

335890

PATENTE DE INVENCION


PLA 66/1016.
=====

G 21 C 00/00

Memoria Descriptiva

sobre:

14



SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.C.
CLASE G 21
SUBCLASE C

"Procedimiento para la recuperación del ácido bórico en las instalaciones de reactores nucleares reguladas con ácido bórico".

Solicitante: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, entidad alemana, residente en Werner-von-Siemens-Str.50. Erlangen, Alemania.

Los reactores nucleares se regulan y se mantienen bajo control mediante la introducción de materiales absorbentes de neutrones en el propio núcleo del reactor. Como forma más sencilla se pueden emplear estos absorbentes de neutrones en forma -

5.



de barras. El movimiento de estas barras de regulación se gobierna mediante magnitudes características del rendimiento del reactor, introduciéndose o extrayéndose las barras de regulación absorbentes de neutrones de acuerdo con el rendimiento deseado en el o del núcleo del reactor. Mediante la presencia de tales barras de regulación se influencia desventajosamente y se desfigura la distribución del flujo de neutrones en el núcleo del reactor, Esto implica una merma de señal del combustible y con ello una disminución del rendimiento práctico en energía.

Mediante una distribución igualada del absorbente de neutrones a través de todo el núcleo del reactor se puede evitar la desventaja mencionada. En algunos casos se ha pasado por lo tanto a disolver, para distintos casos de regulación, los materiales absorbentes de los neutrones (por ejemplo el ácido bórico) en el mismo agente de refrigeración, es decir, a repartirle homogéneamente. Mediante correspondiente elevación o disminución de la concentración del absorbente de neutrones se pueden lograr aquí los mismos efectos como mediante el movimiento de las barras de regulación. El aumento de la concentración no ofrece ninguna dificultad técnica, ya que para ello es suficiente una cantidad relativamente pequeña de solución altamente concentrada. La dosificación se puede hacer en dependencia del rendimiento deseado del reactor.

A una determinada variación del rendimiento corresponde por lo tanto una determinada

14 ENE. 1967

- variación de la concentración en sentido positivo o negativo. Como la concentración en el mismo agente de refrigeración es algunas magnitudes inferior que la de la solución preparada para los aumentos de la concentración, se ha de retirar al diluir del agente de refrigeración una cantidad de agua borada considerablemente mayor a la que se alimenta en el caso inverso. Al sistema se alimenta simultaneamente la misma cantidad de agente de refrigeración sin absorbente de neutrones. El agente de refrigeración extraído en el caso de la dilución contiene en la mayoría de los casos impurezas radioactivas, por lo cual no se puede simplemente eliminar. A las aguas residuales se les deben extraer primeramente los portadores de actividad. Según el procedimiento empleado hasta ahora se evapora directamente el agua a una concentración de por ejemplo más de 2,5 g de ácido bórico por litro de agua después de haber neutralizado con sosa cáustica. En las concentraciones inferiores a 2,5 g de ácido bórico por litro se retira el absorbente de neutrones mediante un intercambiador de iones, cuyo regenerado, solo entonces, se neutraliza y se evapora. El concentrado que se ha formado contiene los materiales radioactivos además del absorbente de neutrones y, o bien se ha de almacenar durante largo tiempo en recipientes inoxidables, o bien solidificar mediante bituminización o bien cementación para ser guardados bajo control.

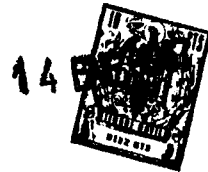
- En este último de los casos se presenta además un incremento del volumen de los residuos.



- El almacenamiento de cantidades relativamente grandes de materiales activos ofrece sin embargo considerables dificultades y representa un factor de costes importante, además de un riesgo más elevado para el servicio.
5. Así, tenemos que se obtienen, por ejemplo en un reactor de aproximadamente 300 MW de rendimiento eléctrico, anualmente unas 12 tons. de ácido bórico, lo que corresponde a 13 tons, de sustancia sólida neutralizada. Después de bituminización se puede contar con
10. una cantidad total de unas 51 tons. anuales, que se han de almacenar.

- La presente invención evita ampliamente estas desventajas y se refiere a un procedimiento para la recuperación del ácido bórico en las instalaciones de reactores nucleares regulados por ácido bórico.
- 15.

