

454647

G 21 C

13 ENE. 1977

OTCEDIA

- PATENTE DE INVENCION -

que por veinte años para España, se solicita a favor de la firma: COMBUSTION ENGINEERING, INC, de nacionalidad estadounidense y con domicilio en WINDSOR, CONNECTICUT (EE.UU), Prospect Hill-Road, 1000, por: "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION DE AGUA A PRESION PARA REACTOR NUCLEAR".

- Memoria Descriptiva -

El presente invento se refiere a los sistemas de suministro de vapor nuclear utilizando agua a presión como refrigerador principal. De manera más particular, el invento se refiere a una organización mejorada para administrar líquido de obtu-
5 ración de alta pureza a temperaturas controladas al sistema del obturador laberíntico del eje de las bombas refrigerantes primarias utilizado en tales sistemas de suministro nuclear.

Las bombas utilizadas en las plantas nucleares del tipo descrito para la puesta en circulación del refrigerante primario entre el reactor y los generadores de vapor de aquellas -
10

están provistos comúnmente con estructuras de elementos obturadores laberínticos dispuestos a lo largo de los ejes de bomba - para impedir la fuga del refrigerante bombeado a lo largo de - los mismos (véase por ejemplo US-PS 3.574.473). Se acostumbra a
5 disponer pasajes de flujo en asociación con tales estructuras - de elemento obturador por medio de los cuales se inyecta un líquido a presión en íntima relación con los elementos obturadores para enfriar a éstos e impedir la acumulación de depósitos de materias extrañas. Como el líquido que se inyecta en el sistema obturador del eje es admitido finalmente en el circuito de
10 refrigerante primario y como es necesario impedir la inclusión de depósitos de materias extrañas en la estructura del obturador, éste fluido debe ser de alta pureza. Por ello, se ha venido utilizando para los fines de la inyección del obturador el -
15 líquido elaborado que retorna al circuito de refrigerante primario del sistema químico y de control del volumen de la planta.

Como es bien sabido, el sistema químico y de control de volumen de las plantas de energía nuclear del tipo descrito llevan implícita una extracción constante de una parte de líquido en circulación desde el circuito de refrigerante primario de
20 la planta. Esta parte de líquido se desvía al equipo de elaboración química con el fin de eliminar los productos de corrosión y la fisión y de inyectar un corrector químico para mantener el adecuado nivel de pH dentro del líquido. El sistema se utiliza
25 también para regular la existencia de refrigerante primario con pensando los cambios de volumen de éste causados por alteración en el funcionamiento de la planta.

En la mayor parte de las plantas, el sistema de control químico y de volumen incluye un aparato cambiador de calor denominado cambiador de calor regenerador, es decir eficaz para
30

reducir la temperatura del refrigerante desviado antes de su admisión al aparato de elaboración química, con el fin de que sea posible el proceso de purificación a temperaturas reducidas y proteger la resina cambiadora de iones utilizada allí contra los daños inducidos por las temperaturas excesivas. En la mayor parte de las plantas, éste mismo cambiador de calor se utiliza también para aplicar calor al refrigerante tratado antes de que se vuelva a introducir en el circuito refrigerante primario para mantener las pérdidas de calor en el sistema al mínimo.

Al utilizar el refrigerante tratado del sistema de control químico de volumen para fines de inyección del obturador, se acostumbra a extraer una parte del refrigerante tratado de la conducción de retorno al circuito de refrigerante primario, en un punto corriente arriba o corriente abajo del cambiador de calor regenerador, y desviar el mismo al sistema del obturador laberíntico del eje de bomba. Sin embargo, debido al hecho de que el flujo de refrigerante a través del sistema de control químico y de volumen está sometido a factores transitorios térmicos ha sido necesario regular la temperatura del fluido de inyección del obturador laberíntico, antes de inyectarlo en el sistema de obturación del eje, con el fin de proteger la estructura de éste último contra la inestabilidad térmica adversa. Este requisito ha exigido la imposición de un aparato adicional de transferencia de calor en el sistema. Cuando el fluido de inyección se retira del sistema de control químico y de volúmenes corriente arriba del cambiador de calor regenerador, la superficie adicional de transferencia de calor debe elevar la temperatura del fluido de inyección hasta un nivel previamente determinado, antes de que sea admitida en el sistema del obturador y, al contrario, cuando el fluido de inyección se retira de un pun

