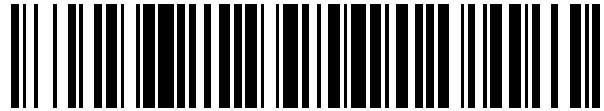


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 201**

51 Int. Cl.:

G21C 13/036 (2006.01)

G21C 17/017 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2003 E 03254375 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **21.01.2004 EP 1383136**

54 Título: **Procedimiento de reparación de fugas de miembros huecos alargados en reactores de agua en ebullición**

30 Prioridad:

15.07.2002 US 193992

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

23.01.2013

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**WILLIS, ERIC R.;
VAN DIEMEN, PAUL y
RANGANATH, SAMPATH**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 394 201 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

Procedimiento de reparación de fugas de miembros huecos alargados en reactores de agua en ebullición

La presente invención se refiere, en general, a reactores nucleares de agua en ebullición y, más particularmente, a la reparación o sellado de fugas de miembros huecos alargados, tales como alojamientos del mecanismo de accionamiento de las barras de control y los tubos cortos en la vasija a presión del reactor nuclear de dichos reactores.

Los reactores nucleares de agua en ebullición incluyen típicamente un núcleo del reactor situado dentro de una vasija a presión del reactor (VPR). Una VPR conocida incluye una carcasa sustancialmente cilíndrica. Por ejemplo, la carcasa puede tener aproximadamente seis metros de diámetro y dieciocho centímetros de espesor.

La carcasa cilíndrica está cerrada en su extremo superior mediante un cabezal superior desmontable. El cabezal superior es desmontable, de forma que se pueda acceder a los componentes, tales como haces de barras combustibles, situados en la VPR. La carcasa cilíndrica de la VPR está cerrada en su extremo inferior mediante un conjunto de cabezal inferior en forma de cúpula soldado a la carcasa.

En la cúpula del cabezal inferior están formadas una pluralidad de aberturas de forma que los componentes, tal como los conjuntos del mecanismo de accionamiento de las barras de control, puedan extenderse dentro de la VPR. Típicamente, un tubo corto sustancialmente cilíndrico que tiene un orificio que se extiende a través del mismo está soldado a la cúpula del cabezal inferior y el orificio del tubo se alinea con una abertura en la cúpula del cabezal inferior. El tubo corto cilíndrico está fabricado típicamente de un material resistente a la corrosión, tal como acero inoxidable o de aleaciones Ni-Cr-Fe.

A modo de ejemplo, para un conjunto del mecanismo de accionamiento de las barras de control, el alojamiento del mecanismo de accionamiento de las barras de control, por ejemplo, un tubo, se inserta a través de la abertura de la cúpula del cabezal inferior y del orificio del tubo corto, y el alojamiento se extiende dentro de la VPR. El alojamiento del mecanismo de accionamiento de las barras de control (CRD) está soldado al tubo corto para mantener el alojamiento en la posición deseada. De este modo, el tubo corto sirve como una pieza de transición entre la cúpula del cabezal inferior, que típicamente está fabricada de acero de baja aleación, y el alojamiento CRD, que típicamente está fabricado de acero inoxidable, tal como acero inoxidable 304 con alto contenido de carbono.

El agrietamiento por corrosión intergranular bajo tensión (IGSCC) es un conocido fenómeno que ocurre de forma adyacente a las soldaduras del tubo corto que conectan la cúpula del cabezal inferior al tubo corto y el tubo corto al alojamiento CRD. Particularmente, las soldaduras del tubo corto están sometidas a una variedad de tensiones asociadas con, por ejemplo, diferencias en la dilatación térmica, la presión de funcionamiento necesaria para la contención del agua de refrigeración del reactor y otras fuentes tales como tensiones residuales del procedimiento de soldadura, trabajado en frío y otros tratamientos no homogéneos del metal. En ocasiones, dichas tensiones pueden provocar grietas adyacentes a las soldaduras del tubo corto.

Si las grietas por corrosión bajo tensión adyacentes a las soldaduras del tubo corto no se sellan, dichas grietas pueden causar vías de fuga potenciales entre el tubo corto y la cúpula del cabezal inferior, y entre el tubo corto y el alojamiento CRD respectivamente, lo que no es deseable. Por consiguiente, tras la detección de cualquiera de dichas grietas, es deseable volver a sellar el alojamiento del mecanismo de accionamiento de las barras de control, por ejemplo, a la cúpula del cabezal inferior.

En algunas centrales, los tubos cortos de acero inoxidable tipo 304 han sido sensibilizados en un horno como resultado del tratamiento térmico de post-soldadura de la vasija. Esto ha dejado al tubo corto en un estado susceptible al agrietamiento por corrosión intergranular bajo tensión (IGSCC) y ha provocado grietas de fuga. El agrietamiento se ha observado en la zona afectada por el calor del tubo corto en la soldadura de unión del alojamiento CRD de este material susceptible. Esto da como resultado una vía de fuga del refrigerante del reactor a la zona por debajo de la vasija. La restauración de la zona defectuosa es virtualmente imposible debido a la ubicación de los tubos cortos y a la condición del material existente.

