



Concedido el presente  
con los datos que figuran en la pre-  
sente demanda y según el con-  
tenido de la memoria adjunta.

(10) ES	(11) NUMERO	(10) A I
(21)	464.018	
(22)	FECHA DE PRESENTACION	
	10-11-77.	

5 ENE. 1979

**PATENTE DE INVENCION**

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
P 25 51 313.3	10 de Noviembre de 1.976	Alemana.
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G21C, G21D	
(64) TITULO DE LA INVENCION		
Procedimiento para reducir el pico de yodo I31 al desconectarse reactores nucleares refrigerados por agua a presión.		
(71) SOLICITANTE (ES)		
KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT, entidad alemana.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
residente en Wiesenstr.35, 4330 Mülheim (Ruhr), República Federal Alemana.		
(72) INVENTOR (ES)		
Dr. Eberhard Schuster, Dipl.-Chem.		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE		
D. Jose Miguel Gomez-Acebo y Pombo.		

La presente invención se refiere a un procedimiento para reducir el pico de yodo 131 al desconectarse reactores nucleares refrigerados por agua a presión, cuyos elementos combustibles constan de una multiplicidad de barras combustibles envueltas en metal y cuyo circuito de refrigerante está dotado de una instalación depuradora de productos de fisión. Estas barras combustibles contienen el combustible nuclear, por regla general en forma de pastillas de  $UO_2$ . Los productos de fisión producidos en la fisión nuclear durante el servicio del reactor, permanecen en su mayor parte en su punto de producción, dentro de las pastillas de  $UO_2$ . Debido a procesos de difusión así como a otros mecanismos de transporte, algunos de estos productos de fisión logran abandonar parcialmente las pastillas de combustible nuclear. Los gases nobles de fisión se acumulan entonces en el denominado pleno de gas de fisión de las barras combustibles, y los restantes, como por ejemplo los núclidos de yodo y cesio se depositan entre las columnas de pastillas combustibles y en el lado interior del tubo envolvente.

En tanto esté garantizada la integridad del tubo envolvente, no puede salir este producto de fisión al refrigerante. Las bajas concentraciones de producto de fisión de por lo general  $\leq 1.10^{-4} \mu Ci/ml$ , medibles no obstante en el refrigerante, proceden principalmente de impurezas de uranio condicionadas por la fabricación, de las superficies del elemento combustible. Pero si surgen defectos del tubo envolvente, la concentración de producto de fisión en el refrigerante aumenta muy claramente por encima de los valores citados. Ya que el agua de refrigeración del reactor se hace circular constantemente también por una instalación depuradora que cuida de retirar las impurezas radioactivas, se establece un estado de equilibrio en relación al con-

tenido de productos de fisión radioactivos en el agua de refrigeración, que depende del número de barras combustibles defectuosas.

5. La practica ha demostrado que las concentraciones de estos productos de fisión radioactivos en el agua de refrigeración de un reactor asciende rápidamente al desconectarse, hasta un valor máximo que puede alcanzar 100 veces el valor de equilibrio. Si por ejemplo la desconexión del reactor nuclear se efectúa para cambiar o sustituir a continuación los elementos combustibles, tiene que abrirse para ello la tapa de la vasija de presión del reactor. Pero debido a la radiotoxicidad del yodo, éste es solo admisible cuando la actividad del yodo del refrigerante queda por debajo de determinados valores, por regla general  $0,1 \text{ Ci/m}^3$ . Esto significa que tienen que reducirse por la
10. instalación depuradora sobre todo los citados valores pico de la actividad del yodo, el denominado pico de yodo, y únicamente entonces es posible abrir la tapa. Según sea el diseño de la instalación depuradora y la magnitud de los daños en las barras combustibles, este proceso puede necesitar muchas horas o incluso
15. días, lo cual vá unido con grandes perdidas financieras para la empresa explotadora de la central electronuclear, a cauda del cese de la producción de energía unido con esto.
- 20.

25. Se impuso por tanto el cometido de acortar tanto como sea posible el tiempo de espera entre la desconexión y la posibilidad de abrir la tapa del reactor, y esto sin ampliar esencialmente la instalación depuradora, ya que con ello iria nuevamente unida una elevación no inessential de los costes totales de la construcción de la central.