to corriente abajo del cambiador de calor generador, la superficie añadida tiene que descender su temperatura por debajo de la que de otro modo dañarfa los obturadores. En cualquier caso, la necesidad de un cambiador de calor adicional en tales sistemas -
5 aumenta de manera considerable los costes de equipo de la planta. La finalidad de éste invento es suprimir tal cambiador de calor adicional, y la solución se define en la reivindicación -
12.

De conformidad con el presente invento, en un circuito
10 de flujo refrigerante de agua a presión del reactor nuclear- que lleva incorporado una bomba para hacer circular al refrigerante por dicho circuito y un sistema de tratamiento del caudal refrigerante, incluido un cambiador de calor generador que opera a la temperatura refrigerante tratada admitida en el circuito
15 del caudal de refrigeración se aportan medios para suministrar agua de alta pureza al sistema de obturador laberíntico - del eje de la bomba. El medio de suministro está compuesto por elementos para extraer una parte del líquido a baja temperatura- del sistema de tratamiento de refrigerante por el de arriba del
20 cambiador de calor generador; elementos para extraer una parte- del líquido a alta temperatura del sistema de tratamiento de refrigerante corriente abajo del cambiador de calor del generador; elementos para mezclas las dos partes extraídas; y elementos pa
25 ra inyectar la mezcla resultante en el sistema de obturador laberíntico del eje de la bomba. Se aportan medios adicionales para regular las cantidades proporcionales de las dos partes extraídas, con el fin de controlar la temperatura de la mezcla resultante.

De conformidad con ello, el presente invento aporta -
30 un sistema de inyección del obturador laberíntico del eje de la

bomba del refrigerante primario, mejorado, para su uso en plantas nucleares de suministro de vapor, consistiendo la mejora en que se impulsa líquido de inyección del obturador laberíntico - del eje, de alta pureza, a la bomba de refrigerante primario, en
5 que la temperatura del líquido de inyección pasado a la bomba - se regula dentro de límites previamente determinados sin necesidad de aparato de cambio de calor auxiliar.

Para mejor comprensión del invento y de sus ventajas de utilización, se consultarán los planos y la descripción adj -
10 juntos que corresponden a una realización preferida del invento.

La figura 1 es una representación esquemática de una parte del circuito de refrigerante primario de una planta nuclear de suministro de vapor de agua a presión incluyendo parte del sistema de control químico y de volumen y un sistema de inyección del obturador laberíntico del eje de bomba, de conformidad con el presente invento.
15

Y la figura 2 es una sección en alzado, parcial esquemática, fragmentada, de una bomba de circulación de refrigerante destinada a ser utilizada en la disposición de la figura 1.

En la figura 1 del plano, la línea 10 representa parte del circuito de refrigerante primario de una planta nuclear de suministro de vapor de agua a presión. Una bomba de refrigerante 12 está interpuesta en la línea 10 y actúa haciendo circular el refrigerante primario entre el reactor y un generador de vapor asociado, ninguno de cuyos componentes de la planta se muestra en el plano. El conducto 14 forma parte del sistema de control químico y de volumen de la planta que opera para tratar de manera continua el refrigerante primario según se describe con más detalle posteriormente. Las conducciones 16 y 18 representan las partes operativas del sistema de inyección de refri-
20
25
30

gerante al obturador laberíntico del eje de la bomba de conformidad con el invento,

5 Con el fin de mejorar la comprensión de la descripción que aquí se hace, en la ilustración de las líneas anteriormente numeradas que forman partes operativas de la disposición descrita se utilizan líneas de diferentes grozores. Los grozores de línea no son necesariamente representativos del tamaño de la tubería incorporada en las partes respectivas del sistema, sino que tienen como misión solamente facilitar la presente descripción.

