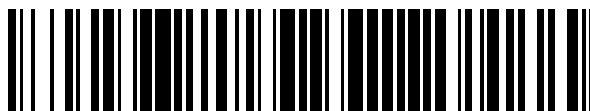


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 517**

51 Int. Cl.:

C25F 1/04 (2006.01)
C25F 1/06 (2006.01)
C23F 14/02 (2006.01)
B24C 1/08 (2006.01)
F22B 37/10 (2006.01)
F28G 9/00 (2006.01)
F28G 13/00 (2006.01)
G21F 9/00 (2006.01)
G21F 9/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2014** **PCT/US2014/040811**
87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2015** **WO15065530**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2014** **E 14857706 (7)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018** **EP 3063769**

54 Título: **Eliminación dirigida de depósitos en un intercambiador de calor mediante disolución y eliminación mecánica combinadas**

30 Prioridad:

29.10.2013 US 201314065728

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.12.2018

73 Titular/es:

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive Suite 141
Cranberry Township, PA 16066, US

72 Inventor/es:

CRYTZER, KURTIS B.;
SELFRIEDGE, DAVID W. JR.;
LEGOFF, MARTIN y
IKEDA, LAUREN R.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 694 517 T3

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

Eliminación dirigida de depósitos en un intercambiador de calor mediante disolución y eliminación mecánica combinadas

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere en general a procedimientos para la eliminación de depósitos sobre componentes en un sistema de suministro de vapor nuclear y se refiere específicamente a la disgregación, disolución, reducción y eliminación a temperatura ambiente de depósitos de incrustaciones formados sobre las superficies de un intercambiador de calor, en particular, un generador de vapor.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Es típico que las superficies metálicas expuestas al agua o a soluciones acuosas durante largos períodos de tiempo en sistemas cerrados de transferencia de calor desarrollen depósitos de incrustaciones y/o queden cubiertos por dichos depósitos. Por ejemplo, en las centrales nucleares comerciales, un funcionamiento en línea a alta temperatura puede causar que los intercambiadores de calor de carcasa y de tubo, tales como los generadores de vapor de reactor de agua presurizada, desarrollen una incrustación adherente y/o depósito mediante la deposición o la formación in situ sobre las superficies metálicas de sus partes estructurales interiores, tales como superficies laterales secundarias de los tubos, placas tubulares y placas de soporte de tubos. En general, durante el funcionamiento de la planta nuclear en un reactor de agua presurizada, el agua radiactiva a alta temperatura fluye desde el núcleo del reactor a través del interior de los tubos del intercambiador de calor en el generador de vapor, transfiriendo calor a través de las paredes de los tubos y al agua radiactiva que rodea los tubos. Esto causa que el agua no radioactiva hierva y cree el vapor que se usa para la generación de energía. Durante el proceso de ebullición, pueden acumularse incrustaciones y otros depósitos sobre las superficies de los tubos, en grietas o hendiduras entre las placas de soporte de los tubos, en las paredes de los tubos y en superficies horizontales, tales como la placa tubular y las superficies de las placas de soporte de los tubos. La acumulación de incrustaciones y depósitos sobre las partes estructurales interiores del generador de vapor durante un período de tiempo prolongado pueden tener impactos adversos sobre el rendimiento operativo y la integridad de los generadores de vapor. Por ejemplo, los problemas observados durante el funcionamiento de centrales nucleares han incluido transferencia de calor de ebullición ineficiente, obstrucción del flujo de agua de limpieza (por ejemplo, durante operaciones de limpieza con chorro de agua) y creación de regiones con flujo ocluido que resultan en ambientes locales corrosivos y agresivos que afectan a la integridad estructural del límite de presión y de los materiales estructurales.