- De acuerdo con la presente invención el agente de refrigeración, mezclado con ácido bórico después de haber pasado por el núcleo de reactor y una instalación de purificación, conectada en paralelo con el circuito principal, fluye a través de una columna de rectificación, adecuada para la separación de una mezcla de vapor-líquido (por ejemplo - una columna de fondos) de construcción en sí conocida, para concentrar así el ácido bórico en el agente de refrigeración y/o de moderación, se libera, como concentrado, en una instalación de limpieza ulterior de nuevo de las impurezas especialmente radioactivas y para su nuevo retorno al reactor se acumula, al igual
- 20.
- 25.
30. como el destilado, en depósitos especiales. Para el



- servicio de la columna de rectificación se precisa -
aquí solo un retorno de aproximadamente un 1% de la
cantidad de paso, ajustandose la concentración de la
solución de ácido bórico concentrado obtenido a un -
5. valor favorable, por ejemplo del 12% y conteniendo -
el destilado en el litro de agua menos de 0,01 mg de
ácido bórico. Este procedimiento tiene la ventaja -
de que el ácido bórico recuperado se puede alimentar
siempre de nuevo al reactor para fines de regulación.
10. Como, sin embargo, cada átomo de boro B 10 con la re-
cogida de neutrones se transforma en el isótopo B 11,
que ya no actúa como absorbente de neutrones, se con-
sume lentamente la cantidad de ácido bórico activo -
una vez existente y ya no se puede emplear más para
15. fines de absorción. Cuando se haya alcanzado este -
momento se libera, con la instalación prevista para
la realización de este procedimiento, el concentrado
de boro, como es usual, en una instalación de purifi-
cación ulterior de la cantidad principal de impure-
20. zas radioactivas aún arrastradas y a continuación se
puede tratar como un agua residual inactiva.

Este procedimiento se explica aho-
ra con más detalle a base del dibujo.

- El dibujo muestra, como ejemplo,
25. un cuadro de conexiones de bloque de una disposición
para la realización del procedimiento. Con 1 se de-
nomina el reactor nuclear, con 3 su instalación de -
purificación, con 3 una columna de rectificación, con
5 una instalación de purificación ulterior, con 6 un
30. depósito intermedio para el agua del circuito que con



tiene ácido bórico, con 7 un depósito de almacenamiento e intermedio para el agua purificada, con 2 un depósito de almacenamiento para la solución del ácido bórico al 12% y con 8 un depósito tampón para la mezcla de la solución a alimentar al reactor. La pieza central de toda esta disposición está formada por la columna de rectificación 4 cuya construcción, en si conocida, se ha dibujado esquemáticamente. Como ya se ha descrito al principio hasta ahora se neutralizaba el ácido bórico antes de evaporar la solución. La razón consistía en la volatilidad del vapor de agua del ácido bórico que con concentraciones cada vez mayores aumenta en la fase acuosa. Si la solución no se neutraliza entonces, con reducidas cantidades en la alimentación hasta el evaporador, no está dado ya ningún efecto separador cuando la parte volátil con el vapor tiene exactamente la misma concentración en ácido bórico en el destilado como tiene la alimentación. Esta volatilización del ácido bórico de la solución a evaporar se evita según la presente invención debido a que el material disuelto se separa del agua en una columna de fondos de construcción conocida. La separación se efectúa debido a que en los distintos fondos de la columna el vapor ascendente es conducido a través de agua que fluye hacia abajo. El agua que fluye hacia abajo en la columna se obtiene en la parte superior, la cabeza de la columna, mediante condensación parcial del vapor producido en el evaporador de la columna. Mediante el lavado por etapas del vapor se puede enriquecer



- el destilado final hasta un contenido en boro inferior a 0,01 mg por litro de agua. Todo el ácido bórico se acumula en el evaporador, es decir, en el plano más bajo de la columna y se puede conducir desde allí de nuevo al depósito de almacenamiento para su ulterior empleo. Una ventaja especial de este procedimiento consiste en que casi toda el agua evaporada por unidad de tiempo se puede recuperar como destilado, ya que el retorno en la columna solo necesita ascender a aproximadamente un 1%.
- 5.
- 10.

El circuito del medio de refrigeración y/o moderador para la recuperación del ácido bórico agregado transcurre ahora aproximadamente como sigue:

15. El agua de refrigeración y de moderación se encuentra primeramente en el reactor 1, - Desde el depósito 2, que por ejemplo contiene una solución de ácido bórico al 12% se dosifica ácido bórico con un sistema de regulación adecuado a través del depósito de tampón 8, que también sirve como depósito mezclador, hasta que se ha alcanzado la concentración deseada de ácido bórico en el agua. Cuando este agua se alimenta ahora al reactor nuclear para fines de regulación se desplaza una parte del agua que allí se encuentra. Esta, así como también una corriente parcial del agente de refrigeración que fluye continuamente a través del reactor, se conduce en el caso normal a través de la instalación de purificación 3 y allí se libera ampliamente de las impurezas. Si ahora se ha retirar ácido bórico del agua -
- 20.
- 25.
- 30.