10 En la figura 2 se muestra una bomba de refrigerante del tipo cuyo uso se pretende con el invento. Se compone de un alojamiento 20 que define una cámara cerrada 22 con un rodete 24 que actúa dentro de ella para dar presión al fluido refrigerante introducido a través de la admisión axial 26 y descargado a través de la salida 28. El rodete 24 está montado para que gire sobre el eje 30 que está apoyado en el alojamiento 20 por medio de cojinetes radiales uno de los cuales se muestra en 31. En puntos separados axialmente a lo largo del eje 30 se encuentra un número de elementos obturadores anulares 32 que cooperan con estructuras conjugadas 34 en el interior del alojamiento 20, para definir un pasaje laberíntico alargado 36 adaptado para conducir fluidos de inyección de obturador a presión.

25 El fluido de inyección del obturador es introducido en la bomba a través de una o más aberturas radiales 38 provistas en el alojamiento 20 y que comunican con el pasaje 36. Como es habitual en las disposiciones del obturador de eje del tipo descrito, las aberturas radiales 38 comunican con el pasaje 36 a través de sus extremos donde el fluido de inyección de obturador introducido en éste pasaje puede ser administrado en des-

30

corrientes, de dirección opuesta, indicadas como 40 y 42 respectivamente, siendo asistido su flujo por una bomba interna 43. -
Un extremo del pasaje 36, se comunica con la cámara de bomba 32 con lo que la corriente 40, que contiene la parte principal del fluido de inyección se descarga en ella y desde allí pasa al -
5 circuito 10 de refrigerante primario. En su otro extremo, el pasaje 36 comunica con una o más aberturas radiales, denominadas lumbreras de extracción 44, a través de las cuales descarga la corriente 42 de la bomba 12 y se vuelve a conducir al sistema -
10 de control químico y de volumen.

Con referencia ahora al sistema de control químico y de volumen que ilustra la figura 1, la conducción 14 es una espira cerrada en esencia que comunica con el circuito 10 de refrigerante del reactor corriente arriba de la bomba de refrigerante 12 y actúa eliminando una pequeña porción del fluido del -
15 circuito del refrigerante para conducirla a través de los diversos aparatos de tratamiento de la espira y para devolverla después, al fluido tratado al circuito de refrigerante 10 del reactor en un punto corriente abajo de la bomba. El refrigerante -
20 desviado, fluyendo por la conducción 14, debe pasar en orden a través del cambiador de calor generador 46, la válvula reguladora 48, el cambiador de calor de descenso 50, la válvula de retropresión 52, el filtro 54, el cambiador de iones 56 y el depósito de control de volumen 58. En la conducción corriente abajo del depósito de volumen de control 58 se encuentra interpuesta -
25 una bomba de carga 60 para aumentar la presión del fluido del refrigerante antes de pasarla de nuevo a través del cambiador de calor regenerador 46 y reinyectarle en el circuito de refrigerante 10 del reactor. El cambiador de calor regenerador 46 -
30 funciona enfriando el refrigerante desviado pasándolo en rela -

cién de transferencia de calor indirecta con el fluido de temperatura más baja que retorna a través de la conducción 14 al circuito de refrigerante primario. La válvula reguladora 48 se utiliza para reducir la presión del fluido y el cambiador de calor 50 de descenso sirve para reducir la temperatura del líquido desviado. En el último aparato se utiliza como medio refrigerante el agua de refrigeración del componente de la planta de baja temperatura conducida a través de la línea 51. Esta reducción de la temperatura y de la presión impartida al refrigerante desviado es necesaria antes de que el mismo penetre en el cambiador de calor 56, con el fin de impedir los daños a las resinas utilizadas en éste último.

La válvula de retropresión 52, se encuentra en la conducción 14 para controlar la presión de la tubería entre la válvula reguladora 48 y el cambiador de calor 50 de descenso, con el fin de impedir la irrupción del refrigerante desviado en ésta sección del sistema. El filtro 54 sirve para eliminar las partículas del refrigerante antes de que penetre en el cambiador de calor 56 donde se utilizan resinas saturadas de boro, de lecho mezclado, para la eliminación de los productos de la corrosión y la fisión refrigerantes. A continuación, el líquido reciado en el depósito de control de volumen 58 se puede absorber el gas hidrógeno.