- De esta manera, se han desarrollado diversos procedimientos de limpieza para eliminar las incrustaciones y los depósitos que se acumulan sobre las superficies interiores de los intercambiadores de calor usados para generar vapor, tales como intercambiadores de calor de carcasa y de tubo, en particular, generadores de vapor de reactor de agua presurizada, disolviendo y disgregando los depósitos. Dichos procedimientos de limpieza pueden incluir limpieza química usando una diversidad de agentes quelantes a temperatura elevada, empleando agentes de acondicionamiento de incrustaciones a niveles de pH elevados, y enjuagando con agua a alta presión. Típicamente, estos procedimientos resultan en una velocidad de eliminación de depósitos lenta bajo condiciones de temperatura ambiente. Además, la velocidad de reacción se controla mediante cambios de temperatura, cambios de pH o mediante un aumento en la concentración del agente quelante. Por ejemplo, la eliminación de depósitos de la parte superior de la placa tubular del generador de vapor puede implicar una disolución y una disgregación globales de los depósitos mediante adición de sustancias químicas, enjuague, limpieza del lodo con agua a alta velocidad o la aplicación de limpieza ultrasónica con una cantidad mínima de agua sobre la placa tubular. Este procedimiento tiene un éxito marginal con los depósitos blandos; sin embargo, las regiones localizadas de depósitos endurecidos no son eliminadas de manera preferencial por estos procedimientos. Además, se incurre en penalizaciones por la corrosión a los materiales estructurales debido a que la aplicación no es localizada para aplicar el procedimiento de disolución a áreas específicas deseadas.

- El documento US 2013/0281341 A1 divulga un procedimiento para al menos una disolución, disgregación y/o eliminación parcial de depósitos, tales incrustaciones y otros depósitos, desde los componentes de un intercambiador de calor en un sistema de suministro de vapor de una instalación nuclear. El procedimiento usa composiciones que incluyen metal elemental y agente complejante seleccionado de entre el grupo que consiste en agente secuestrante, agente quelante, dispersante y mezclas de los mismos. El procedimiento incluye introducir las composiciones en los componentes del intercambiador de calor.

- El documento JP 62-205293 divulga un procedimiento de eliminación de incrustaciones desde superficies de componentes, tales como los de centrales nucleares, disolviendo las incrustaciones en una solución de limpieza que contiene ácido o agente quelante, polvos metálicos de al menos uno seleccionado de entre Zn, Mn y Al, y la solución de limpieza está en forma de lodo líquido. El documento JP 59-162 496 divulga un procedimiento para disolver una película de óxido de hierro sobre la superficie de un material base sin disolverlo. La película se disuelve reduciéndola e ionizándola mediante polarización catódica del componente mediante una operación electrolítica.

Según la invención, el objetivo anterior se consigue mediante un procedimiento según se define en la reivindicación 1. Los aspectos preferentes adicionales de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

La eliminación eficaz de los depósitos desde los componentes de transferencia de calor es ventajosa para la integridad a largo plazo del límite de presión radiactivo/no radioactivo. Un objetivo de las realizaciones descritas en la presente memoria es proporcionar procedimientos para la disolución, disgregación, reducción y/o eliminación al menos parcial de depósitos, tales como incrustaciones y otros depósitos, desde los componentes de transferencia de calor, particularmente los generadores de vapor en reactores de agua presurizada. Es deseable que los procedimientos sean eficaces en ausencia de temperatura elevada y/o sean eficaces en condiciones de pH elevadas; por ejemplo, a temperatura ambiente durante las interrupciones rutinarias de reabastecimiento de combustible de la central en una central nuclear en funcionamiento. Además, es deseable emplear una única etapa que combine las tecnologías electroquímicas y mecánicas de eliminación localizada para disolver, disgregar, reducir y/o eliminar al menos parcialmente los depósitos desde los tubos y/o las placas tubulares en un generador de vapor dentro de una rutina de la planificación de mantenimiento de la parte superior de las placas tubulares.

