

431702



b. m.

Int. Cl.: G 21 B 17/02

- PATENTE DE INVENCION -

que por veinte años para España se solicita a favor de la firma: COMBUSTION ENGINEERING, INC, de nacionalidad estadounidense residente en WINDSOR-CONNECTICUT (EE.UU) - Prospect Hill Road, 1000- por: "DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DE EVAPORACION DEL DEPOSITO DEL LIQUIDO RADIOACTIVO".

- Memoria Descriptiva -

El objeto de la invención es la reducción de la actividad peligrosa transmitida por el aire en la atmósfera de contención de un reactor nuclear durante las operaciones de repostaje del mismo. De manera más específica, la invención está destinada a la reducción de la evaporación del tritio radioactivo y otros elementos radioactivos gaseosos peligrosos desde el refrigerante del depósito de repostaje del reactor nuclear o del depósito de almacenaje de combustible gastado. De conformidad con ello, el objetivo principal del presente invento es aportar un aparato y métodos nuevos y mejorados de tal caracter.



Durante el funcionamiento de un reactor nuclear enfria  
do por agua, el refrigerante se contamina con diversos elementos  
radioactivos. Algunos de estos elementos radioactivos tales como  
los productos de fisión tritio y agua tritiada escapan a la at -  
5 mósfera de contención cuando se suprime la presión del refrige -  
rante para el repostaje del reactor. De éste modo, tal refrige -  
rante de reactor sin presión queda expuesto a la atmósfera en el  
depósito de repostaje del reactor y en el depósito de combusti -  
ble gastado durante tal operación de repostaje. Los productos de  
10 fisión se originan en los elementos de combustibles consumidos y  
escapan a la atmósfera de contención a través del mecanismo de -  
concentración de difusión del gradiente. El tritio y el agua tri -  
tiada radioactivos son el resultado directo de la irradiación -  
del veneo elemental boro disuelto en el refrigerante como con -  
15 trol de reactividad. El tritio o el agua tritiada que resulta de  
la reacción de actividad  $B^{10} (N,2\alpha) H^3$  tiene una vida media de  
12,33 años y en consecuencia, presenta un peligro real para el  
personal de operaciones, ya que se puede recoger durante largos-  
periodos de tiempo y puede ser descarga a la atmósfera de conten -  
20 ción en cantidades considerables a través del mecanismo de evapo -  
ración desde el refrigerante sin presión del reactor. Las canti -  
dades de radioactividad trasladadas por el aire liberadas por la  
difusión del gradiente de concentración y evaporación es directa  
mente proporcional al área superficial del líquido expuesta. Ade -  
25 más, la tasa de descarga de radioactividad trasladada por el ai -  
re de la superficie del depósito aumenta al elevarse la tempera -  
tura de éste.

Así, se plantea el problema de hallar un método que -  
permita la reducción del escape de productos de fisión gaseosa, -  
30 tritio gaseoso y vapor de agua tritiada desde los depósitos de -



repostaje y de combustible gastado de un reactor nuclear refrige-  
rado por agua, sin interferir el acceso ni el movimiento de las-  
máquinas de repostaje y sin afectar a la claridad óptica del a -  
gua. Una solución, sugerida por el hecho de que la tasa de evapo-  
5 ración decrece con la reducción de la temperatura del agua, es -  
enfriar o refrigerar la que contiene el depósito, Sin embargo, -  
ésta solución entraña un enorme gasto ya que el núcleo del reac-  
tor continúa dando calor por el proceso de desintegración radioac-  
tiva. Así, la refrigeración no es una simple cuestión de eliminar  
10 calor hasta que la temperatura baje y después simplemente mante-  
ner la temperatura baja, sino que supone eliminar de manera con-  
tínua grandes cantidades de calor generadas continuamente por el  
núcleo del reactor. Un inconveniente todavía más grave es el de  
las corrientes naturales de convección que se establecen, ya que  
15 el agua refrigerada baja a la región del núcleo del reactor don-  
de se calienta y es obligada a subir de nuevo. Esta corriente de  
convección natural tiende a hacer circular el agua en el depósi-  
to y lleva a la superficie agua altamente contaminada que ordina-  
riamente permanecería en la proximidad del núcleo. De éste modo-  
20 el riesgo de radiación para el personal se agrava en lugar de re-  
ducirse. Debido a éste fenómeno, se debe reconocer que la solu-  
ción preferida consiste en mantener estratos superiores de agua-  
a una temperatura elevada y mantener un perfil de temperatura tan  
uniforme como sea posible en el depósito en lugar de enfriar el-  
25 agua por medio de refrigeración.

