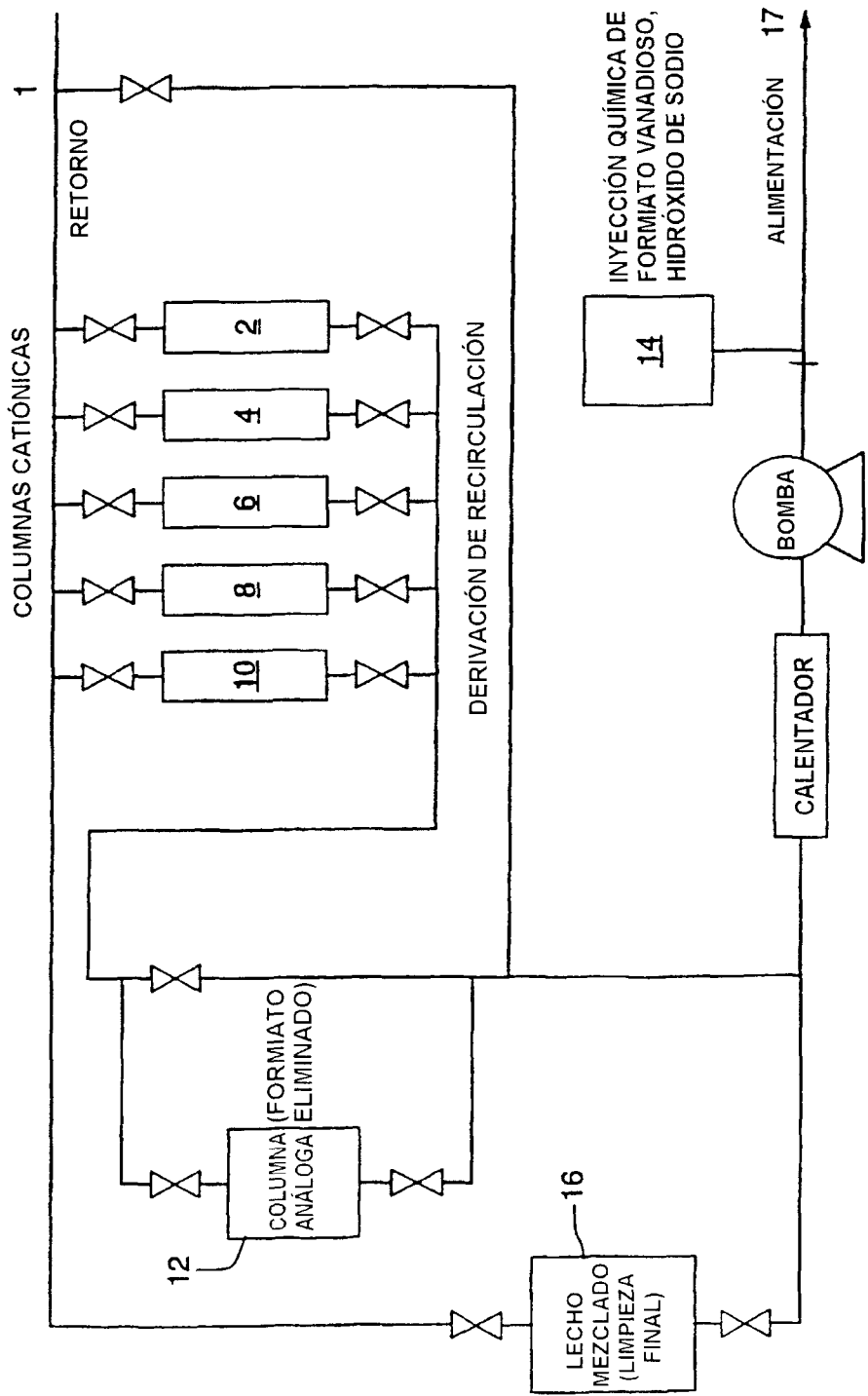


FIG. 3 DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTO