



CONCEDIDA

PATENTE DE INVENCION

(18) ES	(11) 459583	(19) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION	
(22)	7.6.77	

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
695.346	14.6.76	estadounidense

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	----------------------------------	--

(64) TITULO DE LA INVENCION

UN PROCEDIMIENTO PARA CONVERTIR, EN REACTORES DE LECHO FLUIDIFICADO EL HEXAFLUORURO DE URANIO (UF₆) EN UN POLVO DE OXIDO DE URANIO.

(71) SOLICITANTE (S)

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Westinghouse Building Gateway Center - Pittsburgh Pennsylvania
15222 - Estados Unidos.

(72) INVENTOR (ES)

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.

20 JUL. 1978

20 JUL. 1978

UNE A. 4 MOD. 3108

UTILICISE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

1 Esta invención se refiere a un procedimiento para la
conversión de hexafluoruro de uranio en un polvo de dióxido
de uranio cerámicamente activo.

5 Uno de los métodos conocidos de producción de dióxido
de uranio es el llamado procedimiento "húmedo" del tipo des-
crito en la patente estadounidense 2.906.598, que implica fun-
damentalmente operaciones de precipitación acuosa, filtración,
secado, calcinación y reducción. Se ha intentado sustituir
este complicado y costoso proceso de conversión en húmedo
10 por el uso de reactores en lecho fluidificado o por el llama-
do proceso "seco".

15 En la patente estadounidense nº 3.160.471 se describe
un procedimiento en lecho fluidificado en una sola etapa y
en la patente estadounidense nº 3.547.598 un procedimiento en
dos etapas. Estos procedimientos presentan un inconveniente
común debido a que el UO_2 en polvo así producido presenta
un contenido en flúor residual relativamente elevado que es
indeseable porque afecta adversamente a la sinterabilidad del
20 polvo. Además, a no ser que la proporción de flúor residual
en la pastilla de combustible sinterizada sea extraordina-
riamente baja, reduce la duración de la vaina en la que se intro-
duce la pastilla de combustible.

25 La patente estadounidense nº 3.235.327 describe un pro-
cedimiento en dos etapas que hace uso de volúmenes relativa-
mente grandes de nitrógeno gaseoso como factor crítico para el
éxito del procedimiento descrito. Se indica que la relación
de oxígeno a uranio está comprendida entre 2,00 y 2,02.

30 La patente estadounidense nº 3.168.369 describe una
reacción en fase gaseosa de UF_6 y vapor de agua en un primer
reactor para producir polvo muy fino de UO_2F_2 . El polvo de

1 UO₂F₂ resultante debe reaccionar después en un calcinador
con hidrógeno y vapor de agua para producir UO₂ con intro-
ducción de nitrógeno gaseoso. La recuperación del polvo fi-
no de UO₂F₂, con un tamaño de 0,1 micras y menor, es muy
5 difícil y requiere múltiples sistemas de recuperación en se-
rie.

La patente francesa n° 2.060.242 describe un procedi-
miento en una etapa donde el hexafluoruro de uranio pasa jun-
to con vapor de agua o en contracorriente con dicho vapor en-
10 tre 150 y 600°C. El vapor de agua puede estar diluido con un
gas inerte como nitrógeno. El UO₂F₂ resultante se trata con
una mezcla de aire y vapor de agua para producir U₃O₈ o con
una mezcla de hidrógeno y vapor de agua a más de 500°C para
producir UO₂.

15 Esta invención constituye una mejora sobre el procedi-
miento en tres etapas descrito en la solicitud de patente
estadounidense número de serie 376.847, presentada el 5 de
Julio de 1973 y propiedad del concesionario de esta solici-
tud. El procedimiento descrito en la solicitud citada utili-
za tres reactores en lecho fluidificado en los que se hacen
20 reaccionar hidrógeno y vapor de agua con el hexafluoruro de
uranio para producir UO₂ en polvo, con un bajo contenido en
flúor residual y una relación de oxígeno a uranio de 2,05 a
2,07.

25 El objeto de esta invención es proporcionar un dióxido
de uranio de calidad cerámica para la manufactura de pastillas
de combustible con las mejores propiedades imaginables para
uso en las barras de combustible, proporcionando ciclos de
operación prolongados y exentos de problemas para los reacto-
30 res nucleares.

1 Con este objetivo a la vista, esta invención reside
en un procedimiento para la conversión, en reactores de le-
cho fluidificado, de hexafluoruro de uranio (UF_6) en óxido
de uranio en polvo, de calidad cerámica, con un bajo conte-
5 nido en flúor residual, en cuyo procedimiento se introduce
en un primer reactor de lecho fluidificado, donde se mantie-
ne una temperatura de 475 a 600°C, una mezcla constituida
esencialmente por hexafluoruro de uranio (UF_6) y vapor de
agua (H_2O) en la proporción de 2 a 8 moles de vapor de agua
10 por mol de uranio, para obtener un primer producto de reac-
ción intermedio que comprende partículas sólidas de fluoru-
ro de uranio (UO_2F_2) y del óxido U_3O_8 y un gas que contiene
fluoruro de hidrógeno (HF) y el primer producto de reacción
intermedio sólido se envía a un segundo reactor de lecho flu-
15 dificado, donde se controla la fracción molar de fluoruro de
hidrógeno con objeto de reducir al mínimo la formación de te-
trafluoruro de uranio UF_4 mediante la introducción en el
segundo lecho fluidificado de vapor de agua e hidrógeno adi-
20 cionales en las proporciones de 4 a 12 moles de vapor de agua
y 1 a 6 moles de hidrógeno por mol de uranio mientras el se-
gundo lecho fluidificado se mantiene a una temperatura de
575 a 675°C, para producir un segundo producto de reacción
intermedio que contiene dióxido de uranio (UO_2), cuyo proce-
25 dimiento se caracteriza porque el segundo producto de reac-
ción intermedio se envía a un tercer reactor de lecho fluidi-
ficado, en el que se introducen cantidades adicionales de
vapor de agua e hidrógeno en las proporciones de 2 a 11 moles
de vapor de agua y de 0,5 a 6 moles de hidrógeno por mol de
30 uranio, mientras se mantiene una temperatura de 575 a 675°C,
para obtener un tercer producto de reacción intermedio cons-

1 tituído esencialmente por dióxido de uranio (UO_2), con una
relación de oxígeno a uranio de 2 aproximadamente y un bajo
5 contenido en flúor residual y el tercer producto de reacción
intermedio se envía a un cuarto lecho fluidificado en el que
se introduce una mezcla de aire y nitrógeno para reducir to-
10 todavía más el contenido en fluoruro y aumentar la relación
de oxígeno a uranio hasta 2,2-2,3 para obtener un producto
de óxido de uranio de calidad cerámica, adecuado para uso en
la manufactura de pastillas de combustible para reactores nu-
cleares.