También se ha sugerido cubrir la superficie del refri-  
gerante con una película de plástico o de aceite. Cualquiera de-  
éstas alternativas tiene sus inconvenientes, sin embargo. Una pe-  
lícula de plástico interferiría de manera seria el movimiento de  
30 la máquina de manejo combustible y daría lugar al serio peligro-



de que la hoja de plástico se enredase en los mecanismos de la máquina de manejo de combustible. Además, también es posible que una parte de agua radioactiva se desplazase a la parte superior de la hoja de plástico por los movimientos y agitaciones producidas por la máquina de manejo del combustible, formando un depósito expuesto. Por otra parte, la radiación emanante del líquido puede transtornar la estructura molecular de las moléculas plásticas cambiando así las propiedades ópticas del plástico. La película de aceite tiene la evidente desventaja de que éste cubrirá a la máquina del manejo de combustible con una película aceitosa que puede producir un residuo indeseable en el agua refrigerante, capaz de cambiar la estructura molecular después de ser irradiado y en cualquier caso constituye una adición inconveniente de una impureza al refrigerante del reactor.

El presente invento utiliza una gran multiplicidad de objetos flotantes especialmente conformados para cubrir la superficie libre de un depósito de líquido. Los objetos flotantes están conformados de manera que cuando se ponen en flotación cantidades suficientes sobre la superficie de la piscina se obligan uno a otro en estrecha unión, eliminando esencialmente por completo las separaciones intersticiales. La conformación preferida para los objetos de conformación uniforme es tal que por lo menos una sección transversal tomada a través del objeto de cóno resultado alternativamente un plano con forma de triángulo equilátero, cuadrado o hexágono regular. Los objetos tienen una densidad y pueden ser pesados de tal manera que tiendan naturalmente a flotar con el plano de la sección transversal triangular - cuadrado o hexagonal coplanar con las superficies de la piscina del líquido. Así orientados, los objetos tienen superficies superiores que escurren el agua y que además escurren otros objetos-



colocados sobre ellos. En una aplicación especial del invento -  
para la reducción de la actividad aportada por el aire sobre un-  
depósito radioactivo, los objetos están hechos con preferencia -  
de material no mojable, resistente al calor, resistente a la ra-  
5 diación y aislante térmico.

La figura 1 es un dispositivo de flotación que consiste  
en dos pirámides de seis lados unidas por un prisma hexagonal.

La figura 2 es un dispositivo de flotación que consiste  
en dos pirámides de cuatro lados unidas por un prisma cuadrangu-  
10 lar.

La figura 3 es un dispositivo de flotación que consis-  
te en dos pirámides de tres lados unidas por un prisma triangu -  
lar.

La figura 4 es un dispositivo de flotación que consiste  
15 en dos pirámides hexagonales unidas por sus bases.

La figura 5 es un dispositivo de flotación que consis-  
te en dos pirámides de cuatro lados unidas por sus bases.

La figura 6 es un dispositivo de flotación que consis-  
te en dos pirámides de tres lados unidas por sus bases.

La figura 7<sup>a</sup> es un dispositivo de flotación que consis-  
20 te en un dodecaedro.