Resumen

En un aspecto, la invención proporciona un procedimiento para disgregar o eliminar al menos parcialmente los depósitos formados sobre una superficie de un componente intercambiador de calor en un sistema de suministro de vapor de una instalación nuclear. El procedimiento incluye añadir una cantidad efectiva de un metal elemental en forma sólida y agua a una superficie del depósito, y aplicar localmente una corriente anódica o catódica a la superficie del depósito. Posteriormente, se aplica una tensión mecánica a la superficie del depósito. El procedimiento se lleva a cabo a temperatura ambiente.

Los depósitos pueden incluir uno o más materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en incrustaciones de óxido y productos de corrosión.

El metal elemental puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en metales con potenciales electroquímicos anódicos estándar al acero de baja aleación. El potencial electroquímico del metal elemental puede ser más activo que el potencial del acero de baja aleación en la serie galvánica de metales y aleaciones. El metal elemental puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en zinc, aluminio, magnesio, berilio, litio, hierro y mezclas de los mismos. En ciertas realizaciones, el metal elemental puede ser zinc.

El metal elemental puede estar en una forma seleccionada de entre el grupo que consiste en una losa, granular, en polvo, coloidal y combinaciones de los mismos. La forma coloidal puede contener partículas seleccionadas de entre el grupo que consiste en partículas de tamaño micrométrico, partículas de tamaño nanométrico y combinaciones de las mismas.

El procedimiento puede incluir la adición al metal elemental y al agua de uno o más materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en agente secuestrante, agente quelante, dispersante, agente oxidante, agente reductor y mezclas de los mismos.

La corriente anódica o catódica puede ser suministrada por un electrodo de trabajo.

La tensión mecánica puede incluir una fuerza o un flujo hidromecánicos. Puede implicar también un suministro de tipo granallado para incrustar el metal elemental anódico en el depósito.

El procedimiento puede incluir además la disociación de iones metálicos desde los depósitos, la precipitación de los iones metálicos y la eliminación del precipitado empleando un procedimiento seleccionado de entre el grupo que consiste en filtrado e intercambio iónico.

El procedimiento puede incluir además uno de entre purificación de los depósitos disgregados, transferencia de dichos depósitos a un sumidero de contención, adición de dichos depósitos a un sistema de desechos radiactivos o no radiactivos y transporte de dichos depósitos a una ubicación alejada del generador de vapor.

En el procedimiento, el metal elemental puede estar presente en un equivalente molar de aproximadamente 0,01 M a aproximadamente 2,0 M. El agente secuestrante puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en ácidos y sales de ortofosfatos, polifosfatos, ácido 1-hidroxietiliden-1,1-difosfónico y mezclas de los mismos. El agente quelante se selecciona de entre el grupo que consiste en ácido etilendiaminotetraacético, ácido hidroxietil etilendiamin triacético, ácido etilendiamin tetraacético sustituido con laurilo, ácido poliaspártico, ácido oxálico, ácido glutámico ácido diacético, ácido etilendiamin-N,N'-disuccínico, ácido glucónico, ácido glucoheptonico, N,N'-etilenbis-[2-(o-hidroxifenil)]-glicina, ácido piridin dicarboxílico, ácido nitrilotriacético, ácidos y sales de los mismos y mezclas de los mismos.

El componente del intercambiador de calor puede ser un generador de vapor en un sistema de suministro de vapor de una instalación nuclear.

- En otro aspecto, la invención proporciona una composición eficaz para disgregar y disolver al menos parcialmente los depósitos formados sobre la superficie lateral de la carcasa de un generador de vapor en un sistema de suministro de vapor de una instalación nuclear cuando la composición está en contacto con una superficie del depósito cuando el generador de vapor es drenado por debajo de la altura del orificio de limpieza más bajo. La composición incluye un componente acuoso y un componente de metal elemental en una forma sólida. La composición es eficaz para disociar al menos un ion metálico de una retícula de óxido del depósito.

