



ESPAÑA

10 ES 11 12 13	NUMERO 291691	16 Y
	FECHA DE PRESENTACION 28-11-84/X	

MODELO DE UTILIDAD

16 MAYO 1986

PROCEDE DE LA PATENTE DE INVENCION 538.056/1

30 PRIORIDADES	32 FECHA	33 PAIS
37 NUMERO 556.516	30-11-1983	ESTADOS UNIDOS

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL G21C 23/00
------------------------	--

54 TITULO DE LA INVENCION "VARILLA DE CONTROL AUXILIAR PARA AJUSTE FINO DE LA REACTIVIDAD DE UN REACTOR NUCLEAR".
--

71 SOLICITANTE (S) WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE Westinghouse Building, Gateway Center, PITTSBURGH, PENNSYLVANIA 15222 ESTADOS UNIDOS
--

62 INVENTOR (ES) Trevor Andrew Francis, nacionalizado en Jamaica, y John Francis Wilson, de nacionalidad estadounidense, que ceden sus derechos para España a la firma solicitante.
--

63 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU

RESUMEN DESCRIPTIVO

Se describe una varilla de control auxiliar para re-
glaje fino de la reactividad de un reactor nuclear que in-
cluye pastillas de oxido de circonio apiladas de manera
5 compacta en un revestimiento de acero inoxidable. Las pas-
tillas de oxido de circonio impiden el aplastamiento del
revestimiento. El revestimiento de acero inoxidable con-
trolla la reactividad del reactor en un grado substancial-
mente inferior al de las restantes varillas de control
10 que son de estructura y funcionamiento convencionales. Con
la cooperación de estas varillas de control de reglaje fi-
no, es posible limitar la amplitud del movimiento de las
varillas principales hacia el interior y hacia el exterior
del núcleo del reactor, y se consigue un control más pre-
15 ciso y más eficaz. Además, las varillas de control de re-
glaje fino desplazan el refrigerante y limitan el efecto
moderador del refrigerante sobre el flujo de neutrones.
Puesto que las pastillas de oxido de circonio son cerámi-
cas refractarias, resisten a la disgregación durante el
20 movimiento paso a paso de las varillas de control produ-
cido por el mecanismo de accionamiento de varillas de con-
trol.

La presente invención se refiere a varillas de con-
trol auxiliares para reactores nucleares, y más particu-
25 larmente a varillas para el control de la reactividad de

reactores de agua bajo presión (PWR).

En los reactores nucleares de acuerdo con las enseñanzas de la técnica anterior, se controla la reactividad por medio de varillas de control (llamadas a continuación " varillas de control principales ") cuya sección eficaz de captura de neutrones es importante. Una varilla de control principal típica incluye pastillas de boro o de sus compuestos en un revestimiento. Una varilla de control principal de este tipo tiene una sección eficaz de captura de neutrones de aproximadamente $0,34 \text{ cm}^{-1}$. El control de la reactividad con varillas de control principales de este tipo presenta la dificultad que consiste en que un pequeño movimiento de la varilla de control hacia el interior o hacia el exterior del núcleo del reactor produce un cambio importante de la reactividad. El reglaje apropiado de estas varillas de control no se consigue fácilmente. Se han hecho intentos para superar este inconveniente introduciendo elementos de compensación en el refrigerante. Se ha demostrado que este procedimiento no es totalmente satisfactorio. Se ha propuesto efectuar el reglaje fino de la reactividad disponiendo varillas de control auxiliares, consistiendo cada varilla en un tubo o recipiente de un material dotado de una sección eficaz de absorción de neutrones apreciable pero inferior a la de las varillas principales. De manera típica, las varillas de control de reglaje fino pueden

5

10

15

20

25

estar constituidas por tubos de acero inoxidable. Típicamente, el acero inoxidable tiene una sección eficaz de captura de neutrones de aproximadamente $0,02 \text{ cm}^{-1}$. Sin embargo, la presión del refrigerante en un reactor de agua bajo presión es de aproximadamente $157,5 \text{ kg/cm}^2$ (2.250 libras por pulgada cuadrada) y la temperatura es aproximadamente de 315° C (600° F). En este entorno un tubo de espesor razonable se aplastará. La penetración en el núcleo o la extracción a partir del mismo de una varilla de control auxiliar de este tipo que se ha aplastado puede estar limitada o impedida totalmente y el funcionamiento del reactor será perjudicado.

Un objeto de la presente invención consiste en superar los inconvenientes de la técnica anterior y proporcionar una varilla de control auxiliar de reglaje fino para reactor nuclear, que no puede aplastarse bajo el efecto de la presión del refrigerante del reactor.

Por consiguiente, la presente invención consiste en una varilla de control auxiliar para el reglaje fino de la reactividad de un reactor nuclear, caracterizada porque dicha varilla incluye un apilamiento de pastillas de óxido de circonio contenidas en un revestimiento hecho con un material que tiene una sección eficaz de captura de neutrones apreciable, siendo dicha sección eficaz de captura de neutrones substancialmente inferior a la sección eficaz de

captura de neutrones de las varillas de control principales.

De manera conveniente el revestimiento se hace con acero inoxidable. El oxido de circonio tiene una sección eficaz de captura de neutrones muy reducida para los neutrones térmicos. La sección eficaz de la varilla de regla je fino puede ser determinada por el espesor del revestimiento y, como se ha indicado, es de aproximadamente $0,02 \text{ cm}^{-1}$. Ni las pastillas de oxido de circonio ni el acero inoxidable se dilatan de manera apreciable en sentido axial en el flujo de neutrones. Las varillas de control de regla je fino tienen la ventaja suplementaria de desplazar el refrigerante y reducir su efecto moderador. Esta propiedad es conveniente en la parte inicial (aproximadamente durante los primeros 10 meses) de cada ciclo de recarga de combustible.

Para facilitar el entendimiento de la invención, se describirá a título de ejemplo un modo de realización conveniente de la misma, con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es una vista en alzado lateral, parcialmente en sección, de una varilla de control auxiliar de reglaje fino; y

la figura 2 es una vista en alzado lateral de una pastilla de la varilla de control representada en la figura

ra 1;

Para ayudar a los expertos en la materia a llevar a la práctica la presente invención, el dibujo representa las dimensiones de una varilla de control de reglaje fino típica. Se entenderá que la presentación de estas dimensiones no constituye de manera alguna una limitación del alcance de la presente invención.

Como puede verse en los dibujos, una varilla de control auxiliar de reglaje fino 11 incluye un apilamiento compacto de pastillas de óxido de circonio 13 contenidas en el revestimiento 15 de acero inoxidable.

Aunque otras composiciones de acero inoxidable pueden ser útiles para las finalidades de la presente invención, el acero inoxidable utilizado para llevar a la práctica la invención es el AISI 304. Esta aleación tiene la siguiente composición típica, en porcentaje en peso:

C	0,03-0,08
Mn	2,00
Si	0,75
Cr	17,19
Ni	9-11
Co	0,08
P	Max. 0,03
S	Max. 0,03
Fe	Resto

El revestimiento 15 está cerrado en un extremo por

un obturador de extremidad 17 y en el extremo opuesto por un obturador intermedio 19. El obturador de extremidad 17 tiene un vástago 21 que se extiende a partir de un saliente. El revestimiento 15 está soldado de manera estanca a la presión en el saliente. El obturador intermedio 19 está dotado de una forma cónica orientada hacia la extremidad en contacto con las pastillas 13. El revestimiento 15 está soldado de manera estanca a la presión en el obturador intermedio. La conexidad 23 facilita la instalación en sitio del revestimiento antes de realizar la operación de soldadura. El obturador intermedio 19 presenta un orificio axial 25 que se termina por un agujero axial 27 de diámetro reducido. Después de formar el conjunto de pastillas 13, revestimiento 15, obturador de extremidad 17 y obturador intermedio 19 para constituir una estructura estanca a la presión, se hace el vacío en el interior del conjunto y se llena con helio (u otro gas inerte) a una presión de aproximadamente 1 atmósfera. La reacción del circonio o del óxido de circonio con el oxígeno o con el vapor de agua del conjunto se evita substituyendo estos componentes por gas inerte.

El obturador intermedio 19 se termina también por una parte cónica 29 en la extremidad opuesta. La varilla de control 11 incluye un receptáculo o tubo 31 hecho típicamente de acero inoxidable 304AISI. El tubo 31 se une por solda-

dura entre la parte cónica 29 y otro obturador de extremi-
dad 33 situado en la extremidad opuesta. Este obturador de
extremidad 33 tiene una prolongación 35 que lleva una extre-
midad roscada 37 que se acopla con un manguito roscado (no
5 ilustrado) de la pieza en forma de estrella (no representa-
da) que acciona la varilla de control 11. De manera típica,
en el caso de un conjunto de combustible que incluye un
grupo de 19 x 19 receptáculos de varillas de combustible,
varillas de control principal, varillas de control de regla
10 je fino 11 y varillas de desplazamiento de refrigerante,
las varillas de control auxiliares 11 están soportadas tí-
picamente por la pieza en forma de estrella de modo que
puedan desplazarse dentro y fuera de los receptáculos de
cada conjunto de combustible. El obturador de extremidad 33
15 se termina por un vástago 39 que se extiende a partir de un
saliente. Una extremidad del tubo 31 está soldada en esta
saliente y en su extremidad opuesta está soldada en la par
te cónica 29. El tubo 31 está provisto de un orificio de
comunicación para permitir la penetración del refrigerante
20 cuando esta inmerso en él, de tal manera que se iguale la
presión del refrigerante a través de la pared del tubo.

Durante el funcionamiento, las varillas de control auxi-
liares 11 se desplazan hacia el interior y hacia el exterior
del núcleo por medio del mecanismo de accionamiento de va-
25 rillas de control (CRDM) cuando la posición de las varillas

de control cambia, con el objeto de efectuar un reglaje fino . De manera típica, el movimiento se efectua por etapas de 15,87 mm (0,625 pulgada) cada una. Las pastillas 13 soportan el revestimiento 15. La irradiación producida por el flujo de neutrones no afecta el revestimiento y tampoco las pastillas. Se impide la formación de intervalos no soportados en el revestimiento o la aplicación al revestimiento de fuerzas producidas por la dilatación de las pastillas. Las pastillas son elementos de cerámica de alta resistencia mecánica y están apiladas de manera compacta. No se disgregan bajo el efecto de los impactos debido al movimiento paso a paso producido por el mecanismo de accionamiento de varillas de control.

En resumen, el presente Modelo de Utilidad que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

1. Varilla de control auxiliar para ajuste fino de la reactividad de un reactor nuclear, caracterizada porque dicha varilla incluye un apilamiento de pastillas de óxido de circonio contenidas en un revestimiento de un material que tiene una sección eficaz de captura de neutrones apreciable, siendo dicha sección eficaz de captura de neutrones substancialmente inferior a la sección eficaz de captura de neutrones de las varillas de control principales.

- 1 2. Varilla de control auxiliar para ajuste fino de
la reactividad de un reactor nuclear, según la reivindica-
ción 1, caracterizada porque el revestimiento está consti-
tuido por acero inoxidable de aproximadamente 3,2 mm.
- 5 3. Varilla de control auxiliar para ajuste fino de
la reactividad de un reactor nuclear, según la reivindica-
ción 1 ó 2, caracterizada porque un receptáculo que inclu-
ye las pastillas de oxido de circonio en el revestimiento
contiene un gas inerte a una presión de aproximadamente una
10 atmósfera.
4. Varilla de control auxiliar para ajuste fino de
la reactividad de un reactor nuclear, según cualquiera de
las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque dicha
varilla incluye un primer casquillo que comprende un material
15 con una sección de baja absorción de neutrones frente a la
sección de absorción de neutrones de boro, conteniendo di-
cho primer casquillo, pastillas de oxido de circonio y es-
tando estanco a la penetración del refrigerante, teniendo di-
cho primer casquillo un grueso tal que su capacidad de absor-
20 ción de neutrones, aunque baja frente a la capacidad de ab-
sorción de neutrones de dichas varillas de control principa-
les, es suficiente para que dicho primer casquillo sea eficaz
para ajuste fino de un reactor nuclear de agua bajo presión;
teniendo un segundo casquillo de dicho material conectado a
25 dicho primer casquillo que se extiende coextensivamente de -

1 dicho primer casquillo, y medios para suspender dicha vari-
lla de control conectada al extremo de dicho segundo casqui-
llo, y teniendo dicho segundo casquillo perforaciones para
la penetración del refrigerante cuando dicha varilla esta
5 inmersa en el refrigerante.

5 Se reivindica por último como objeto sobre el
que ha de recaer el Modelo de Utilidad que se solicita:

VARILLA DE CONTROL AUXILIAR PARA AJUSTE FINO DE LA REACTI-
VIDAD DE UN REACTOR NUCLEAR.

10 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la
presente memoria descriptiva que consta de once páginas meca-
nografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 28 noviembre 1984

15 BERNARDO UNGRIA
P.P.



20

25

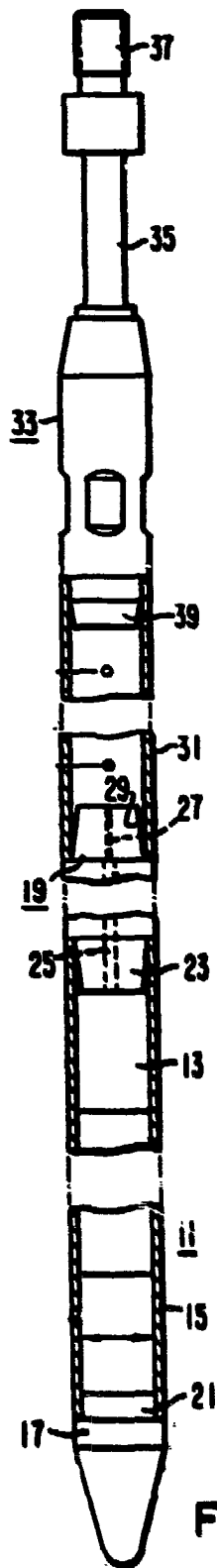


FIG. 1

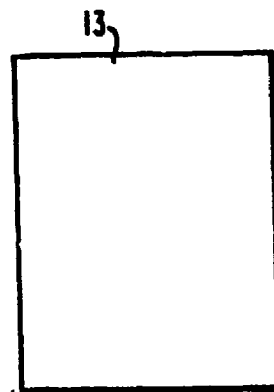


FIG. 2

ESCALA VARIABLE
Madrid, 28 noviembre 1.984
BERNARDO UNGRIA

p.p.