Un procedimiento conocido para reparar o volver a sellar alojamientos CRD dentro de la cúpula del cabezal inferior incluye reemplazar completamente el tubo corto y el alojamiento CRD. Sin embargo, este procedimiento es lento, tedioso y caro. Particularmente, el alojamiento y el tubo corto asociado están parcialmente cortados y el material restante en el conjunto del cabezal inferior se examina para asegurarse de que dicho material puede soldarse sin provocar daños en el cabezal inferior. Posteriormente, se forma una recarga de soldadura sobre el material restante y se mecaniza de forma que un nuevo tubo corto pueda soldarse a la recarga de soldadura. Pueden necesitarse varias semanas para realizar el procedimiento de reemplazo de un solo tubo de penetración. Además, gran parte del trabajo de reemplazo debe realizarse dentro de la VPR, lo que implica la descarga completa de la VPR y no es deseable.

Otro procedimiento conocido para reparar o volver a sellar un alojamiento CRD dentro de la cúpula del cabezal inferior incluye soldar un manguito al alojamiento CRD y al tubo corto. Sin embargo, este procedimiento solo aborda las grietas por corrosión bajo tensión adyacentes a la superficie de contacto entre el tubo corto y el alojamiento CRD.

Además, la instalación del manguito debe realizarse completamente dentro de la VPR lo que, como se ha explicado anteriormente, no es deseable.

5 Otro procedimiento conocido más para reparar o volver a sellar un alojamiento CRD dentro de la cúpula del cabezal inferior incluye laminar el alojamiento CRD a la cúpula del cabezal inferior. Aunque este procedimiento es más rápido que reemplazar el tubo corto y el alojamiento CRD, laminar el alojamiento CRD a la cúpula del cabezal inferior no crea un sellado tan hermético como una soldadura entre el alojamiento CRD y la cúpula. Además, el alojamiento CRD laminado puede separarse de la cúpula del cabezal inferior después del funcionamiento continuado de la VPR y, por consiguiente, debe volver a laminarse. Sin embargo, volver a laminar un alojamiento CRD a menudo no es deseable ni práctico.

10 Otro procedimiento conocido más para reparar o volver a sellar un alojamiento CRD dentro de la cúpula del cabezal inferior incluye retirar o reemplazar una parte inferior del alojamiento CRD dentro de la cúpula del cabezal inferior. Particularmente, una parte inferior del alojamiento CRD se corta de forma que una parte superior del alojamiento CRD permanece insertada dentro de una abertura de la cúpula del cabezal inferior y soldada al tubo corto. La cúpula del cabezal inferior se limpia posteriormente y el extremo inferior de la parte superior restante del alojamiento CRD se mecaniza de forma que una parte inferior de reemplazo del alojamiento CRD puede soldarse a la parte superior restante. La parte inferior de reemplazo del alojamiento CRD se mecaniza análogamente de forma que pueda soldarse a la parte superior restante. La parte inferior de reemplazo del alojamiento CRD se inserta después dentro de la abertura de la cúpula del cabezal inferior y se sitúa en forma adyacente a la parte superior restante. La parte inferior de reemplazo y la parte superior restante del alojamiento CRD se sueldan posteriormente mediante la técnica de revenido del cordón entre sí y a la cúpula del cabezal inferior. Soldar mediante la técnica de revenido del cordón la parte superior restante a la parte inferior de reemplazo y a la cúpula del cabezal inferior tiene el efecto negativo de provocar grandes tensiones debido al desajuste de crecimiento térmico entre el alojamiento CRD y la cúpula del cabezal inferior que están fabricados de diferentes materiales. Dicha soldadura por revenido del cordón tiene también el efecto negativo potencial de atrapar el agua dentro de una vía de fuga y en contacto con la soldadura entre la parte superior restante y la cúpula del cabezal inferior.

El documento US5809098 desvela procedimientos para sellar grietas adyacentes a las soldaduras de unión del tubo corto en las que una pared lateral de un alojamiento se corta en una ubicación inferior a la soldadura de unión del tubo corto superior para formar un paso soldado en el alojamiento entre este y el tubo corto; se forma posteriormente una soldadura en el paso soldado de forma que esté en contacto físico tanto con el tubo corto como con el alojamiento, de este modo se sella el alojamiento con el tubo corto. El documento US4440339 desvela un procedimiento para reparar el alojamiento de un mecanismo de accionamiento de barras de control, estando el alojamiento insertado a través de la pared de una vasija a presión del reactor en un manguito cilíndrico sujeto a la superficie interna de la vasija, alojamiento que se une mediante soldadura al manguito cilíndrico; el procedimiento comprende las etapas de cortar el alojamiento entre la unión de soldadura y la superficie interna de la vasija del reactor y rodeado por el manguito cilíndrico, de ese modo dividiendo el alojamiento en una primera parte del alojamiento unida todavía a la unión de soldadura y otra parte de alojamiento desmontable, eliminando la otra parte de alojamiento desmontable e insertando una segunda parte de alojamiento en el manguito cilíndrico y uniendo la primera y la segunda partes del alojamiento mediante soldadura. El documento US5796797 desvela un procedimiento para sellar grietas adyacentes a las soldaduras de unión del tubo corto en una vasija a presión del reactor; una pared lateral de un alojamiento se corta en una ubicación inferior a la soldadura de unión del tubo corto superior para separar una parte superior del alojamiento de una parte inferior; la parte inferior del alojamiento se elimina de la abertura del cabezal inferior y una parte inferior de reemplazo se sitúa en la abertura del cabezal inferior próxima a la parte superior restante; la parte inferior de reemplazo se sujeta posteriormente a la vasija a presión del reactor sin sujetar la parte inferior de reemplazo a la parte superior restante del alojamiento. El documento US5274683 desvela un procedimiento para reemplazar una tobera en una vasija a presión; la tobera existente se corta aproximadamente en la superficie interior de la pared de la vasija a presión, la parte de la tobera existente que se extiende más allá del exterior de la pared de la vasija a presión se elimina, se deposita un bloque soldado en el exterior de la pared de la vasija a presión alrededor del orificio de la tobera, se elimina el resto de la tobera existente, se aplica un revestimiento por rociado térmico resistente a la corrosión al orificio de la tobera, se instala una tobera de reemplazo en el orificio de la tobera y se suelda mediante sellado al bloque soldado en el exterior de la pared de la vasija a presión.