La invención será más fácilmente evidente mediante la
siguiente descripción de una realización preferida de la mis-
ma, mostrada a título de ejemplo solamente, haciendo referen-
15 cia a los dibujos que acompañan a esta memoria en los cuales :

La Figura 1 es un esquema parcialmente en sección ver-
20 tical de los cuatro reactores de lecho fluidificado interco-
nectados, empleados en la práctica de esta invención;

La Figura 2 describe gráficamente la distribución de
25 tamaños de partícula del polvo molido producido mediante esta
invención y del polvo producido mediante el procedimiento en
tres etapas descrito en la solicitud de patente estadouniden-
se número de serie 376.847 y.

La Figura 3 es un gráfico de la fracción molar de fluo-
30 ruro de hidrógeno en la fase de vapor de agua en función de
la temperatura, que describe gráficamente los valores del
equilibrio para la reacción de fluoración intermedia entre el
 UO_2 y el HF.

Como muestra la Figura 1, los reactores de lecho fluidi-
35 ficado primero, segundo, tercero y cuarto están designados en
general por los números 10, 20, 30 y 40, respectivamente. Los

1 reactores están interconectados mediante los conductos 26,
37 y 45 para la transferencia de material entre ellos. Las
vasijas del reactor son cápsulas cilíndricas huecas dispues-
5 tas con su eje longitudinal vertical. Las vasijas del reac-
tor 10, 20 y 30 son estructuralmente similares y por lo tan-
to sólo es necesario explicar una con todos los detalles. El
primer reactor o reactor primario 10 está constituido por
una porción superior 18 y una porción inferior 17. Es prefe-
rible aplicar aislamiento térmico alrededor de toda la par-
10 te externa de los reactores. La porción inferior 17 está cir-
cundada por medios de calefacción, tales como la resistencia
eléctrica 19. El extremo superior del reactor 10 está cerra-
do por una tapa 24 y el extremo inferior está cerrado por una
tapa 27, que son desmontables por un sistema no mostrado.

15 El primer reactor 10 dispone de un conducto 12 para
la introducción de vapor de agua precalentado solo o mezcla-
do con hidrógeno o nitrógeno, por el extremo inferior de la
porción 17. Análogamente, el segundo reactor 20 dispone de
20 un conducto de entrada 31 para la introducción de vapor de
agua precalentado e hidrógeno a dicho reactor y el tercer
reactor 30 dispone de un conducto de entrada 44 también para
la introducción de vapor de agua precalentado e hidrógeno a
dicho reactor.

25 El primer reactor 10 también está provisto de un con-
ducto 16 que se prolonga a través de la tapa inferior 27, con
un extremo interior provisto de una boquilla distribuidora
de gas 11 para introducir hexafluoruro de uranio (UF_6) en la
porción inferior 17 del reactor. También se han obtenido bue-
30 nos resultados cuando el UF_6 gaseoso se introduce a través
de la pared lateral de la porción inferior 17 del reactor y

1 se emplea una sola boquilla distribuidora.

Para iniciar y mantener las reacciones dentro del primer reactor de lecho fluidificado 10, se coloca sobre una placa 14 de un distribuidor de casquete de burbujeo perforado.

5 El lecho 13 presenta un nivel superior cuando está fluidificado próximo al extremo superior de la porción inferior del reactor, como se indica en 15. Dentro de la porción superior 18 del primer reactor se encuentra un conducto 23 para recoger los gases que salen del reactor. También se emplea un separador ciclónico 21 para separar las partículas más groseras de las partículas más finas que están suspendidas en los gases desprendidos. Las partículas más groseras recogidas en el separador ciclónico 21 caen por la acción de la gravedad y son devueltas a la porción 17 del reactor a través del conducto 22.

15 En una de las realizaciones actualmente preferidas mostradas en la Figura 1, los gases desprendidos que contienen fluoruro de hidrógeno (HF) del primer reactor 10 se llevan por el conducto 23 que se une al conducto 25 en la parte inferior del primer reactor. El conducto 25 transporta el primer producto de reacción intermedio desde el reactor 10 y éste es enviado neumáticamente por los gases desprendidos a través del conducto 26 hasta un segundo reactor 20 de lecho fluidificado. Alternativamente, los gases desprendidos del primer reactor 10 pueden ser derivados por el conducto 33' mostrado en líneas de puntos que conduce directamente al sistema lavador 50, a través de los conductos 33 y 42. En esta realización; los productos de reacción intermedios sólidos del reactor 10 son enviados por el conducto 26', también indicado en líneas de puntos, preferiblemente mediante vapor de

20

25

30

1 agua sobrecalentado, al segundo reactor 20 a través del con-
ducto 26.

5 En una forma de esta invención, se introducen vapor
de agua precalentado y nitrógeno en el reactor 10 a través
del conducto 12. Alternativamente, pueden introducirse en el
reactor 10, por el conducto 12, vapor de agua precalentado
e hidrógeno y en este caso se introduce nitrógeno en la par-
te superior 18 del reactor 10 a través del conducto 12'. El
objeto de estas diversas realizaciones será descrito con de-
talle más adelante.

10 Siguiendo con la descripción general del esquema del
procedimiento, los segundos productos de reacción intermedios
del reactor 20 salen de este reactor por el conducto 35 y
son transportados neumáticamente, preferiblemente mediante
15 nitrógeno, a través del conducto 45 hasta el cuarto reactor
40 de lecho fluidificado. No es necesario que el reactor 40
utilice elementos de calefacción alrededor de su porción in-
ferior como en el caso de los reactores 10, 20 y 30 anterior-
mente descritos. Sin embargo, es preferible aislar la porción
20 inferior del reactor que rodea al lecho fluidificado 46. En
el reactor 40 se introduce por el conducto 48 una mezcla de
nitrógeno y aire precalentados. La temperatura del lecho en
el reactor 40 es controlada indirectamente controlando la tem-
peratura del gas portador a través del conducto 45 y del gas
25 fluidificador. El producto UO_2 de gran pureza obtenido en el
reactor 40 es trasladado por el conducto 49, por la acción
de la gravedad, a la tolva 60 que preferiblemente está rodea-
da con un serpentín de refrigeración para enfriar el produc-
to antes de molerlo. El producto enfriado se pasa después
30 neumáticamente por el conducto 59 al sistema de molienda (no

1 mostrado).

5 Los gases desprendidos de los reactores 20 y 30 atra-
viesan los filtros internos 32 y 41, respectivamente, y son
enviados por los conductos 33 y 42 a un sistema lavador de
gas adecuado que comprende medios de refrigeración, medios
de recogida de polvos y medios de recuperación de HF, gene-
ralmente designados con el n° 50. Los filtros internos 32 y
41 disponen de un retorno periódico de nitrógeno sumministra-
do por los conductos 61, 61', 62 y 62', que son sometidos a
10 impulsos mediante las válvulas solenoides 34, 34', 58 y 58'.
Este flujo pulsante de nitrógeno, por ejemplo a 60 psig (4,2
kg/cm² manométricos), desalojará al polvo acumulado sobre las
superficies de los filtros 32 y 41. Análogamente, el cuarto
15 reactor de lecho fluidificado 40 está provisto de filtros
internos 51 que transmiten los gases desprendidos del mismo
por el conducto 53 a un sistema 55 de enfriamiento y filtra-
ción del gas. Los filtros internos 51 también son limpiados
mediante nitrógeno pulsante suministrado por los conductos
20 57 y 57', cuyo caudal es controlado por las válvulas solenoi-
des 53 y 53'. Preferiblemente el reactor 40 dispone de su pro-
pio sistema 55 de recogida de los gases desprendidos. Los ga-
ses desprendidos de los reactores 10, 20 y 30 presentan un
elevado contenido en fluoruro de hidrógeno mientras que el
gas desprendido del reactor 40 es sustancialmente una mezcla
25 de nitrógeno y aire y puede ser simplemente enviado a través
del sistema de recogida 55 en lugar de hacerlo a través del
sistema lavador 50.

30 Habiendo descrito la disposición esquemática general
del aparato empleado en la práctica del método de esta inven-
ción, damos a continuación una descripción detallada del fun-

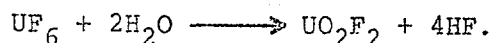
1

cionamiento de cada reactor.

Primer reactor

5

En el primer reactor de lecho fluidificado 10, la reacción química predominante que tiene lugar es:



10

El primer y principal producto de reacción intermedio producido es el fluoruro de uranilo (UO_2F_2) más fluoruro de hidrógeno gaseoso (HF). También se producen pequeñas cantidades de U_3O_8 en el primer reactor 10 y el primer producto de reacción intermedio sólido está constituido aproximadamente por 95 % de UO_2F_2 y 5 % de U_3O_8 . El hexafluoruro de uranio (UF_6) gaseoso es introducido en el primer reactor 10 a través de la boquilla 11, a un caudal de aproximadamente 100 libras/hora (45,4 kg/h). Para iniciar la reacción, sobre la placa 78 del distribuidor de casquete de borboteo perforado se encuentra un lecho iniciador 13 de una mezcla de fluoruro de uranilo y óxido de uranio en partículas. El peso del lecho 13 está controlado en unas 220 libras (99,8 kg) para un diámetro del reactor de 10" (25,4 cm).

15

20

La temperatura dentro de la porción inferior 17 del reactor 10 se mantiene aproximadamente entre 475 y 600°C para obtener un UO_2 en polvo cerámicamente activo una vez terminado el proceso. Los límites óptimos de temperatura están comprendidos entre 535 y 575°C, preferiblemente alrededor de 550°C. Por cada mol de uranio contenido en el hexafluoruro de uranio introducido en el primer reactor 10, se utilizan alrededor de 2 a 8 moles de vapor de agua. El vapor de agua se introduce en el reactor 10 a temperaturas de aproximadamente 550° mientras que el UF_6 gaseoso puede ser introducido a unos 80°C o precalentándolo a una temperatura de unos 100

25

30

1 a 200°C. Para reducir el número de partículas grandes en el
lecho 13, una boquilla de descarga de rozamiento a chorro
(no mostrada), de unas 20 a 75 mils (0,508 a 1,905 mm) de
5 diámetro para un lecho de reactor de 10" (25,4 cm) de diáme-
tro, introducé una corriente de nitrógeno a presión, por
ejemplo 10 a 70 psi (0,7 a 4,9 kg/cm²), con objeto de romper
cualquier partícula grande que pudiera haberse formado. Los
10 productos sólidos de reacción procedentes del reactor 10 se
descargan continuamente por el fondo del reactor a través
de una válvula de control de caudal sólido. La descarga de
sólido es controlada por un controlador del peso del lecho
que mide la diferencia de presiones a través de la zona de
lecho fluidificado para mantener un peso casi constante del
15 lecho de unas 220 libras (99,8 kg) en el primer reactor 10.
El producto de reacción sólido abandona el primer reactor a
través del conducto 25 y las partículas tienen un tamaño
(tamiz) que oscila aproximadamente entre 10 y 1000 micras,
no pasando preferiblemente de 500 micras de diámetro. Los
20 gases desprendidos del reactor 10 comprenden una mezcla de
fluoruro de hidrógeno y vapor de agua, junto con algunas de
las partículas más finas de los productos de reacción y és-
tos salen por la porción superior del reactor 10.

Un objeto de esta invención es reducir al mínimo o
25 eliminar la formación del producto intermedio tetrafluoruro
de uranio (UF₄). El UF₄ puede ser formado por reducción di-
recta del UF₆ por el hidrógeno en el primer reactor o por la
retro-reacción entre el UO₂ y el HF gaseoso en el segundo
reactor 20. Hemos determinado que la presencia de cualquier
pequeña cantidad de UF₄ es indeseable debido a su bajo punto
30 de fusión y a su tendencia a sinterizarse y volverse pegajoso a

1 temperaturas relativamente bajas dentro del segundo y tercer
reactores, que conduce a una mala sinterabilidad del UO_2 y a
inconsistencias inherentes en los procesos. También se ha
5 determinado que la retro-fluoración entre el UO_2 y el HF for-
mando UF_4 , si se elimina del segundo reactor 20, conduce a
tiempos de residencia más cortos dentro de los reactores.
Inversamente, la presencia de UF_4 producido por fluoración
del UO_2 por el HF en el producto sólido intermedio tiende a
aumentar el tiempo de residencia en el proceso necesario pa-
10 ra la eliminación del fluoruro y altera las características
estructurales del producto final. Específicamente, la estruc-
tura del producto final tiende a moverse hacia un tamaño me-
dio de partícula más grande y a una distribución de tamaños
más estrecha a medida que aumenta el tiempo de residencia pa-
15 ra eliminar el fluoruro.