El invento propuesto se basa en el hecho de que la eva-  
poración gruesa desde una superficie líquida depende, entre otras  
cosas, del área superficial expuesta de la piscina. El método u-  
25 tiliza objetos de plástico especialmente formados similares en -  
impermeabilidad al agua, tamaño, textura y construcción a las pe-  
lotas de ping pong. Estos deberían ser, con preferencia, polie -  
dros de tamaño idéntico. La elección de ésta forma se debe a que  
por lo menos una sección transversal del objeto es un hexágono -  
30 regular, un cuadrado o un triángulo equilátero. Con ésta confor-



mación y con la densidad y el peso, o ambas cosas, adecuados, -  
los objetos flotantes tienden a situarse juntos a lo largo de -  
un plano paralelo a lo largo de la superficie del agua, en una-  
forma que reduce al mínimo el área abierta. Poniendo en flota -  
5 ción números suficientes de objetos sobre la superficie del de-  
pósito para cubrir esencialmente por completo a la superficie -  
de éste, los objetos se tocan y se alinean en una disposición -  
de estrecha proximidad, eliminando de éste modo por completo e-  
sencialmente las separaciones intersticiales. De ésta manera, la  
10 superficie libre disponible para la evaporación quedaría reduci-  
da por lo menos en un 90,5 % y con mucha probabilidad cerca del-  
100 %, dependiendo del grado de proximidad, la precisión de la -  
forma de los sólidos, la desigualdad de tamaño y la similaridad-  
en flotación. Por ejemplo, la disposición de esferoides de igual  
15 tamaño dándose unos con otros bloquearían el 90 %,5, de la super-  
ficie libre del agua, por lo que los objetos del presente inven-  
to debe esperarse que bloqueen un porcentaje mayor por cuanto -  
las separaciones intersticiales quedan eliminadas en esencia. A-  
continuación, se describirá el invento en términos de la aplica-  
20 ción especial de la reducción de la radiactividad peligrosa trans-  
portada por el aire sobre un depósito de líquido radioactivo.

Durante las operaciones de repostaje en las cuales una  
máquina de repostar debe penetrar en la superficie del depósito-  
para asir, elevar y desplazar elementos combustibles, los obje -  
25 tos de flotación libre no ofrecerían resistencia al movimiento -  
del equipo de repostaje. La máquina de repostaje simplemente em-  
pujaría a los objetos de flotación libre apartándolos durante la  
inserción, traslado y retirada. Los objetos podrían ser introdu-  
cidos y retirados con facilidad y guardados con facilidad en una  
30 zona previamente seleccionada donde la claridad óptica de la su-



perficie del agua se mantendría durante el uso de simples barras flotantes o sustentadas mecánicamente.

En la realización preferida los objetos se llenarían con un plástico celular y una estructura celular aislada, de manera que los objetos fueran esencialmente no sumergibles y, al mismo tiempo, actuaran como un excelente aislamiento térmico. Esta última característica daría lugar a una reducción considerable de la liberación de calor por parte del depósito de combustible gastado al espacio superior y desde el depósito de reposaje al interior de la edificación de contención del reactor, reduciéndose de este modo las cargas de calor sobre los sistemas de control ambientales. El relleno de espuma de plástico se podría utilizar también para obtener la gravedad específica aparente del objeto de una mitad, garantizado así que flotarían obstruyendo la máxima cantidad de área superficial de agua.

De modo alternativo, los objetos podrían ser moldeados en una pieza con una sustancia poseedora de propiedades físicas, mecánicas y químicas adecuadas. Tales sustancias son el polistireno poroso que se puede adquirir comercialmente de la Dow Chemical Company, bajo el nombre comercial, "stryrofoam". Para su efecto inhibidor de la evaporación, los objetos se hacen de un agente no humectable o se recubren con el mismo, para garantizar un menisco negativo que impida el transporte por una capa superficial humedecida de agua portadora de tritio desde el lado inferior del objeto a su lado superior desde el que podría ocurrir entonces la evaporación. Las figuras 1 a 6 ilustran 6 formas alternativas aceptables que presentan la propiedad necesaria de estrecha compacción y que escurren el agua y otros objetos similares colocados sobre ellos. Debe advertirse que los objetos flotantes, según se ilustra, debe tener una altura que-



5 sea inferior en sus diámetros, de manera que la orientación de-  
flotación estable sea con el hexágono, cuadrado o triángulo pa-  
ralelo a la superficie del agua. Una séptima forma alternativa-  
se ilustra en la figura 7 y representa un dodecaedro. Esta for-  
ma tiene también una altitud menor que su diámetro; sin embargo  
también sería aceptable una forma de dodecaedro rómbico si tu -  
viera peso para flotar con su plano de sección transversal hexa-  
gonal paralelo a la superficie del agua.