Por consiguiente, sería deseable proporcionar un procedimiento para reparar y/o sellar un alojamiento CRD dentro de la cúpula del cabezal inferior que pueda realizarse más fácil y rápidamente que los procedimientos de sellado conocidos. Además sería deseable proporcionar un procedimiento que reduzca las tensiones provocadas por los desajustes del crecimiento térmico entre el alojamiento CRD y la cúpula del cabezal inferior.

El procedimiento de acuerdo con la invención, como se define en la reivindicación 1, facilita la reparación y/o el resellado de un miembro sustancialmente hueco y alargado, tal como un alojamiento del mecanismo de accionamiento de las barras de control (CRD) dentro de una vasija a presión del reactor de un reactor nuclear de forma más rápida y sencilla que los procedimientos conocidos. El procedimiento elimina las fugas debido al agrietamiento en una zona afectada por el calor de un tubo corto en una soldadura de reimplantación del alojamiento CRD y restaura la barrera de presión. La vasija a presión del reactor incluye una cúpula del cabezal inferior que tiene al menos una abertura que se extiende a través de la misma, un tubo corto sustancialmente hueco y un alojamiento

del mecanismo de accionamiento de las barras de control. Una parte inferior del tubo corto está soldada a la cúpula del cabezal inferior con una soldadura del tubo corto inferior de forma que un orificio que se extiende a través del tubo corto está sustancialmente alineado con la abertura de la cúpula del cabezal inferior. La parte superior del tubo corto está soldada al alojamiento CRD con una soldadura del tubo corto superior de forma que el alojamiento CRD se extiende a su través y está sujeto dentro de la abertura de la cúpula del cabezal inferior y del orificio del tubo corto.

El procedimiento incluye cortar el alojamiento CRD en una ubicación inferior a la soldadura del tubo corto superior para separar una parte superior del alojamiento CRD de una parte inferior del alojamiento CRD. Por ejemplo, la parte inferior existente del alojamiento CRD se corta debajo de una soldadura de unión del tubo corto. Sin embargo, la parte inferior existente no se retira; sino que permanece en su lugar y en una alineación sustancial con la parte superior del alojamiento CRD. Después del mecanizado, limpieza y almacenamiento de la parte inferior cortada, un miembro de parte inferior, que puede ser la parte inferior que se cortó, se vuelve a unir a la vasija del reactor en un punto inferior debajo de las vías de fuga diferenciales potenciales a lo largo del alojamiento CRD. La parte inferior existente se sujeta posteriormente a la cúpula del cabezal inferior sin estar sujeta tampoco a la parte superior del CRD. Específicamente, la parte inferior existente está soldada mediante técnica de revenido del cordón a una pared lateral de la abertura de la cúpula del cabezal inferior. La zona afectada por el calor (por ejemplo, en una soldadura de reimplantación mediante revenido del cordón) está cubierta con un material resistente a la corrosión para evitar futuras fugas y para proteger la zona soldada afectada por el calor del IGSCC.

Una realización de la invención se describirá a continuación, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Fig. 1 es una ilustración esquemática de una vasija a presión del reactor; y

La Fig. 2 es una vista en sección transversal parcial de un alojamiento del mecanismo de accionamiento de barras de control, un tubo corto y un cabezal inferior de una vasija del reactor a presión en la que el alojamiento del mecanismo de accionamiento de las barras de control está sellado al tubo corto de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 1 es una ilustración esquemática de una vasija a presión del reactor (VPR) 10. La VPR 10 incluye un cabezal 12 superior, cuatro módulos 14, 16, 18 y 20 de carcasa sustancialmente cilíndricos y un conjunto 22 del cabezal inferior. El cabezal 12 superior incluye una brida 24 del cabezal. El primer módulo 14 de carcasa incluye una brida de la vasija (no mostrada). El cabezal 12 superior está atornillado al primer módulo 14 de carcasa mediante tornillos 26 que se extienden a través de la brida 24 del cabezal. El cabezal 12 superior también incluye una tobera 28 de rociado y purga del cabezal y bridas 30 de elevación usadas cuando se requiere la elevación del cabezal 12 superior del primer módulo 14 de carcasa.

El primer módulo 14 de carcasa incluye toberas 32 de vapor principales a través de las que el vapor fluye fuera de la VPR 10. Los soportes 34 estabilizadores también están formados en el primer módulo 14 de carcasa. El segundo módulo 16 de carcasa tiene un número de toberas 36, 38 y 40 formadas en su interior. El cuarto módulo 20 de carcasa incluye un faldón 42 de soporte soldado a este. El faldón 42 de soporte se utiliza para sujetar la VPR 10 dentro del alojamiento del reactor (no mostrado).