La Figura 2 es un gráfico donde se compara la distribu-
ción de tamaños de partícula del polvo preparado por el pro-
cedimiento de esta invención, identificado como Mezcla A
(BL #A) con la distribución de tamaños de partícula del pol-
20 vo preparado por el procedimiento descrito en la solicitud
de patente estadounidense número de serie 376.847, identifi-
cado como Mezcla B (BL #B). Al realizar este ensayo compara-
tivo, las condiciones de reacción eran casi idénticas en los
tres reactores 10, 20 y 30, salvo por el hecho de que en el
25 primer reactor se eliminó el hidrógeno al preparar la Mezcla
A y se empleó nitrógeno en su lugar. El nitrógeno se introdu-
jo en una proporción de aproximadamente 0,80 moles por mol de
uranio. En la preparación de la Mezcla B, se utilizó hidróge-
no en una proporción de 1,72 moles por mol de uranio en lugar
30 del nitrógeno empleado en el primer reactor. Las condiciones

1 del proceso se encuentran en la Tabla I.

TABLA I

Condiciones del proceso

	<u>BL #A</u>	<u>BL #B</u>
5	<u>Primer reactor</u>	
	Temperatura del lecho	550°C
	H ₂ O/U (relación molar)	5,57 ± 0,32
	H ₂ /U (relación molar)	0
	N ₂ /U (relación molar)	0,75 ± 0,21
10	Residencia (horas)	2,22
	Transferencia primero a segundo:	
	Se utiliza el gas desprendido	sí
	N ₂ /U adicional	1,82 ± 0,47
15	<u>Segundo reactor</u>	
	Temperatura del lecho	630°C
	H ₂ O/U (relación molar)	7,92 ± 0,24
	H ₂ /U (relación molar)	2,11 ± 0,05
	Residencia (horas)	5,24
20	Transferencia segundo a tercero:	
	H ₂ O/U	6,06
25	<u>Tercer reactor</u>	
	Temperatura del lecho	650°C
	H ₂ O/U (relación molar)	4,13
	H ₂ /U (relación molar)	1,06
	Residencia (horas)	<u>5,25</u>
	Residencia total (horas)	12,71

30 Como se observa en la tabla anterior, el tiempo de residencia para el UO₂ en polvo de la Mezcla A es de 12,71 horas mientras que el tiempo de residencia para el polvo producido en

1 Mezcla B es de 13,82 horas, con una diferencia de más de
una hora. Como puede observarse en la Figura 2, el polvo de
la Mezcla A presenta un tamaño de partícula medio más peque-
ño que el de la Mezcla B y también presenta una distribución
5 de tamaños de partícula más amplia. El polvo de la Mezcla A
presenta mayor actividad cerámica y sinteriza formando una
pastilla de gran densidad, que cumple todas las especifica-
ciones de la pastilla así como las especificaciones de pure-
za con respecto al contenido en fluoruro residual.

10 En el ejemplo descrito, el primer producto de reacción in-
termedio en forma sólida es enviado neumáticamente al segun-
do reactor 20 a través del conducto 26, utilizando los gases
desprendidos del reactor 10 como medio transportador. Aunque
15 los gases desprendidos calientes constituyen un medio cómodo
y eficiente para el traslado del sólido entre el primero y
el segundo reactor de lecho fluidificado, hemos determinado
que el fluoruro de hidrógeno presente en los gases despren-
didos produce graves problemas dentro de la segunda vasija
de reacción 20. Dentro del segundo reactor 20 se forma UO_2
20 y, a ciertas temperaturas y a ciertas fracciones molares de
HF, se produce una reacción de retro-fluoración que produce
 UF_4 indeseable. Las condiciones que crean esta reacción de
retro-fluoración son conocidas y están descritas gráficamente
25 en la Figura 3, donde está representada la fracción molar
de fluoruro de hidrógeno en función de la temperatura. La re-
gión situada sobre la curva de la Figura 3 representa las
condiciones a las cuales se produce la reacción de fluoración.
La región situada debajo de la curva es el área donde tiene
30 lugar la hidrólisis. Para evitar la retro-fluoración del UO_2
a UF_4 , las condiciones dentro del segundo reactor deben ser

1 controladas dentro de la región situada debajo de la curva
de la Figura 3 y si se utilizan los gases desprendidos del
reactor 10 como medio de transferencia, la fracción molar
de HF en los mismos debe ser controlada dentro de la región
5 situada debajo de la curva. Esta operación de control puede
ser efectuada introduciendo nitrógeno en el reactor 10 a
través del conducto 12'. El nitrógeno introducido en el pri-
mer reactor a través del conducto 12' en una proporción de
unos 0,5 a 5 moles por mol de uranio da una dilución del HF
10 dentro de los gases desprendidos suficiente para controlar
la fracción molar del HF a la región situada debajo de la
curva de la Figura 3, dentro del segundo reactor 20. La frac-
ción molar del HF dentro del segundo reactor debe ser con-
trolada por debajo de 0,7 y preferiblemente por debajo de
15 alrededor de 0,35. También hemos encontrado que utilizando
el nitrógeno en la parte superior del reactor 10, pueden in-
troducirse también pequeñas cantidades de hidrógeno en el
primer reactor 10 junto con el vapor de agua precalentado
por el conducto 12. A través de este conducto puede introdu-
cirse hidrógeno en cantidades de aproximadamente de 1 a 8
20 moles de hidrógeno por mol de uranio. Es conveniente la pre-
sencia de cierto caudal de hidrógeno dentro del primer reac-
tor 10 ya que tiende a formar un lecho más estabilizado que
cuando no se utiliza hidrógeno.