se extrae una cantidad de agua correspondiente detrás de la instalación de purificación 3 y se conduce a un depósito intermedio 6 o directamente a la columna de destilación 4. En esta columna de destilación o de rectificación 4 se separa el ácido bórico del agua, el agua purificada se alimenta aquí al depósito de almacenamiento 7. La solución de ácido bórico, por el contrario, fluye desde el pie de la columna a través de una instalación de limpieza ulterior 5 de nuevo al depósito de almacenamiento del ácido bórico 2. En la columna 4 se pone el agua del reactor alimentada, que contiene ácido bórico, independientemente de la concentración inicial, hasta la concentración en el depósito de almacenamiento del ácido bórico, en este ejemplo de aproximadamente un 12%. Debido a la alta concentración se concentran también en forma más elevada los productos radioactivos de corrosión y fisión; con la limpieza ulterior por lo tanto se puede extraer de la solución una gran parte de estos productos que por la instalación de limpieza en circuito 3, debido a la dilución allí aún muy grande, no se pueden retirar.

Mediante este procedimiento se puede rebajar en el circuito del reactor también adicionalmente la radioactividad. La solución de ácido bórico de aproximadamente un 12%, que llega al depósito de almacenamiento, se puede seguir empleando para la regulación del reactor hasta que se haya empobrecido tanto en boro 10, o bien las cantidades a emplear en Boro 11 no activo sean tan grandes, que la solución,



- por razones físicas de los neutrones y por razones de corrosión, ya no sea útil para el servicio del reactor. Cuando se haya alcanzado este punto se extrae la solución de ácido bórico concentrada en la columna 4 a través de la instalación de purificación ulterior 5, en la que, como ya se ha mencionado se libera de las impurezas radioactivas, fuera del circuito y se puede tratar como agua residual inactiva. De esta manera se limita el residuo radioactivo, que proviene directamente del circuito de refrigeración principal, prácticamente exclusivamente a las resinas intercambiadoras de iones que se obtienen de la instalación de purificación 3 y después de la instalación de purificación ulterior 5. Este, sin embargo, se puede, en comparación con los procedimientos hasta ahora conocidos, almacenar en recipientes de almacenamiento considerablemente más pequeños.
- Naturalmente se puede emplear para la realización del procedimiento según la presente invención también otro esquema de circuito. También se puede utilizar cualquier otra clase de columna de rectificación que esté dispuesta para la separación de una mezcla de vapor-líquido. Se trata aquí siempre de construcciones conocidas de manera que, también en el mencionado ejemplo de ejecución mencionado, se pudo prescindir de una explicación detallada del mismo. Finalmente sea mencionado que este procedimiento naturalmente no se puede emplear solamente para el mencionado servicio de reactor, sino que es adecuado en todas partes donde se de especial va-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



lor la recuperación de los materiales que participan en procesos, tales como por ejemplo catalizadores.

N O T A

- 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. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Alemania con fecha 14 de enero de 1966, bajo el número S 101.450 VIIIc/21g, acciéndose por tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre:
- "PROCEDIMIENTO PARA LA RECUPERACION DEL ACIDO BORICO EN LAS INSTALACIONES DE REACTORES NUCLEARES REGULADAS CON ACIDO BORICO"; caracterizándose por lo siguiente:
- 1º.- Procedimiento para la recuperación del ácido bórico en las instalaciones de reactores nucleares reguladas con ácido bórico, caracterizado porque el agente de refrigeración y/o moderador mezclado con el ácido bórico, después de haber pasado por el núcleo del reactor y una instalación de purificación, conectada en paralelo con el circuito principal, fluye a través de una columna de rectificación, adecuada para la separación de una mezcla de vapor-líquido, tal como una columna de fondos, para concentrar así el ácido bórico en el agente de



- refrigeración y/o moderador, como concentrado se libera en una instalación de limpieza ulterior de nuevo de las impurezas, especialmente radioactivas, y para su nuevo retorno al reactor se acumula, al igual como el destilado, en depósitos especiales.
- 5.
- 2ª.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque al emplear agua como agente de refrigeración y/o moderador sólo hasta aproximadamente un 1% de la cantidad de paso de agua retorna en la columna, la concentración de la solución de ácido bórico obtenida asciende a aproximadamente un 12% y el destilado contiene por litro de agua menos de 0,01 mg de ácido bórico.
- 10.
- 3ª.- Procedimiento, según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el ácido bórico consumido, que por razones físicas de los neutrones ya no se puede emplear para fines de absorción, después de su concentración se libera en una instalación de purificación ulterior que trabaja según el principio de un intercambiador de iones de la cantidad principal de impurezas radioactivas y a continuación se trata como agua inactiva.
- 15.
- 20.
- 4ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque en el circuito del agente de refrigeración y/o moderador se disponen una instalación de purificación, que puede contener filtros y/o intercambiadores de iones un depósito intermedio para el agente que aún contiene ácido bórico, una columna de fondos, una instalación de purificación ulterior, un depósito de almacenamiento y
- 25.
- 30.