El conjunto 22 del cabezal inferior incluye una cúpula 44 del cabezal inferior que tiene una pluralidad de tubos 46 cortos soldados a la misma. Los tubos 46 cortos son sustancialmente cilíndricos y cada tubo 46 corto tiene un orificio (no mostrado en la Fig. 1) que se extiende a través del mismo. El orificio de cada tubo 46 corto está alineado con una abertura (no mostrada en la Fig. 1) en la cúpula 44 del cabezal inferior. Los componentes tales como mecanismos de accionamiento de barras de control, instrumentos intranucleares, toberas de instrumentación a presión y toberas de drenaje se extienden a través de dichas aberturas de la cúpula del cabezal inferior y de los orificios del tubo corto y penetran dentro de la VPR 10.

La Fig. 1 se proporciona principalmente para fines ilustrativos para mostrar un conjunto 22 típico del cabezal inferior. La presente invención, como se describe a continuación, puede usarse en muchas configuraciones de VPR aparte de la de la VPR 10.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal parcial de un alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control, un tubo 46 corto y una cúpula 44 del cabezal inferior de la VPR 10 en la que el alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control está sellado al tubo 46 corto de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra más claramente, la cúpula 44 del cabezal inferior tiene un espesor T_{BH} , e incluye una abertura 52 sustancialmente cilíndrica en su interior definida por la pared lateral 54. El tubo 46 corto incluye un primer extremo 56 y un segundo extremo 58, y un orificio 60 del tubo corto se extiende entre el primer y segundo extremos 56 y 58. El tubo 46 corto está situado en una abertura 52 concéntrica de la cúpula del cabezal inferior de forma que el orificio 60 del tubo corto está alineado sustancialmente con la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior. El tubo 46 corto está sujeto a la cúpula 44 del cabezal inferior con una soldadura 62 de unión al tubo inferior. Particularmente, una superficie 64 exterior de la pared lateral 66 del tubo corto próxima al segundo extremo 58 está soldada a la cúpula 44 del cabezal inferior con la soldadura 62 de unión del tubo corto inferior.

El alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control incluye un primer extremo (no mostrado), un segundo extremo (no mostrado) y un orificio 68 que se extiende entre el primer y el segundo extremos. Particularmente, el alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control tiene una forma geométrica cilíndrica sustancialmente hueca que incluye una pared lateral 70 que tiene una superficie 72 externa y una superficie 74 interna que define el orificio 68. El alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control está situado de forma que se extienda a través de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior y del orificio 60 del tubo corto. Una parte 76 superior del alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control está sujeta al tubo 46 corto con una soldadura 78 de unión del tubo corto superior adyacente al primer extremo 56 del tubo corto, de forma que el alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control está sustancialmente sujeto concéntrica y fijamente dentro del tubo 46 corto. Como se ha explicado anteriormente, se conoce bien la ubicación y soldadura del alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control dentro del tubo 46 corto y la cúpula 44 del cabezal inferior. Además, el cabezal 44 inferior está fabricado de acero de baja aleación y el tubo 46 corto y el alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control están fabricados de materiales compatibles resistentes a la corrosión como acero inoxidable o aleaciones Ni—Cr—Fe.

Las grietas por corrosión bajo tensión a veces tienen lugar en forma adyacente a la soldadura 78 de unión del tubo corto superior o a la soldadura 62 de unión del tubo corto inferior. Si dicha grieta ocurre adyacente a la soldadura 78 superior, se forma una vía 80 de fuga anular entre una superficie 82 interna de la pared lateral 66 del tubo corto y la superficie 72 externa del alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control. De forma similar, si dicha grieta ocurre adyacente a la soldadura 62 inferior, se forma una vía 84 de fuga anular entre la superficie 72 externa del alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control y la pared lateral 54 de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior.

Para sellar estas vías de fuga, debe repararse el alojamiento CRD. El trabajo de reparación puede realizarse desde el fondo de la vasija con un sellado impermeable al agua (temporal) situado sobre el tubo corto desde el interior de la vasija. La vasija del reactor permanece inundada para proporcionar blindaje contra la radiación y reducir el tiempo general de interrupción. Para sellar las vías 80 y 84 de fuga anulares de acuerdo con una realización de la presente invención, el alojamiento CRD 50 se corta en una ubicación 86 debajo de la soldadura 78 de unión del tubo corto superior. Particularmente, el alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control se corta en una ubicación 86 debajo del segundo extremo 58 del tubo corto para separar la parte 76 superior del alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control de una parte 92 inferior del alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control. La parte 92 inferior no se retira sino que permanece en su lugar.

Después de cortar la parte 92 inferior, la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior se limpia. Por ejemplo, una muela (no mostrada) puede extenderse dentro de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior y utilizarse para rectificar la pared lateral 54 de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior entre un extremo 88 inferior de la parte 76 superior y un extremo 90 inferior de la cúpula 44 del cabezal inferior para formar un paso soldado (por ejemplo, una zona sobre la que se puede aplicar una soldadura) entre el extremo 88 inferior y el extremo 90 inferior. Como alternativa, la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior puede limpiarse con una muela abrasiva o mediante esmerilado. Se conocen procedimientos para limpiar la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior.

La parte 92 inferior existente se reimplanta posteriormente de forma que esté sustancialmente alineada con y de forma adyacente a la parte 76 superior. La parte 92 inferior existente es un miembro sustancialmente hueco que tiene una forma geométrica sustancialmente cilíndrica. Más particularmente, la parte 92 inferior existente incluye un extremo 94 superior y un extremo inferior (no mostrado) y un orificio 96 que se extiende entre el extremo 94 superior y el extremo inferior.