Descripción de las realizaciones preferentes

- La invención se refiere a procedimientos para la disolución, disgregación, reducción y eliminación al menos parcial de depósitos desde superficies, por ejemplo, el lateral de la carcasa, de un componente intercambiador de calor. El depósito incluye incrustaciones, tales como incrustaciones de óxido, en particular, incrustaciones de óxido de hierro, que se acumulan sobre las superficies de las partes estructurales interiores del componente intercambiador de calor, y productos de corrosión. En ciertas realizaciones, las superficies del componente intercambiador de calor incluyen superficies, tales como los tubos del intercambiador de calor y la placa tubular, en intercambiadores de calor de carcasa y de tubos en forma de generadores de vapor en un sistema de suministro de vapor de una instalación nuclear en un reactor de agua nuclear, tal como un reactor de agua presurizada. El depósito puede incluir contaminantes, tales como aluminio, manganeso, magnesio, calcio, níquel y/o morfologías de silicio, así como especies perjudiciales que incluyen cobre y plomo en el interior de la región del lado secundario de la placa tubular y la región libre inferior.

La invención incluye, en general, una combinación de técnicas electroquímicas y mecánicas a temperatura ambiente para disgregar, disolver, reducir y eliminar al menos parcialmente las incrustaciones de óxido.

- En ciertas realizaciones, se emplea una composición que es eficaz para disgregar y disolver al menos parcialmente los depósitos formados sobre una superficie lateral de la carcasa de un generador de vapor en un sistema de suministro de vapor de una instalación nuclear. La composición está en contacto con la superficie del depósito cuando el generador de vapor está al menos parcialmente drenado, por ejemplo, por debajo de la altura del orificio de limpieza más bajo. La composición incluye un componente acuoso y un componente de metal elemental en forma sólida. La composición es eficaz para disociar al menos un ion metálico desde una retícula de óxido del depósito.

- El procedimiento incluye la aplicación local, tal como al menos a una posición de tubo o una placa tubular en el componente de intercambiador de calor, de un metal elemental en forma sólida con potencial electroquímico anódico al acero de baja aleación, y simultáneamente o después de dicha aplicación del metal elemental, la aplicación local de agua, tal como a al menos un tubo o una placa tubular. Opcionalmente, el procedimiento puede incluir también añadir un agente complejante o cambiar el pH para hacer que la química de la solución sea conductora. La adición del metal elemental se lleva a cabo en ausencia de temperaturas elevadas, calor externo o fuente de calor aplicada a la planta. El metal elemental, el agua y el agente complejante opcional o el cambio de pH son eficaces para debilitar o desestabilizar la superficie o la retícula del depósito. La formación de burbujas de gas sobre la superficie de los depósitos ayuda a la disgregación de los depósitos, lo que puede incluir impregnar los depósitos con el metal anódico para optimizar el impacto de formación de gas a la estructura de los depósitos.

La adición del metal elemental se lleva a cabo mientras el generador de vapor se drena o está parcialmente lleno. Si el generador de vapor está drenado, la adición puede llevarse a cabo usando un procedimiento de suministro líquido o gaseoso a un intervalo de velocidades de flujo apropiadas. Si el generador de vapor está parcialmente lleno, el metal elemental puede ser aplicado bajo el agua.

- El procedimiento o/de la invención incluye también aplicar local o directamente corriente anódica o catódica al depósito sobre la superficie del componente intercambiador de calor, tal como a al menos un tubo o una placa tubular posicionado en el mismo. La corriente anódica o catódica puede ser proporcionada por un electrodo de trabajo.

- Después de la adición del metal elemental y/o de la aplicación de la corriente a la superficie de los depósitos, se aplica tensión mecánica para disgregar y eliminar los depósitos debilitados. Pueden emplearse diversas técnicas convencionales para aplicar tensión mecánica, tales como, pero sin limitarse a, la aplicación de fuerza o flujo hidromecánico.