25 Aunque los gases desprendidos calientes constituyen un
medio de transporte cómodo, si se diluyen con nitrógeno su-
ficiente como se ha descrito antes, el problema de controlar
la fracción molar de HF dentro del segundo reactor 20 también
puede ser resuelto derivando el gas desprendido del reactor
30 10 por el conducto 33' directamente al sistema lavador de ga-

1 ses 50. En esta realización alternativa, el primer producto
de reacción intermedio sólido es transportado al segundo
reactor 20 por el conducto 26, utilizando vapor de agua so-
5 brecaentado como medio de transporte suministrado por el
conducto 26'. En esta realización preferida, la fracción mo-
lar del fluoruro de hidrógeno dentro del segundo reactor 20
estaría controlada en un nivel muy bajo y el problema de la
retro-fluoración del UO_2 a UF_4 dentro del reactor 20 sería
10 eliminado ya que las condiciones de operación se encuentran
muy por debajo de la curva de la Figura 3.

Segundo reactor

15 El primer producto de reacción intermedio que compren-
de partículas sólidas de fluoruro de uranilo (UO_2F_2) y el óxi-
do U_3O_8 entra continuamente en el segundo reactor 20 a través
del conducto 26. Este primer producto de reacción intermedio
se hace reaccionar en presencia de vapor de agua e hidrógeno
adicionales dentro del segundo reactor 20 para producir un
segundo producto de reacción intermedio que comprende dióxi-
do de uranio (UO_2). El segundo reactor 20 de lecho fluidifi-
20 cado dispone de una porción 28 de lecho fluidificado que es-
tá controlada a una temperatura comprendida aproximadamente
entre $575^\circ C$ y $675^\circ C$ y preferiblemente alrededor de $630^\circ C$. En
el segundo reactor 20, el primer producto intermedio experi-
25 menta una nueva reacción y para ese fin, se introducen a tra-
vés del conducto 31, por cada mol de uranio presente en el
reactor, alrededor de 4 a 12 moles de vapor de agua y alrede-
dor de 1 a 6 moles de hidrógeno. Las cantidades preferidas de
vapor de agua e hidrógeno son de 6 a 11 moles de vapor y de
30 2 a 4 moles de hidrógeno. Al entrar en el segundo reactor 20,
las partículas de UO_2F_2 y U_3O_8 forman el lecho 28 distribuido

1 por la porción inferior del reactor de forma similar a la del
primer reactor 10 y soportado sobre una placa 29 de un dis-
tribuidor de casquete de borboteo perforado. En ausencia del
5 material de alimentación UF_6 dentro del reactor 20, preva-
lecen las mejores condiciones para que la reacción transcu-
rra hasta terminar. El primer producto de reacción intermedio
reacciona con el vapor de agua y el hidrógeno para formar di-
óxido de uranio y fluoruro de hidrógeno gaseoso y vapor de
10 agua con cantidades adicionales de UO_2F_2 y U_3O_8 . El segundo
producto de reacción intermedio se sedimenta en el extremo
inferior del segundo reactor 20 y después entra en el conduc-
to de salida 35 desde donde es enviado neumáticamente al ter-
cer reactor 30 de lecho fluidificado, preferiblemente a tra-
15 vés del conducto 37 en un medio portador tal como vapor de
agua sobrecalentado a unos $650^\circ C$, suministrado por la tubería
54 controlada por la válvula 36.

Los gases desprendidos del reactor 20, a saber HF , H_2 ,
 N_2 y vapor de agua, atraviesan los filtros internos 32 que
20 separan los productos de reacción sólidos de los gases. Des-
de allí los gases desprendidos atraviesan los conductos 33 y
42 hasta llegar al sistema lavador de gases 50. El segundo
producto de reacción intermedio del reactor 20 está constitu-
do por un UO_2 de partícula fina con un contenido en fluoruro
residual de hasta aproximadamente 0,50 % en peso, que puede
25 compararse con el primer producto de reacción intermedio con
un contenido en fluoruro residual de alrededor del 12 %.

Tercer reactor

30 El segundo producto de reacción intermedio procedente
del reactor 20 es transportado neumáticamente al tercer reac-
tor 30 a través del conducto 37, utilizando vapor de agua so-

1 brecaalentado a unos 650°C como medio de transferencia. El
tercer reactor recibe los productos de reacción y, en presen
5 cia de vapor de agua e hidrógeno adicionales, se producen
nuevas reacciones para la producción de UO_2 de gran pureza,
con un contenido en fluoruro residual de alrededor de 400 a
700 partes por millón. La temperatura dentro del reactor 30
en el área del lecho fluidificado 38 es controlada entre
575°C y 675°C aproximadamente y de preferencia mantenida alre
10 dedor de 650°C. Por cada mol de uranio introducido en el reac
tor 30, se introducen por el conducto 44 alrededor de 2 a 11
moles de vapor de agua y alrededor de 0,5 a 6 moles de hidró-
geno. Las cantidades preferidas de vapor de agua e hidrógeno
son de 3 a 8 moles de vapor y 1 a 3 moles de hidrógeno por
mol de uranio. El hidrógeno y el vapor de agua introducidos
15 en la porción inferior del reactor 30 completan la desfluora
ción de las partículas de UO_2 y el hidrógeno, el fluoruro de
hidrógeno gaseoso y el vapor de agua resultantes, que cons-
tituyen los gases desprendidos, abandonan el reactor 30 a tra
vés de los filtros 41 desde donde son conducidos por el con-
20 ducto 42 al sistema lavador de gases 50. El tercer producto
de reacción intermedio está constituido esencialmente por
dióxido de uranio (UO_2) con un contenido muy bajo en fluoru-
ro residual y un contenido en uranio del 87 al 88 % aproxima-
damente. La relación de oxígeno a uranio es alrededor de 2,04.
25 El tercer producto de reaccion intermedio es comparable en
muchos aspectos con el producto final obtenido en la soli-
citud de patente estadounidense número de serie. 376.847 en
cuanto a su pureza; sin embargo, como se ha señalado en la
Tabla I y en la Figura 2, el producto molido de esta inven-
30 ción presenta un tamaño de partícula medio más fino que el

1 del procedimiento descrito en la solicitud de patente estado-
unidense número de serie 376.847.

5 El tercer producto de reacción intermedio abandona el
reactor 30 por el conducto 43 desde donde es neumáticamente
enviado por el conducto 45 al cuarto reactor 40 de lecho
fluidificado. El medio de transferencia neumático es prefe-
riblemente nitrógeno precalentado a una temperatura de unos
400°C, que es suministrado por el conducto 56, siendo contro-
lado su caudal por la válvula 36'.