El extremo 94 superior de una parte 92 inferior existente incluye una preparación 98 de soldadura para soldar el extremo 94 superior a la pared lateral 54 de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior. Particularmente, el extremo 94 superior de la parte 92 inferior existente se limpia de acuerdo con los procedimientos conocidos de forma que el extremo 94 superior tenga una forma geométrica sustancialmente tronco-cónica. Esto proporciona una superficie limpia libre de óxido para formar la preparación 98 de soldadura. Por ejemplo, puede usarse una muela para rectificar el extremo 94 superior. Como alternativa, el extremo 94 superior puede limpiarse con una muela abrasiva o mediante esmerilado.

La parte 92 inferior existente se reimplanta a la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior de forma que el extremo 94 superior esté próximo al extremo 88 inferior de la parte 76 superior restante y de forma que el orificio 68 de alojamiento del mecanismo de accionamiento de las barras de control permanezca sustancialmente alineado con el orificio 96. Tal y como se muestra en la Fig. 2, el extremo 94 superior de la parte 92 inferior existente está separado del extremo 88 inferior de la parte 76 superior restante.

La parte 92 inferior dentro de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior se reimplanta a la pared lateral 54 de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior sin estar sujeta tampoco al extremo 88 inferior de la parte 76 restante. La parte 92 inferior existente se reimplanta preferentemente en un punto diferente al de la ubicación donde se cortó inicialmente, por ejemplo, inferior a donde la parte 92 inferior se cortó inicialmente en la ubicación 86 debajo del segundo extremo 58 del tubo corto para separar la parte 76 superior del alojamiento 50 del mecanismo de

accionamiento de las barras de control de la parte 92 inferior. Particularmente, el extremo 94 superior de la parte 92 inferior está soldado mediante cordón para proporcionar una soldadura 97, usando procedimientos de soldadura conocidos como las técnicas de revenido del cordón, a la pared lateral 54 de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior.

5 La soldadura 97 se proporciona en una ubicación que está preferentemente en un punto debajo de las vías de fuga diferenciales potenciales en el CRD 50. Por ejemplo, esta ubicación puede estar en un punto que sea inferior a la vía 80 de fuga anular entre la superficie 82 interna de la pared lateral 66 del tubo corto y la superficie 72 externa del CRD 50; y/o por debajo de la vía 84 de fuga anular formada entre la superficie 72 externa del alojamiento 50 del mecanismo de accionamiento de las barras de control y la pared lateral 54 de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior, como se muestra en la Fig. 2.

10 Para formar la soldadura, una máquina de soldadura automática puede insertarse a través del orificio 96 de forma que un cabezal de soldadura esté sustancialmente de forma adyacente a la preparación de la soldadura 98. Posteriormente la máquina de soldadura automática puede usarse para aplicar una soldadura 97 de revenido del cordón a la pared lateral 54 de la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior, como se conoce. Por ejemplo, una máquina de soldadura por ultrasonidos puede insertarse posteriormente a través del orificio 96 para comprobar la calidad de la soldadura de revenido del cordón.

15 La soldadura de la parte 92 inferior para reimplantarla a la cúpula 44 del cabezal inferior en la abertura 52 de la cúpula del cabezal inferior introduce una nueva zona 99 afectada por el calor en el acero inoxidable con alto contenido de carbono en la soldadura 97, que normalmente es susceptible al IGSCC. Como se muestra en la Fig. 2, la zona 99 afectada por el calor está cubierta por un material 89 resistente a la corrosión, que preferentemente es un revestimiento 89 que se aplica sobre la zona 99 afectada por el calor de la soldadura 97. De ese modo, la aplicación del revestimiento 89 resistente a la corrosión reduce la probabilidad de introducir un nuevo mecanismo de fallo potencial.

20 Para aplicar el revestimiento, el alojamiento CRD 50 se sella en la parte superior, cerca de la sección 76 superior para proporcionar un entorno seco en su interior. La parte exterior del alojamiento CRD 50 permanece mojada. En general, un aparato o herramienta tal como un cabezal de soldadura se inserta desde un extremo inferior (no mostrado) del alojamiento CRD 50. El cabezal de soldadura puede ser de aproximadamente cuatro metros de longitud o superior. Tal y como se describe con más detalle a continuación, el cabezal de soldadura puede incluir un cabezal de soldadura con arco eléctrico de tungsteno con gas cerca de la parte superior del cabezal de soldadura. El cabezal de soldadura con arco eléctrico de tungsteno con gas puede incluir una antorcha y un alimentador de hilos de soldadura, y gira y se mueve hacia arriba y hacia abajo de forma lenta para aplicar una fina capa de revestimiento.

25 El revestimiento 89 es resistente a la corrosión debido a su estructura ferrítica fina. El material de revestimiento típicamente consiste en un metal de aleación baja, tal como la aleación 82, el acero inoxidable tipo 308L o el acero inoxidable tipo 316L; sin embargo, el revestimiento de la presente invención no está limitado a estas aleaciones.

30 Adicionalmente, el revestimiento 89 puede estar aleado con un metal noble para proporcionar una mitigación adicional del agrietamiento por corrosión bajo tensión. Se describe un aparato y una técnica usada para aplicar el revestimiento con un metal noble aleado en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie 09/416.943 de OFFER y col., de cesión común, titulada APPARATUS AND METHOD FOR CORROSION RESISTANT CLADDING. Descrita brevemente, la técnica de soldadura une el revestimiento 89 a la zona 99 afectada por el calor, que es una región susceptible al agrietamiento por corrosión bajo tensión. El revestimiento 89 puede aplicarse en condiciones de bajo aporte térmico para conseguir una sensibilización no térmica o reducida en los bordes de la región recién revestida.