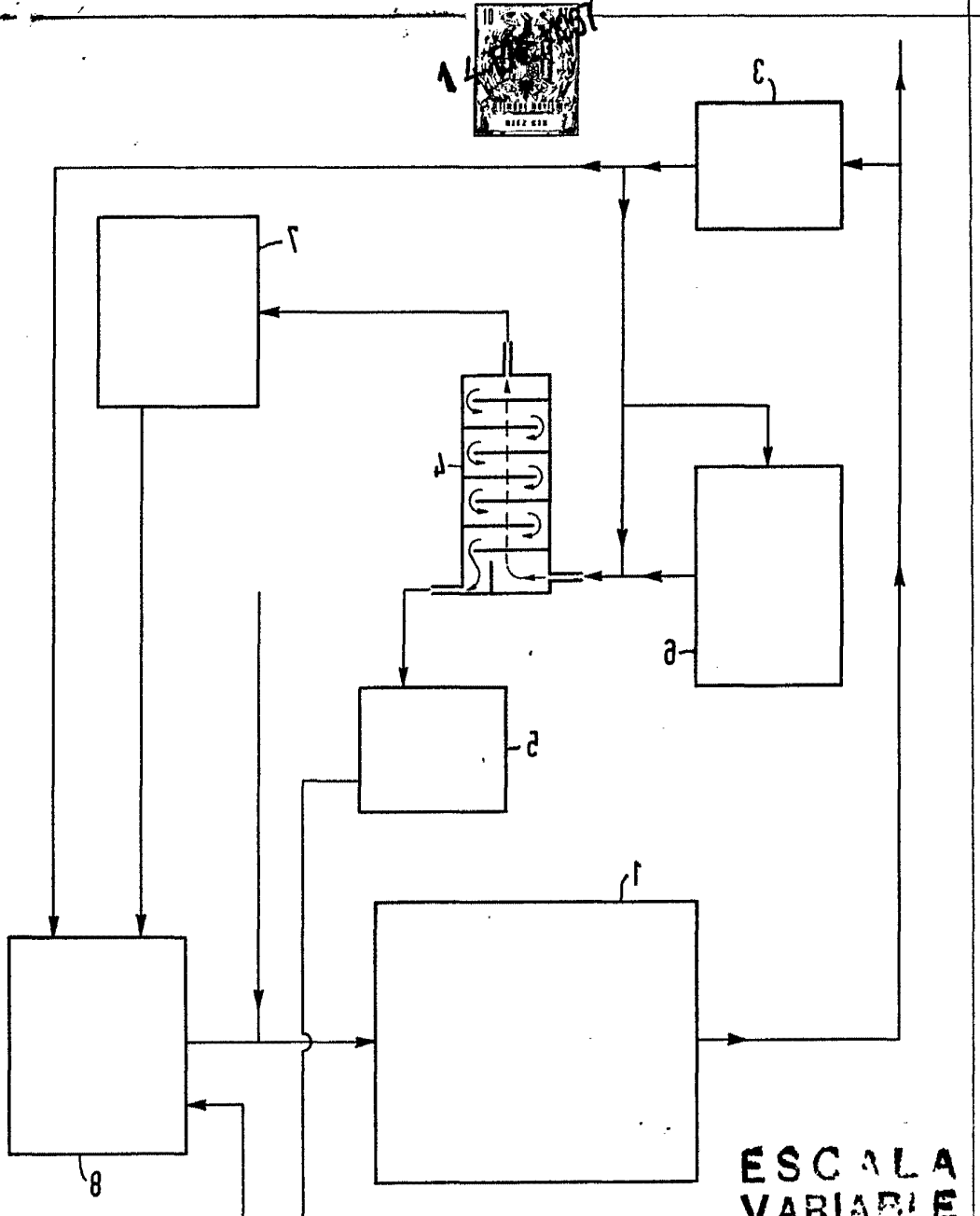
un depósito tampón, así como un depósito de almacenamiento e intermedio, dispuesto en paralelo, para el agente purificado, así como las tuberías y válvulas necesarias.

5. 5ª.- Procedimiento para la recuperación del ácido bórico en las instalaciones de reactores nucleares reguladas con ácido bórico; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

10. Esta Memoria consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid. ENE. 1960

SIEMENS AGTIEGESSELLSCHAFT,
L. GÓMEZ PABO Y MOLINI
p. Firmado: Hernández Gule



**ESCALA
VARIABLE**

Madrid **14 ENE 1907**

L. GOMEZ ACEBO Y MODEI
In p. Firmados F. Hornámez Ruiz