- El metal elemental se selecciona de entre metales conocidos con potenciales electroquímicos estándar anódicos al acero de baja aleación. En ciertas realizaciones, el potencial electroquímico del metal elemental es más activo que el potencial del acero de baja aleación en la serie galvánica de metales y aleaciones. Los ejemplos adecuados de metales elementales para su uso en la invención incluyen, pero no se limitan a, zinc, aluminio, magnesio, berilio, litio, hierro o mezclas de los mismos. En ciertas realizaciones, el metal elemental es zinc. El metal elemental puede estar en diversas formas sólidas o particuladas, tales como, pero sin limitarse a, una losa, granular, en polvo, coloidal y combinaciones de los mismos. En ciertas realizaciones, en las que el metal elemental está en forma coloidal, puede incluir partículas de tamaño micrométrico, partículas de tamaño nanométrico y combinaciones de las mismas.

El metal elemental se aplica localmente a la superficie de los depósitos formados sobre un tubo o una placa tubular de un

componente intercambiador de calor, de manera que los depósitos se revistan, se vean afectados por o se impregnen con el metal elemental. En ciertas realizaciones, el componente intercambiador de calor es un generador de vapor de un sistema de suministro de vapor de una instalación nuclear.

5 El metal elemental puede estar presente en cantidades variables y la cantidad efectiva puede depender del volumen del componente y/o del equipo asociado a ser limpiado. En ciertas realizaciones, la concentración de metal elemental puede ser de aproximadamente 0,01 M a aproximadamente 2,0 M en base al volumen.

10 Generalmente, el uso de un agente complejante o de cambio de pH es eficaz para formar complejos con los iones liberados de los depósitos, por ejemplo, iones metálicos disociados. El agente complejante puede seleccionarse de entre un agente secuestrante, agente quelante, dispersante y mezclas de los mismos. Los agentes complejantes adecuados pueden seleccionarse de entre los conocidos en la técnica. El agente secuestrante puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en ácidos y sales de ortofosfatos, polifosfatos, ácido 1-hidroxi-etiliden-1,1-difosfónico y mezclas de los mismos. El agente quelante puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en ácido etilendiamintetraacético, ácido hidroxietil etilendiamina triacético, ácido etilendiaminotetraacético sustituido con laurilo, ácido poliaspártico, ácido oxálico, ácido glutámico, ácido diacético, ácido etilendiamin-N,N'-disuccínico, ácido glucónico, ácido glucoheptónico, N,N'-etilenbis-[2-(o-hidroxifenil)]-glicina, ácido piridin dicarboxílico, ácido nitrilotriacético, ácidos y sales de los mismos, y mezclas de los mismos. El dispersante puede seleccionarse de entre el grupo que consiste en ácido poliacrílico, poliácridamida, polimetacrilato y mezclas de los mismos.

20 La cantidad de agentes complejantes empleados puede variar. En ciertas realizaciones, el agente secuestrante, el agente quelante, el dispersante o una combinación de los mismos, puede estar presente en una cantidad de aproximadamente el 0,025 por ciento en peso a aproximadamente 2,5 por ciento en peso en base a la composición.

25 Un agente de control del pH para su uso en la consecución de un pH específico puede seleccionarse de entre una diversidad de los conocidos en la técnica. En ciertas realizaciones, los siguientes materiales pueden añadirse al agua de manera individual o en combinación para controlar el pH: hidróxido de amonio, amoníaco en equilibrio con hidróxido de amonio, hidróxido de trietilammonio, hidróxido de tetrametil amonio, boratos y aminas, tales como etanolamina, dietilhidroxilamina, dimetilamina, AMP-95, metilpropilamina, morfolina y similares.

30 La corriente anódica o catódica aplicada directamente a los depósitos formados en el tubo o la placa tubular del componente intercambiador de calor puede tener la forma de un electrodo de trabajo. La corriente aplicada localmente a los huecos de los tubos puede resultar en la formación de hidrógeno gaseoso y el hidrógeno gaseoso puede contribuir también a la desestabilización mecánica de los depósitos. En ciertas realizaciones, la corriente localizada aplicada en una solución que presenta un agente secuestrante es menor de 100 mV frente a SCE (electrodo de calomelanos estándar). La herramienta está diseñada para obtener la respuesta a la corriente y puede implicar ajustar el potencial durante el procedimiento a la corriente apropiada.