35 El aparato aplica un revestimiento que incluye un material de carga compuesto por aleaciones con base de níquel o de aceros inoxidables con base de hierro como los mencionados anteriormente Inconel 82, acero inoxidable 308L o acero inoxidable 316L, que pueden estar aleados con una concentración baja de un elemento de metal noble (por ejemplo, paladio, platino, rodio o combinaciones del mismo) para actuar como un catalizador para obtener índices mejorados de recombinación de oxígeno con hidrógeno a niveles adicionales de hidrógeno reducido. La concentración de metal noble en el material de carga puede estar preferentemente en la región en aproximadamente el 1% del peso o en un porcentaje inferior, más normalmente entre el 0,25 y el 0,75% del peso después de la dilución por metal base. La recombinación del oxígeno y el peróxido de hidrógeno con hidrógeno reduce el potencial electroquímico eficaz para reducir la susceptibilidad al IGSCC.

40 El aparato aplica remotamente el revestimiento 89 a una distancia significativa desde el extremo del aparato como se ha mencionado anteriormente. El aparato tiene la capacidad de proporcionar una tensión del arco eléctrico muy estable (y su correspondiente control de la longitud del arco eléctrico) aunque la antorcha esté situada lejos de los mecanismos de accionamiento del cabezal de soldadura. El aparato puede incluir un alimentador de hilo giratorio que produce un depósito de hilo muy alejado aguas abajo del extremo distal del alimentador de hilo. Por consiguiente, se mejora la soldabilidad en índices de alimentación de hilo muy bajos pero estables (por ejemplo, aproximadamente 60-80 cm/min), permitiendo que se deposite de forma fiable un revestimiento muy fino, con un

espesor del revestimiento preferentemente en un intervalo comprendido entre 0,3-0,6 mm y más preferentemente entre aproximadamente 0,36 y 0,45 mm de espesor.

5 La antorcha de soldadura del aparato usa un aporte térmico suficientemente bajo (por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 0,6-1,0 kJ/cm) que puede obtenerse por un gradiente de temperatura necesario a través de la pared para la mejora de la tensión de la pared del fondo, incluso sin refrigerante líquido en la pared del fondo.

10 El reducido aporte térmico para aplicar el revestimiento 89 puede producirse en parte por una velocidad de desplazamiento (velocidad de la antorcha) mayor de aproximadamente 25 cm por minuto, por ejemplo de 38 a 101 centímetros por minuto, más habitualmente de 38-76 centímetros por minuto, de forma que el tiempo en el índice de sensibilización de la temperatura durante la refrigeración del revestimiento aplicado 89 es insuficiente para permitir que los carburos precipiten en los bordes de grano.

15 El control de sensibilización puede resultar afectado utilizando controles duales en parámetros de soldadura: (1) aporte térmico (controlado como una función del aporte térmico por longitud de la unidad del cordón) y (2) índice de refrigeración de la zona afectada por el calor (controlada como una función de la velocidad lineal de la soldadura en la dirección de avance). Preferentemente, la oscilación del arco eléctrico transversal se evita ya que es contraproducente con respecto al mantenimiento tanto del bajo aporte térmico requerido como de la alta velocidad de desplazamiento. Por consiguiente, los procedimientos de revestimiento basados en el arco eléctrico pueden aplicarse a la zona 99 afectada por el calor incluso con muy poca resistencia a la sensibilización térmica y sin un riesgo alto de sensibilización.

20 El procedimiento para reparar o sellar permanentemente un alojamiento CRD/tubo corto puede aplicarse también a alojamientos de monitores intranucleares (ICMH). Un ICMH tiene una penetración del diámetro de la vasija inferior que el alojamiento CRD/tubo corto situado en la región del cabezal inferior de la vasija a presión del reactor. Están comprendidos típicamente entre aproximadamente 29-70 ICMH dependiendo del tamaño de la vasija a presión del reactor. En una realización alternativa, el procedimiento puede aplicarse a ICMH que no contengan un tubo corto, pero que incluyen una recarga de soldadura similar a las funciones y estructura de un tubo corto. El procedimiento y aparato descritos anteriormente para aplicar el revestimiento puede usarse también para aplicar el revestimiento en los ICMH. Además, el procedimiento y aparato para aplicar el revestimiento puede usarse para aplicar la soldadura 25 97 que se muestra en la Fig. 2. En otras palabras, la soldadura 97 puede ser un metal que esté aleado con un metal noble para reducir la sensibilización al IGSCC.

30 Por consiguiente, el procedimiento descrito anteriormente facilita la reparación permanente de las grietas por corrosión bajo tensión adyacentes a la soldadura del tubo corto superior y la del tubo corto inferior, más rápida y fácilmente que por los procedimientos conocidos. Además, dichas reparaciones pueden completarse sustancialmente desde la parte inferior de la cúpula del cabezal inferior y puede reducir de forma significativa las tensiones causadas típicamente por desajustes del crecimiento térmico entre el alojamiento CRD y la cúpula del cabezal inferior.