10 Cuarto reactor

El tercer producto de reacción intermedio constituido
esencialmente por UO_2 de gran pureza es recibido en el cuarto
reactor 40 de lecho fluidificado, donde la relación de oxígeno
a uranio es aumentada desde aproximadamente 2,04 hasta
15 $2,25 \pm 0,05$ en una atmósfera de nitrógeno caliente y aire.
A través del conducto 48 entra en el reactor 40 una mezcla
de nitrógeno precalentado a unos 300°C y aire a la tempera-
tura ambiente y asciende a través de la placa distribuidora
47 para fluidificar el lecho 46. Controlando el caudal de
20 aire y la temperatura del lecho fluidificado se consigue una
oxidación controlada del UO_2 . La temperatura del lecho se
controla indirectamente mediante el control de las tempera-
turas del gas portador y del gas fluidificante; el gas por-
tador es el nitrógeno gaseoso que entra en el reactor 40 por
25 el conducto 45. Preferiblemente se introducen por el conduc-
to 45 alrededor de 3 a 7 moles de nitrógeno por mol de ura-
nio, junto con unos 0,2-1,0 moles de aire por mol de uranio.
El cuarto reactor 40 no solamente aumenta la relación de oxí-
geno a uranio sino que también reduce el contenido en fluoru-
ro residual aproximadamente en un 10 %, presumiblemente pur-

30

1 gando el UO_2 en polvo del HF gaseoso absorbido. El gas des-
prendido del reactor 40, constituido esencialmente por una
mezcla de nitrógeno y aire a una temperatura de aproximada-
5 mente $150^\circ C$, atraviesa los filtros internos 51 y el conduc-
to 52 hasta un sistema refrigerante y colector de polvos,
con filtros de gran eficacia, generalmente designados por el
n° 55. Los filtros internos 51 son limpiados periódicamente
con una corriente retornante de nitrógeno a través de los
10 conductos 57 y 57', controlada por las válvulas solenoides
53 y 53'. El producto UO_2 de gran pureza se sedimenta por la
acción de la gravedad a través del conducto 49 en la vasija
60, que está preferiblemente rodeada por un serpentín de re-
frigeración para enfriar el producto antes de molerlo. El pro-
ducto enfriado se transporta neumáticamente desde la vasija
15 60 a través del conducto 59 y se introduce en un aparato de
molienda (no mostrado).

El UO_2 en polvo producido en esta cuarta etapa del pro-
cedimiento, debido al pequeño tamaño de partícula y a una re-
20 lación de oxígeno a uranio de 2,2-2,3 aproximadamente, faci-
lita el proceso de prensado de la pastilla, aumenta la sinte-
rabilidad y disminuye la deformación. El procedimiento da lu-
gar a la formación de un polvo de gran actividad cerámica que
forma pastillas de calidad alta y constante, adecuadas para
25 uso en los reactores nucleares.

El siguiente ejemplo es ilustrativo de esta invención.

EJEMPLO

El sistema de cuatro reactores en lecho fluidificado
antes descrito es operado con un caudal de UF_6 de 100 li-
30 bras/h (45,4 kg/h). Las condiciones de operación y las ca-

1 racterísticas del producto se encuentran en la siguiente ta-
bla. El UO_2 en polvo y las pastillas subsiguientes produci-
das a partir del mismo cumplen todas las especificaciones de
5 producto requeridas para la producción de pastillas de com-
bustible nuclear de gran calidad.