35 La adición del metal elemental y/o la aplicación de la corriente a los depósitos resulta en la desestabilización localizada de la superficie de la retícula de incrustaciones. Esta desestabilización inicia una disolución reductiva. La disolución reductiva puede llevarse a cabo bajo condiciones ácidas, neutras o alcalinas.

40 Simultáneamente con o después de la aplicación del metal elemental y/o la corriente, por ejemplo, puede aplicarse directamente a los depósitos un potencial electroquímico, tensión mecánica, por ejemplo, en forma de fuerza hidromecánica o esfuerzo de fluencia, para disgregar y eliminar los depósitos debilitados (cuya retícula ya es eléctricamente inestable). La tensión hidromecánica puede ser producida usando diversos medios convencionales conocidos en la técnica que incluyen, pero no se limitan a, limpieza con chorro de agua, pulverización, flujo laminar o turbulento, flujo de succión, cavitación y combinaciones de los mismos. La tensión mecánica puede incluir también un suministro de tipo granallado para incrustar el metal elemental anódico en el depósito.

45 En ciertas realizaciones, el zinc puede interactuar con la magnetita en los depósitos para generar gas, por ejemplo, hidrógeno y otros gases, en o cerca de la superficie del depósito. Sin desear estar ligado a ninguna teoría en particular, se cree que la evolución del gas y su posterior salida pueden proporcionar una fuerza mecánica en el interior de los poros de los depósitos, resultando en una tensión mecánica y una disolución química.

En ciertas realizaciones, a medida que el metal elemental anódico contribuye con electrones a la retícula de óxido, se genera gas que aplica cierto nivel de tensión mecánica al área de superficie interior de los depósitos, además, puede aplicarse tensión mecánica con limpieza con chorro de agua.

50 En realizaciones alternativas, el agente complejante puede añadirse junto con el metal elemental o el potencial electroquímico o junto con el agua, o el agente complejante puede añadirse después de la adición del metal elemental o el potencial electroquímico o después de la adición del agua. Puede usarse también un agente oxidante y/o un agente reductor.

5 Los procedimientos de la invención pueden emplearse a temperatura ambiente, tal como en ausencia de aplicación de calor del sistema o de una fuente de calor externa al componente intercambiador de calor. Además, las composiciones y los procedimientos de la invención pueden emplearse cuando el contenido líquido, por ejemplo, agua purificada, tal como agua desmineralizada, agua desionizada o mezclas de las mismas, del componente intercambiador de calor tiene un pH comprendido en el intervalo de aproximadamente 3 a aproximadamente 14. En ciertas realizaciones en las que se añade el metal elemental, el pH es de aproximadamente 7 a aproximadamente 14. En otras realizaciones, en las que se aplica la corriente reductora, el pH es de aproximadamente 3 a aproximadamente 6.

10 En ciertas realizaciones, las partículas de zinc pueden añadirse a través de una lanza mecánica en áreas en las que la acumulación de depósitos localizados es frecuente. La solución puede permanecer estática durante un período de tiempo o puede agitarse para introducir continuamente agente secuestrante o agente quelante y zinc nuevo, por ejemplo, fresco, en la superficie del depósito. A continuación, la región puede ser limpiada con chorro de agua, hidrolizada, tratada ultrasónicamente o puede aplicarse flujo mediante succión, agitación laminar o turbulenta. No se requiere un rociado con un gas inerte para esta aplicación. El zinc puede añadirse antes, junto con, o después de la adición del agente secuestrante o quelante.