Según se muestra, las conducciones 62 y 64 pueden estar provistas en el sistema de control químico y de volumen para hacer circular una parte del refrigerante a un sistema secundario de control de boro (que no se muestra) por medio del cual la concentración de boro refrigerante se puede ajustar en respuesta a los cambios en las características de funcionamiento de la planta. En la intersección de las conducciones 14 y 62 se encuen

tra interpuesta una válvula de tres pasos 63 para dirigir selectivamente el refrigerante de la conducción 14 al sistema de control de boro. La conducción 64 conduce el líquido de forma que contiene una cantidad prescrita de aditivo de boro al depósito de control de volumen 58 para mantener de esta manera una concentración adecuada del boro en el flujo de fluido en el circuito del refrigerante 10 del reactor. También se pueden proveer medios representados por la línea 66 que comunican con la conducción 14 corriente abajo del tanque de control de volumen 58, para la inyección controlada de correctores químicos, tales como hidróxido de litio o similares, para regular el pH del fluido refrigerante.

De conformidad con el invento, se aporta suministro de líquido para el sistema de inyección del obturador del eje de la bomba de refrigerante 12 a través de una primera conducción 16 conectada entre la conducción 14 del sistema de control químico y de volumen y la abertura de admisión 38 del alojamiento de la bomba 20. La conducción 16 está adaptada para conducir refrigerante líquido tratado a una temperatura elevada calentado en el cambiador de calor generador 46. Una válvula de retención 68 que se encuentra en esta línea impide el retroceso del flujo del líquido a través de ella. La línea 18 conecta la línea 14 y la línea 16, siendo ésta la comunicación con la primera en un punto corriente arriba del cambiador de calor regenerador con lo que la conducción 18 conduce líquido refrigerante tratado a una temperatura considerablemente más baja que el que fluye a través de la conducción 16. De este modo, el líquido de la conducción 18, mezclado con el líquido de la temperatura más alta de la conducción 16, es eficaz para atemperar el mismo con el fin de proteger a los componentes sensibles de la bomba 12. La válvula reguladora-

de flujo automática 70 de la conducción 18 actúa controlando la admisión del líquido atemperador del más frío en la conducción 16, en respuesta a la temperatura del líquido mezclado allí según determina el receptor de la temperaturas 72.

5 El funcionamiento de la disposición que se acaba de describir es como sigue. El sistema de control químico y de volumen representado por la línea 14 y los diversos aparatos del mismo son eficaces para purificar de una forma continua una parte fraccionaria desviada del fluido que fluye en el circuito de refrigerante 10 del reactor para mantener la pureza establecida del refrigerante y las normas químicas. El vapor desviado del fluido del refrigerante es enfriado por la transferencia de calor que ocurre en el cambiador de calor regenerador 46 y el cambiador de calor de descenso 50 y su presión de fluido es reducida por la regulación efectuada por la válvula 48. Estas funciones sirven para proteger a las resinas del cambiador de iones 15 56 y para permitir que el tratamiento del refrigerante ocurra a temperaturas y presiones más bajas y más seguras.

Después de los procedimientos de purificación efectuados por el filtro 54 y el cambiador de iones 56, el líquido fluye a través del resto del sistema de control químico y de volumen pasa al depósito de control de volumen 58, ya sea directamente desde el cambiador de iones o indirectamente a través del sistema de control del boro. El líquido refrigerante, después de la 20 descarga del depósito 58, es sometido a presión por la bomba de carga 60, hasta un grado suficiente para permitir la recarga en el circuito de refrigerante 10 del reactor. Antes de su retorno al circuito 10, el refrigerante pasa a través del cambiador de calor generador 46 en relación indirecta de transferencia de calor al fluido refrigerante sin tratar conducido a través del mig 25 30