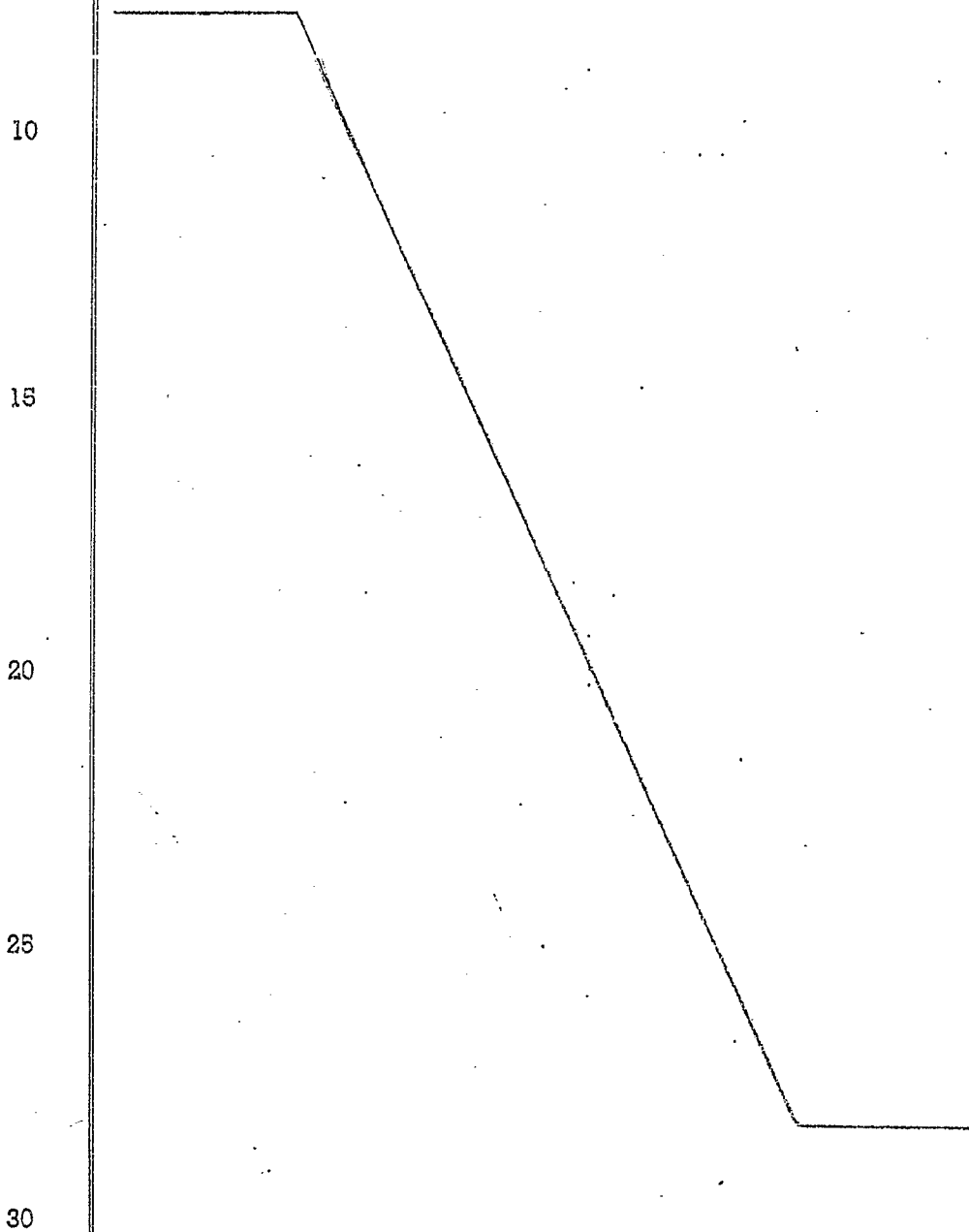


TABLA II

	UF ₆ , li- brás/h (kg/h)	Relación H ₂ O/U	Relación H ₂ /U	Relación N ₂ /U	Gases des- prendidos (moles/h)	Producto de reacción, libras/h (kg/h)
1						
5	Primer reactor (550°C) (Ø 10", 25,4 cm)	5,39	1,69	1,88	0,95 H ₂ O	82,7 (37,5) UO ₂ F ₂
					0,475 H ₂	4,4 (1,99) U ₃ O ₈
					1,17 HF	
					0,535 N ₂	
10	Temperatura (°C)	550°	550°	Amb.	250°	550°
	Presión, psig (kg/cm ²)	40 (2,8)	8 (H ₂ O+H ₂) (0,56)	3 (0,21)	3 (0,21)	-
	Caudal, (cfm) (m ³ /min.)	0,71 (0,020)	23,5 (H ₂ O+H ₂) (0,665)	2,9 (0,082)	29,8 (0,843)	87,1 libras/h (39,5 kg/h)
15	Segundo reactor (630°C) (Ø 10", 25,4 cm)				3,14 H ₂ O	5,14 (2,33) UO ₂ F ₂
			8,06	2,08	0,91 H ₂	44,9 (20,4) U ₃ O ₈
					1,68 HF	29,0 (13,2) UO ₂
					0,630 N ₂	
	Temperatura (°C)	630°	630°	275°	630°	
	Presión, psig (kg/cm ²)		10 (H ₂ O+H ₂) (0,7)	1 (0,07)		
	Caudal, cfm (m ³ /min.)	33,9 (H ₂ O + H ₂) (0,959)		71,5 (2,02)		79,1 libras/h (35,9 kg/h)
20						
	Terceer reactor (650°C) (Ø 10", 25,4 cm)	4,12	1,0		3,00 H ₂ O 0,162 H ₂	76,7 (34,8) UO ₂
					0,0334 HF	
					0,058 N ₂	
	Temperatura (°C)	650°	650°	220°	650°	
	Presión, psig (kg/cm ²)		9 (H ₂ O+H ₂) (0,63)	1 (0,07)		
	Caudal, cfm (m ³ /min.)	18,3 (H ₂ O + H ₂) (0,518)		32,9 (0,931)		76,7 libras/h (34,8 kg/h)

TRANSFERENCIA CON GASES DESPRENDIDOS

(TRANSFERENCIA CON VAPOR DE AGUA A 650°C)

TABLA II

	UF ₆ , li- brás/h (kg/h)	Relación H ₂ O/U	Relación H ₂ /U	Relación N ₂ /U	
1					
5	Primer reactor (550°C) (Ø 10", 25,4 cm)	100 (45,4)	5,39	1,69	1,88.
10	Temperatura (°C)	150°	550°	550°	Amb.
	Presión, psig (kg/cm ²)	40 (2,8)		8 (H ₂ O+H ₂) (0,56)	3 (0,21)
	Caudal, (cfm) (m ³ /min.)	0,71 (0,020)	23,5 (H ₂ O+H ₂) (0,665)		2,9 (0,082)
15	Segundo reactor (630°C) (Ø 10", 25,4 cm)		8,06	2,08	-
20	Temperatura (°C)		630°	630°	
	Presión, psig (kg/cm ²)			10 (H ₂ O+H ₂) (0,7)	
	Caudal, cfm (m ³ /min.)		33,9 (H ₂ O + H ₂) (0,959)		
25	Tercer reactor (650°C) (Ø 10", 25,4 cm)		4,12	1,0	
30	Temperatura (°C)		650°	650°	
	Presión, psig (kg/cm ²)			9 (H ₂ O+H ₂) (0,63)	
	Caudal, cfm (m ³ /min.)		18,3 (H ₂ O + H ₂) (0,518)		

TRANSFERENCIA CON GASES DESPRE

(TRANSFERENCIA CON VAPOR DE AG

TABLA II

acción O/U	Relación H ₂ /U	Relación N ₂ /U	Gases des- prendidos (moles/h)	Producto de reacción, libras/h (kg/h)
5,39	1,69	1,88.	0,95 H ₂ O	82,7 (37,5) UO ₂ F ₂
			0,475 H ₂	4,4 (1,99) U ₃ O ₈
			1,17 HF	
			0,535 N ₂	
550°	550°	Amb.	250°	550°
	8 (H ₂ O+H ₂)	3	3	-
	(0,56)	(0,21)	(0,21)	
3,5 (H ₂ O+H ₂)		2,9	29,8	87,1 libras/h
(0,665)		(0,082)	(0,843)	(39,5 kg/h)

REFERENCIA CON GASES DESPRENDIDOS

			3,14 H ₂ O	5,14 (2,33) UO ₂ F ₂
8,06	2,08	-	0,91 H ₂	44,9 (20,4) U ₃ O ₈
			1,68 HF	29,0 (13,2) UO ₂
			0,630 N ₂	
630°	630°		275°	630°
	10 (H ₂ O+H ₂)		1	-
	(0,7)		(0,07)	
33,9 (H ₂ O + H ₂)			71,5	79,1 libras/h
(0,959)			(2,02)	(35,9 kg/h)

REFERENCIA CON VAPOR DE AGUA A 650°C)

4,12	1,0		3,00 H ₂ O	76,7 (34,8) UO ₂
			0,162 H ₂	
			0,0334 HF	
			0,058 N ₂	
650°	650°		220°	650°
	9 (H ₂ O+H ₂)		1	-
	(0,63)		(0,07)	
18,3 (H ₂ O + H ₂)			32,9	76,7 libras/h
(0,518)			(0,931)	(34,8 kg/h)

TABLA II (continuaci

UF ₆ , li	Relación	Relación	Rela
bras/h	H ₂ O/U	H ₂ /U	N ₂ /
(kg/h)			

(TRANSFERENCIA CON NITRÓGENO A

Aire/U	N ₂ /U
--------	-------------------

Cuarto reactor (300°C)

0,7

5,25

Temperatura (°C)

300°

(N₂+aire)

Presión, psig (kg/cm²)

3
(0,21)

(N₂+aire)

Caudal, cfm (m³/min.)