35 La soldadura que se reimplanta no afecta al tubo corto existente ni a la sección del alojamiento superior así que no hay tensiones adicionales inducidas del procedimiento de reimplantar la parte 92 inferior existente al CRD 50. El procedimiento mitiga permanentemente el daño potencial debido a los tubos cortos con fugas del CRD, independientemente del origen, sin afectar negativamente al tubo corto restante/cúpula del CRD y puede reducir de forma significativa las tensiones causadas típicamente por los desajustes del crecimiento térmico entre el alojamiento CRD y la cúpula del cabezal inferior. 40

45 La soldadura reimplantada no afecta al tubo corto existente ni a la sección del alojamiento superior así que no hay tensiones adicionales inducidas por el procedimiento de reimplantar la parte 92 inferior existente al CRD 50. El procedimiento mitiga permanentemente el daño potencial debido a los tubos cortos con fugas del CRD, independientemente del origen, sin afectar negativamente al tubo corto restante/alojamiento CRD. Adicionalmente, ya que la parte 92 inferior existente del alojamiento CRD 50 se vuelve a usar y permanece en su lugar, hay mínimos problemas de alineación y las líneas hidráulicas existentes del CRD no se ven afectadas. Además, el tiempo de aplicación general es inferior que en las opciones de reparación permanente actuales, reduciendo el tiempo crítico de interrupción de la vía y reduciendo la dosis recibida por el personal de mantenimiento durante la reparación.

50 Es obvio que la invención descrita de este modo puede modificarse de diversas formas. Por ejemplo, las técnicas de revestimiento pueden aplicarse a una soldadura reimplantada en reparaciones donde se inserta un miembro de la parte inferior como una parte inferior de reemplazo de un alojamiento CRD en lugar de una parte inferior defectuosa y se suelda a una parte superior de un alojamiento CRD y/o a una pared lateral de una abertura de la cúpula del cabezal inferior en una vasija a presión del reactor.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para sellar un miembro (50) hueco alargado dentro de una vasija (10) a presión del reactor de un reactor nuclear, incluyendo la vasija (10) a presión del reactor una cúpula (44) del cabezal inferior, un tubo (46) corto y el miembro (50) hueco alargado, teniendo la cúpula (44) del cabezal inferior al menos una abertura (52) en su interior, teniendo el tubo (46) corto un primer extremo (56), un segundo extremo (58) y un orificio (60) que se extiende entre el primer y el segundo extremos (56, 58), estando el tubo (46) corto soldado a la cúpula (44) del cabezal inferior adyacente al segundo extremo (58) con una soldadura (62) de unión del tubo corto inferior de forma que el orificio (60) del tubo corto y la abertura (52) de la cúpula del cabezal inferior estén sustancialmente alineadas, teniendo el miembro (50) hueco alargado un primer extremo (76), un segundo extremo (92) y un orificio (68) que se extiende entre el primer y el segundo extremos (76, 92), extendiéndose el miembro (50) alargado a través del orificio (60) del tubo corto y sujeto al tubo (46) corto adyacente al primer extremo (56) del tubo corto con una soldadura (78) de unión del tubo corto superior, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- el miembro (50) alargado se corta en una ubicación (86) por debajo de la soldadura (78) del tubo corto superior para separar una parte (76) superior del miembro (50) alargado de una parte (92) inferior del miembro (50) alargado, teniendo la parte (92) inferior un extremo (94) superior y un extremo inferior; la parte (92) inferior no se retira sino que permanece en su lugar; el miembro de la parte (92) inferior se reimplanta en una ubicación diferente en la abertura (52) de la cúpula del cabezal inferior a la ubicación donde el miembro (50) alargado se cortó con una soldadura de reimplantación que se forma entre una pared lateral (54) de una abertura (52) de la cúpula del cabezal inferior y el extremo (94) superior, formando la aplicación de la soldadura de reimplantación una zona (99) afectada por el calor; y se aplica un material (89) resistente a la corrosión en la zona (99) afectada por el calor.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de reimplantación se realiza sin volver a unir el miembro de la parte inferior a la parte (76) superior del miembro (50) alargado.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de aplicación incluye adicionalmente un revestimiento (89) resistente a la corrosión para la zona (99) afectada por el calor.