15 Los procedimientos de la invención combinan la tecnología de disolución dirigida y la tecnología de disgregación mecánica de incrustaciones. Además, el procedimiento puede llevarse a cabo a pH elevado con el fin de combinar la disolución electroquímica, los principios de solubilidad normales y la desestabilización y la eliminación mecánicas.

20 Sin pretender estar sujetos a ninguna teoría particular, se cree que el metal elemental libera uno o más electrones que son aceptados por los depósitos y, como resultado de la reacción del metal con los depósitos, se libera un ion metálico y se produce un desequilibrio de cargas en la superficie de los depósitos, desestabilizando adicionalmente la red de depósitos. Como resultado, hay una mayor velocidad de liberación de iones metálicos. El ion metálico disociado puede complejarse también con el agente secuestrante y/o el agente quelante. El ion metálico disociado puede complejarse también permitiendo que el ion metálico disociado se precipite y eliminando el precipitado coloidal usando el dispersante. El precipitado puede eliminarse empleando un procedimiento convencional, tal como filtración o intercambio iónico.

25 Por ejemplo, en ciertas realizaciones, el zinc en una forma coloidal o particulada libera uno o más electrones aceptados por la red de una incrustación de óxido de hierro. La reacción del zinc con la incrustación de óxido de hierro en el componente intercambiador de calor desestabiliza la red de la incrustación y causa la liberación de iones de hierro desde el óxido para formar hierro soluble. Tal como se ha descrito anteriormente, el hierro soluble se compleja a continuación con el agente complejante, es decir, el agente secuestrante y/o el agente quelante, o se deja precipitar y a continuación se elimina con el uso de un dispersante.

30

El procedimiento de la invención puede incluir además uno de entre purificación de los depósitos disgregados, transferencia de los depósitos a un sumidero de contención, adición de los depósitos a un sistema de residuos radiactivos o no radiactivos y transporte de los depósitos a una ubicación alejada del generador de vapor.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para disgregar o eliminar al menos parcialmente los depósitos formados sobre una superficie de un componente intercambiador de calor en un sistema de suministro de vapor de una instalación nuclear, que comprende:
 - a. añadir una cantidad eficaz de un metal elemental en forma sólida y agua a la superficie del depósito;
 - 5 b. aplicar una corriente anódica o catódica localmente a la superficie del depósito; y
 - c. después de las etapas a y b de adición y de aplicación, aplicar tensión mecánica a la superficie del depósito, en el que el procedimiento se lleva a cabo a temperatura ambiente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los depósitos comprenden uno o más materiales seleccionados de entre el grupo que consiste en incrustaciones de óxido y productos de corrosión.
- 10 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el metal elemental se selecciona de entre el grupo que consiste en zinc, aluminio, magnesio, berilio, litio, hierro y mezclas de los mismos.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el metal elemental está en una forma seleccionada de entre el grupo que consiste en losa, granular, en polvo, coloidal y combinaciones de los mismos.
- 15 5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la adición en la etapa a comprende además un agente complejante seleccionado de entre el grupo que consiste en un agente secuestrante y un agente quelante, un dispersante, un agente oxidante, un agente reductor y mezclas de los mismos.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la corriente reductora es suministrada por un electrodo de trabajo.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la tensión mecánica comprende un flujo hidromecánico.
- 20 8. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además disociar iones metálicos desde los depósitos, precipitar los iones metálicos y eliminar el precipitado empleando un procedimiento seleccionado de entre el grupo que consiste en filtración e intercambio iónico.
9. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además uno de entre purificar los depósitos disgregados, transferir dichos depósitos a un sumidero de contención, añadir dichos depósitos a un sistema de residuos radiactivos o no radiactivos y transportar dichos depósitos a una ubicación alejada del reactor de agua nuclear.
- 25 10. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el metal elemental está presente en una concentración de 0,01 M a 2,0 M en volumen del componente intercambiador de calor.
11. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el componente intercambiador de calor es un generador de vapor en un reactor de agua presurizada.