no para recuperar parte del calor perdido en el sistema de control químico y de volumen. El flujo de refrigerante corriente abajo del cambiador de calor regenerador 46 se divide en dos partes una de las cuales continúa a través de la conducción 14 para su recarga en el circuito de refrigerante 10, mientras que la otra es conducida por medio de la línea 16 a la bomba de refrigerante 12 para su introducción en el sistema de inyección de obturador del eje. El refrigerante que se introduce en el sistema de inyección del obturador del eje se regula de forma controlable para evitar un exceso de transiciones térmicas para mantener su temperatura dentro de límites aceptables con el fin de impedir daños a los elementos del obturador de bomba 32, 34 y otros componentes sensibles a la temperatura de la misma. El control se efectúa por medio de la adición regulada del refrigerante tratado a baja temperatura, que es introducido a través de la línea 18 en cantidades comprobadas por la válvula 70.

El líquido de inyección de obturador de eje suministrado a la bomba 12 a través de la abertura de entrada 38 se divide en dos corrientes en dirección opuesta fluyendo a través del pasaje interno 36. Una corriente 40, que puede contener la parte principal del flujo total del líquido de inyección, se dirige a través del pasaje 36, descargando en la cámara de bomba 22 para su retorno final al circuito de refrigerante 10 primario. La otra corriente 42 es conducida en sentido opuesto a través del pasaje 36 a lo largo del eje de bomba 30 y sale del interior de la bomba por medio de la lumbrera de extracción 44 desde donde es conducida por medio de la línea 74 en retroceso al depósito de control de volumen 58 del sistema de control químico y de volumen.

Se apreciará que la disposición que se acaba de describir, al utilizar el líquido refrigerante tratado del sistema de-

control químico y de volumen garantiza de manera ventajosa la in-
pulsión del líquido de alta pureza de composición química adecua-
da para fines de refrigeración y de limpieza en el sistema de in-
yección del obturador de eje de las bombas de refrigerante, en -
5 las plantas nucleares de suministro de vapor. Además, el presen-
te invento mejora las disposiciones anteriores del arte en cuen-
ta el líquido de inyección del obturador no pasa del sistema de
control químico y de volumen ya sea corriente arriba o corriente
abajo del cambiador de calor regenerador y por lo tanto requiere
10 que se añada un cambiador de calor con el fin de regular la tem-
peratura del líquido entregado al sistema. Al extraer el líquido
de inyección del obturador del eje en cantidades controladas de
ambos lados del cambiador de calor regenerador en el sistema de
control químico y de volumen, según se ha explicado, la regula-
15 ción de la temperatura del líquido se puede efectuar de manera y
expeditiva sin necesidad de la superficie auxiliar de transferen-
cia de calor.

Aunque la realización preferida del presente invento -
se ha descrito aquí debe entenderse que la descripción es mera -
20 mente ilustrativa y que se pueda hacer diversas variaciones y mo-
dificaciones en la misma sin apartarse por ello del espíritu y -
el alcance del invento. Lo que se pretende proteger es conforme-
a las adjuntas

REIVINDICACIONES

35 1a.- Perfeccionamientos en los sistemas de refrigeración de agua
a presión para reactor nuclear, incorporando una bomba para hacer
circular refrigerante a través del circuito y un aparato de tra-
tamiento de refrigerante que incluye un cambiador de calor rege-
nerador que opera para aumentar la temperatura del refrigerante -
30 tratado admitido a dicho circuito de flujo de refrigerante, ca -

caracterizado por dispositivos para suministrar agua de alta pureza al sistema de obturador laberíntico del eje de dicha bomba refrigerante, incluyendo tales dispositivos:

- 5 a) Una primera conexión para extraer agua a baja temperatura al sistema de tratamiento de refrigerante, corriente arriba de tal cambiador de calor generador.
- b) Una segunda conexión para extraer agua a alta temperatura de tal sistema de tratamiento de refrigerante, corriente abajo del mencionado cambiador de calor generador.
- 10 c) Un dispositivo de mezcla para mezclar dicha agua a baja temperatura con dicha agua a alta temperatura, y
- d) Una tercera conexión para inyectar la mezcla resultante en dicho sistema de obturador refrigerante laberíntico del eje de la bomba.