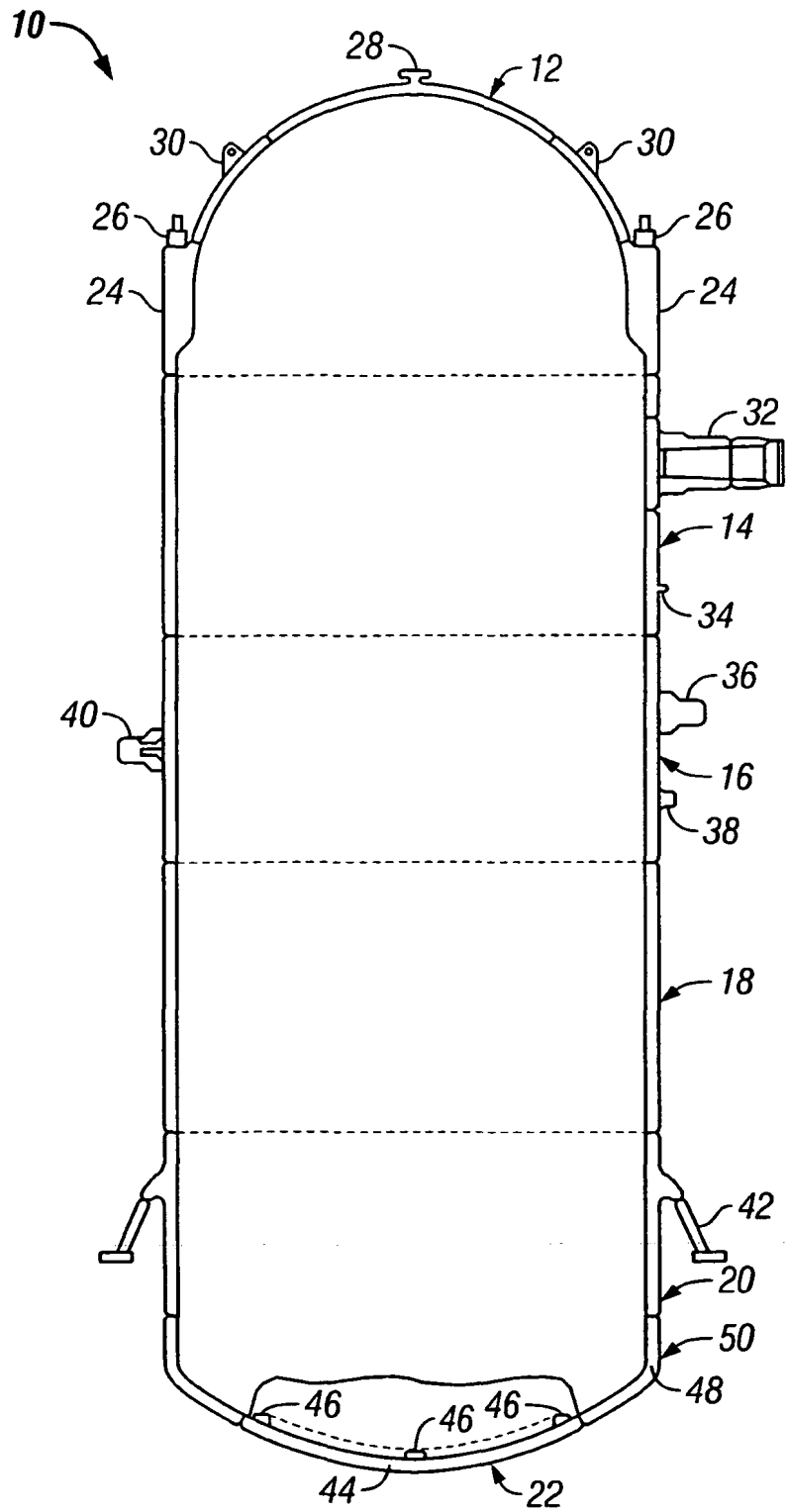


FIG. 1

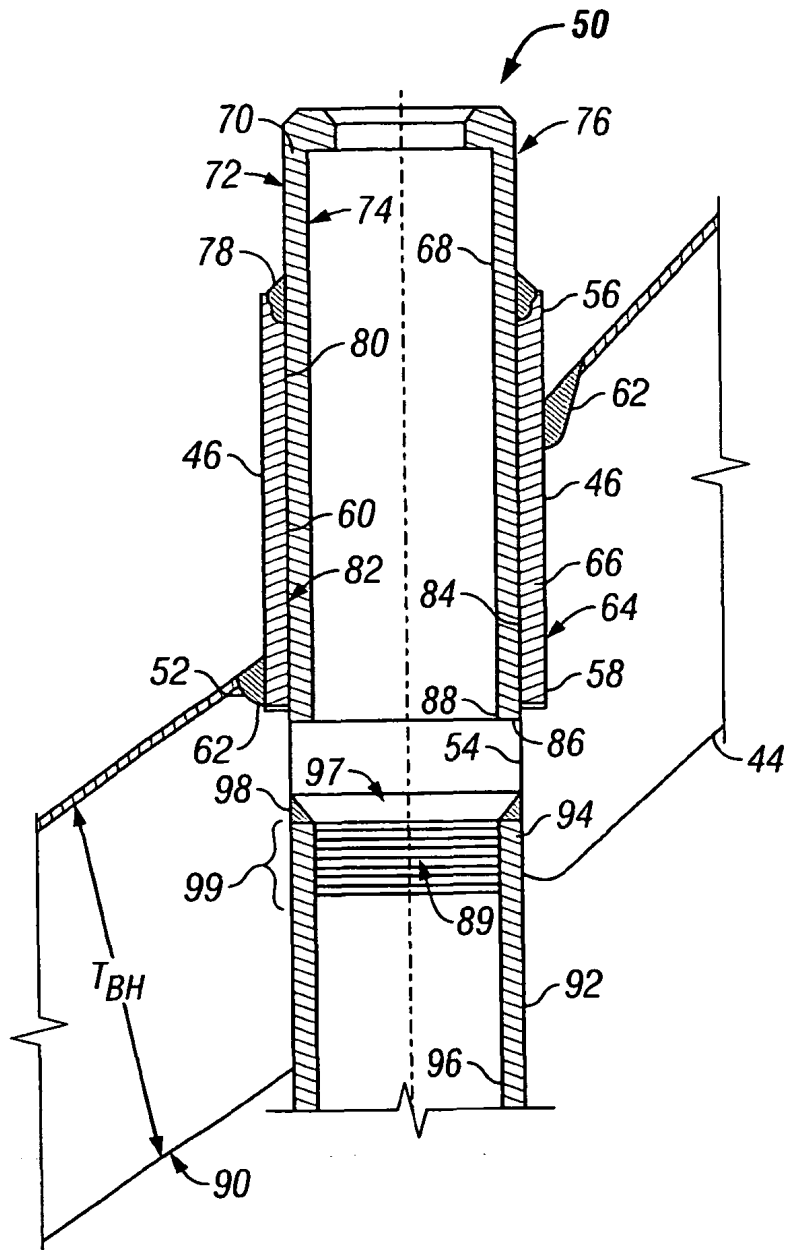


FIG. 2