#### REIVINDICACIONES

- 10 1ª.- Dispositivo para el control de evaporación del depósito del  
líquido radioactivo, caracterizado por integrar un objeto sólido  
flotante, una de cuyas secciones transversales por lo menos en  
una dirección es un polígono, con preferencia de longitudes late-  
rales iguales y cuya distribución de forma, peso, o ambas cosas,  
15 y fuerzas flotan en un plano previamente determinado.
- 2ª.- Dispositivo según reivindicación 1ª, caracterizado por el -  
hecho de que se compone de un material aislante térmicamente.
- 3ª.- Dispositivo según reivindicación 1ª, caracterizado por el -  
hecho de que la densidad es la mitad de la densidad del líquido-  
20 sobre el cual flotan los objetos.
- 4ª.- Dispositivo según reivindicación 1ª, caracterizado por el -  
hecho de que éste material es resistente al calor.
- 5ª.- Dispositivo según reivindicación 1ª, caracterizado por el -  
hecho de que el material es no humectable.
- 25 6ª.- Dispositivo según reivindicación 1ª, caracterizado por el -  
hecho de que el material es polistireno poroso.
- 7ª.- Dispositivo según reivindicación 6ª, caracterizado por el -  
hecho de que el material está provisto de un recubrimiento no hu-  
mectable.
- 30 8ª.- Dispositivo según reivindicación 1ª, caracterizado por el -

mte



hecho de que su forma es un poliedro formado por dos pirámides - con bases idénticas, unidas a sus bases.

9ª.- Dispositivo según reivindicación 8ª, caracterizado por el - hecho de que la base de las pirámides es un cuadrado.

5 10ª.- Dispositivo según reivindicación 8ª, caracterizado por el - hecho de que la base de la pirámide es un triángulo equilátero.

11ª.- Dispositivo según reivindicación 8ª, caracterizado por el - hecho de que la base de las pirámides son hexágonos regulares.

10 12ª.- Dispositivo según reivindicación 8ª, caracterizado por el - hecho de que la base de las pirámides están unidas por sus bases por un prisma.

13ª.- Dispositivo según reivindicación 1ª, caracterizado por el - hecho de que es un dodecaedro.

15 14ª.- Dispositivo según reivindicación 1ª, caracterizado por el - hecho de que la inclinación de las pirámides es tal que los objetos tienden a deslizarse cuando se colocan uno sobre otro.

15ª.- "DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DE EVAPORACION DEL DEPOSITO - DEL LIQUIDO RADIOACTIVO".

Consta la presente memoria descriptiva de nueve hojas - numeradas y mecanografiadas por una sólo cara a las que se le - acompañan una de planos para su mejor comprensión.

Madrid, 6 NOV. 1974

P. P.

José Pérez Gollado

mge

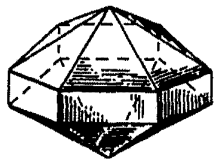


FIG. 1

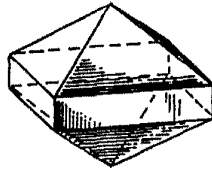


FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4

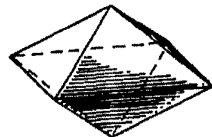


FIG. 5



FIG. 6

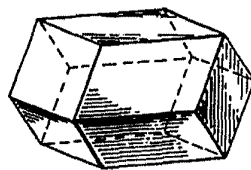


FIG. 7

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 6 NOV. 1974

P.P.

José Pérez Collado