15 2º.- Perfeccionamientos según reivindicación 1ª, caracterizado por un dispositivo de control para regular las cantidades proporcionadas de agua a baja y alta temperaturas que se van a mezclar en respuesta a la temperatura de la mezcla resultante.

20 3º.- Perfeccionamientos según reivindicación 2ª, caracterizado porque tal dispositivo de control comprende una válvula reguladora de flujo para controlar el flujo del agua a baja temperatura extraída de dicho sistema de tratamiento de refrigerante.

25 4º.- Perfeccionamientos según reivindicación 2ª, caracterizado porque dicho dispositivo de control opera para mantener la temperatura de la mezcla resultante constante en esencia.

5º.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION DE AGUA A PRESION PARA REACTOR NUCLEAR".

Consta la presente memoria descriptiva de trece hojas numeradas y mecanografiadas por una sola cara a las que se le acompaña una de planos para su más fácil comprensión.

Madrid, 12 FEB. 1972

M. V. DE LA TORRE
Emilio García Arteaga

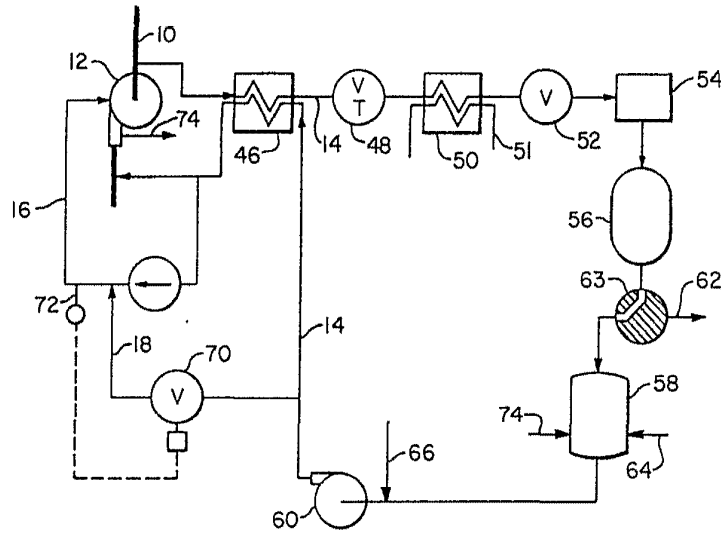


FIG. 1

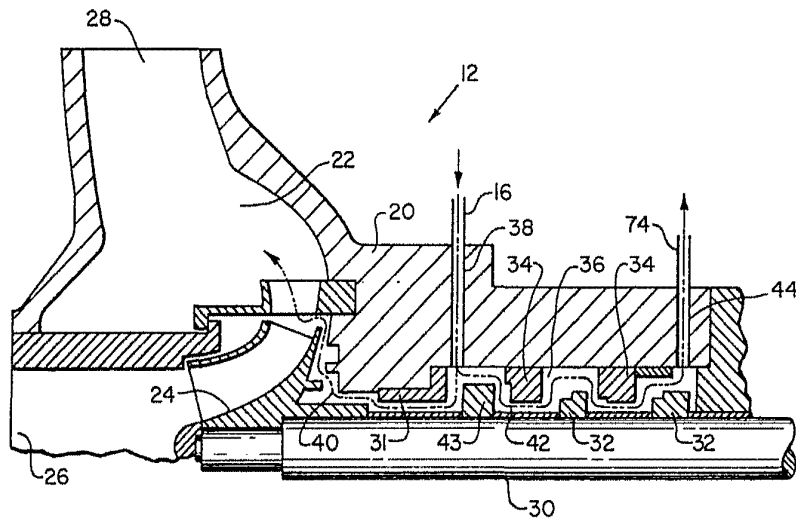


FIG. 2

ESCALA VARIABLE
Madrid,

21 LU 100
[Handwritten signature]
E. J. ...