30. La solución de este cometido consiste según la invención en un procedimiento de desconexión que está caracterizado

porque ya algunos días antes del plazo de desconexión planificado se reduce la potencia del reactor hasta el 30% durante algunas horas, y luego se pone nuevamente funcionando a potencia normal hasta la desconexión definitiva. Se encontró que surge ya un pico de yodo cuando se reduce fuertemente la potencia del reactor.

5. La aclaración de esta manifestación consiste en que en el caso de que haya una barra combustible defectuosa el refrigerante durante el servicio de potencia sólo puede aparecer en forma gaseosa dentro del tubo envolvente de la barra combustible, por el contrario al reducirse fuertemente la potencia se condensa dentro de él, o sea existe en forma líquida, y con ello está en situación de absorber los núclidos de yodo solubles en agua y arrastrarlos por flotación por los lugares defectuosos al agua de refrigeración circundante. Al alcanzarse el pico de yodo queda practicamente concluido este proceso de arrastre por flotación, de manera que a partir de ahora surte efecto la instalación depuradora del circuito de refrigerante y los productos de fisión radioactivos se retiran de nuevo continuamente del refrigerante. Esta depuración del refrigerante se continúa, aún cuando después de algún tiempo el reactor se pone de nuevo a plena potencia. Si una vez alcanzada la primitiva concentración de equilibrio de los productos de fisión en el refrigerante, se detiene de nuevo por corto tiempo la potencia del reactor, surge nuevamente un pico de yodo, que sin embargo muestra valores esencialmente menores que los citados anteriormente. Según sea la distribución de las barras combustibles defectuosas en el núcleo del reactor, es también posible que no surja ya practicamente un segundo u otro pico de yodo. Lo primero se explica porque debido al nuevo calentamiento de las barras combustibles y al siguiente enfriamiento y la condensación del vapor de agua unida con esto, surge un efecto de bomba que eli

10.

15.

20.

25.

30.

mina casi completamente los depósitos de núclidos de yodo en la pared interior del tubo envolvente. En el segundo caso, es decir al existir únicamente defectos en la zona exterior del núcleo, es también ya posible que los depósitos de los productos de fisión radioactivos en la pared interior del tubo envolvente, se barran prácticamente por completo ya después del primer descenso de la potencia. Pero esto significa que después de la desconexión definitiva del reactor no surge ya un nuevo pico de yodo, es decir que la tapa del reactor puede quitarse de la vasija de presión después de un tiempo esencialmente corto, y con ello puede reducirse drásticamente el tiempo necesario para los trabajos de cambio de elementos combustibles, y similares.

Ahora algunos valores de la práctica, para mayor aclaración de este procedimiento. Como ya se ha dicho, debido al pico de yodo la concentración de actividad del yodo 131 en el refrigerante, puede elevarse en el factor 30-100 respecto a la concentración de equilibrio, presuponiendo que durante las desconexiones no surjan nuevos defectos en las barras combustibles. Esta concentración máxima de yodo se reduce entonces con un período de semidesintegración efectivo que resulta del período de semidesintegración del radionúclido en cuestión y la cuota de depuración del refrigerante primario. Para el yodo 131 se han de emplear para ello como valores característicos en una instalación electro nuclear de 1.200 MW, aproximadamente 6,2 horas al tratarse de cuotas de depuración simples y 3,1 horas al tratarse de cuotas de depuración dobles.

En la citada central electro nuclear al existir un defecto normal de las barras combustibles se establece una concentración de equilibrio de yodo de  $4,4 \cdot 10^{-3}$  Ci/m<sup>3</sup>. Al efectuarse una desconexión se produjo un máximo de pico que se hallaba aproxima

damente alrededor del factor 50 sobre el valor de equilibrio.

Una momentánea reducción de la potencia al 40% de la potencia del reactor, durante un tiempo de una hora, y la siguiente elevación de la potencia del reactor a valor normal, produjo como resultado el que conforme a la situación de las barras combustibles defectuosas en el núcleo del reactor, se redujera de un 30 a un 70% la cantidad de depósito de yodo disponible en conjunto para el pico de desconexión. Mediante la elección de otros efectos de carga, como por ejemplo una reducción de potencia al 30%, resultó otra reducción del pico de desconexión.

5.

10.

La magnitud y la duración de la reducción de potencia se rige según el número de defectos existentes, que puede estimarse por la actividad de equilibrio. Correspondientemente a esto también la reducción de potencia debería efectuarse aproximadamente de uno a tres días antes de la desconexión prevista. De

15.

éste modo se reduciría por una parte de nuevo la alta concentración de yodo en el refrigerante, pero por otra parte no puedan crearse en este tiempo nuevos depósitos de yodo esenciales dentro de los tubos envolventes. En el ya citado funcionamiento en carga parcial y a plena carga, varias veces alternativamente, que posibilita un lavado mejorado de los núclidos de yodo que quedan todavía en el tubo envolvente, se ha manifestado como conveniente poner el reactor de nuevo a carga normal cuando el valor de pico de desconexión se ha reducido aproximadamente a la mitad

20.

mediante la instalación depuradora. Ya que durante el siguiente periodo a potencia normal, en el interior de los tubos envolventes existe sólo vapor de agua, o sea ninguna fase líquida, se entrega durante este tiempo sólo una cantidad relativamente pequeña y por tanto insignificante, de radionúclidos al refrigerante.

25.

Sin embargo la instalación depuradora sigue trabajando, de

30.

manera que también durante el tiempo de plena carga se establece de nuevo la primitiva concentración de equilibrio de los productos de fisión en el refrigerante. Los descensos de carga pueden adaptarse a los requerimientos de producción de corriente. Por tanto la fase de carga parcial se situará ventajosamente en las horas de la noche y se elegirán tiempos de carga parcial del orden de 3 a 8 horas; el tiempo restante se trabaja a plena carga.

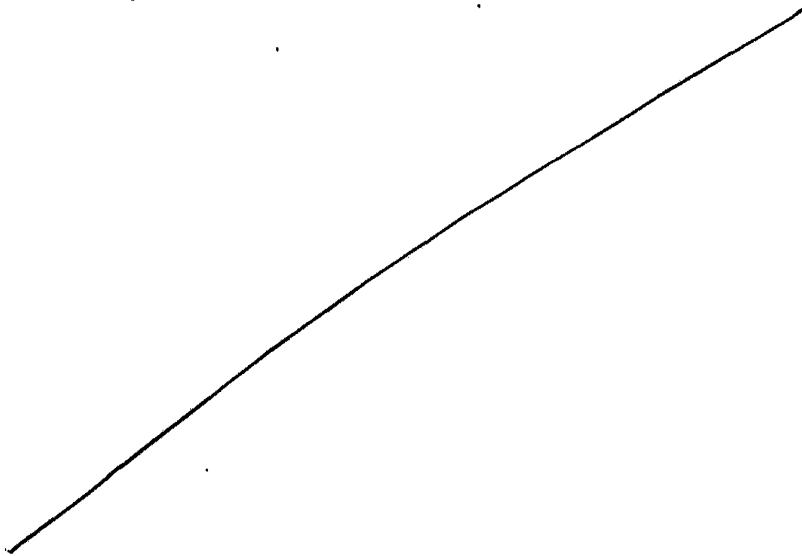
5.

A continuación se ha de mencionar que mediante estas medidas antes de la desconexión de la instalación del reactor van unidas no sólo ventajas económicas para la empresa explotadora del reactor, sino que es también esencialmente menor el peligro de una incorporación inadvertida de yodo radioactivo para el personal de servicio, y con ello aumenta la seguridad interna de una instalación de reactor nuclear.

10.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

15.



REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento para reducir el pico de yodo 131 al desconectarse reactores nucleares refrigerados por agua a presión, cuyos elementos combustibles constan de una multiplicidad de barras combustibles envuelta con metal, y cuyo circuito de refrigerante está dotado de una instalación depuradora de productos de fisión, caracterizado porque días antes del plazo de desconexión planeado, se reduce hasta el 30% durante algunas horas la potencia del reactor, y después se pone nuevamente a servicio de potencia normal hasta la desconexión definitiva.

15. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el descenso de la potencia del reactor con siguiente servicio de potencia normal, se realiza sucesivamente varias veces.

20. 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el servicio a potencia normal se lleva a cabo, en caso dado hasta que se ha establecido de nuevo la primitiva actividad de equilibrio del yodo mediante el efecto de la instalación depuradora.

25. 4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el tiempo de la reducción de potencia se establece hasta el tiempo de semidesintegración de la actividad correspondiente al pico respectivo, limitado por la capacidad de la instalación depuradora.

5.- Procedimiento para reducir el pico de yodo 131 al desconectarse reactores nucleares refrigerados por agua a presión, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.



Esta Memoria consta de ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 20 FEB. 1978

KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT.

J. M. Gómez  
p. p. Firmado: J. Gómez Díaz