17,6
(0,498)

(N₂+aire)

1

5

10

15

20

25

30

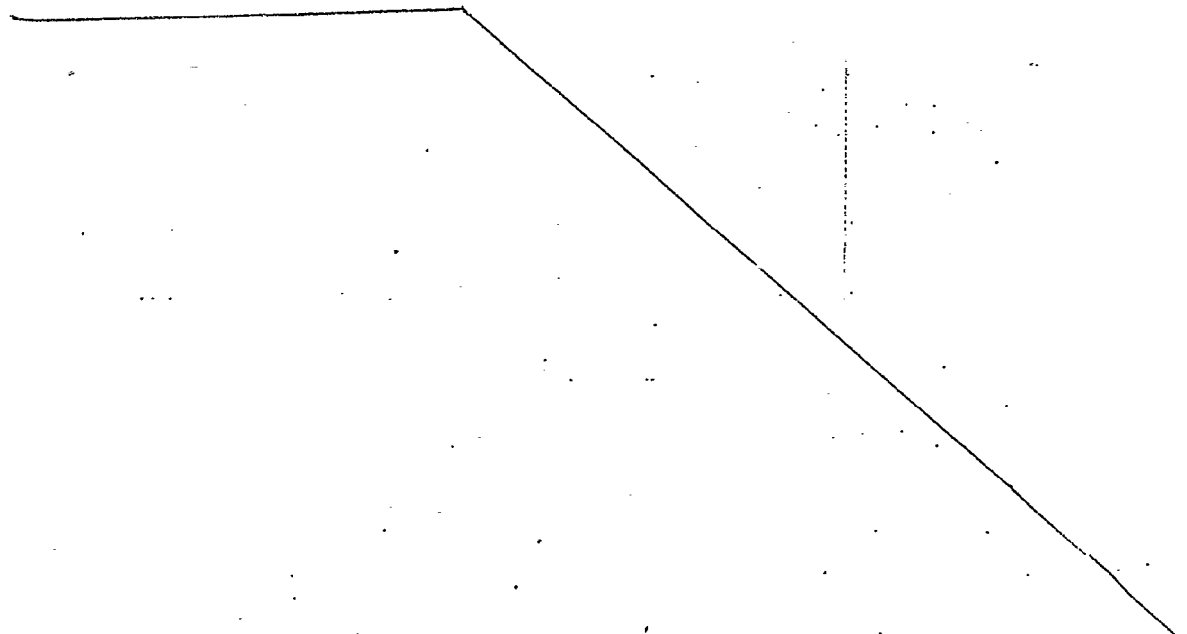
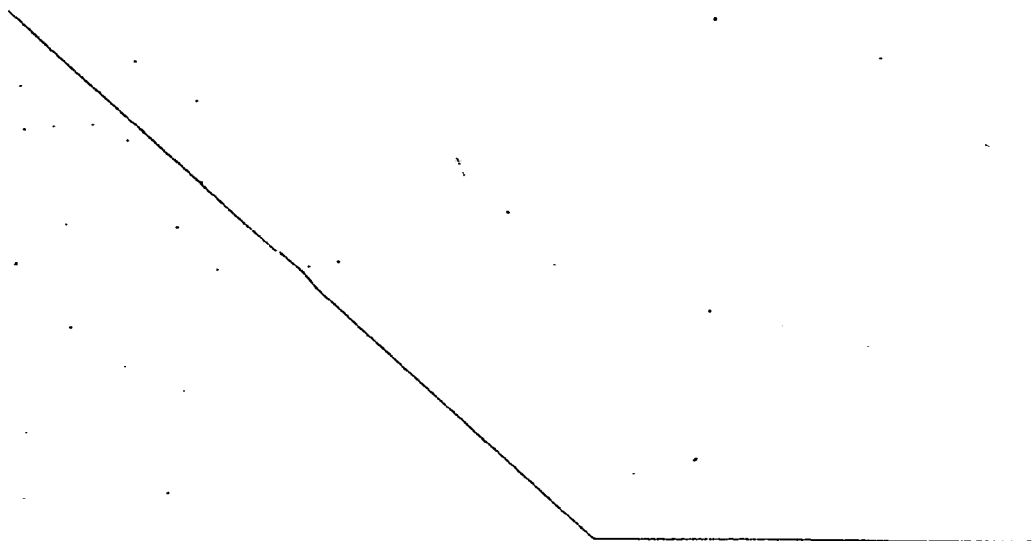


TABLA II (continuación)

Relación H_2/U	Relación N_2/U	Gases desprendidos (moles/h)	Producto de reacción, libras/h (kg/h)
--------------------------------	--------------------------------	------------------------------	---------------------------------------

EXPERIMENTOS CON NITRÓGENO A 400°C)

Relación H_2/U	Relación N_2/U	Gases desprendidos (moles/h)	Producto de reacción, libras/h (kg/h)
1,7	5,25	3,28 N_2 0,061 aire	77,8 (35,3) UO_2
3	(N_2 +aire)	150°	300°
3,21)	(N_2 +aire)	0	-
1,6 (498)	(N_2 +aire)	31,0 (0,877)	77,8 libras/hora (35,3 kg/h)



1 El polvo producido en la operación indicada en la Tabla II se sometió a un análisis químico completo, cuyos resultados se encuentran en la Tabla III.

TABLA III

5 Análisis del polvo

Contenido en uranio	87,04 % (en peso)
Relación O/U	2,205
Contenido en humedad	0,06 %
Contenido en impurezas	

10

Elemento

Análisis, ppm
(promedio de 4 muestras)

15

Al	<10
B	< 0,3
Bi	0,35
C	23,25
Ca	<10
Cd	< 0,3
Cr	4,1
Cu	1
F	326,25
Fe	<12,25
In	< 0,575
Mg	< 0,5
Mn	< 1
Mo	< 0,5
N	<10
Ni	< 8,6
Pd	< 0,65
Si	<10
Sn	< 0,55
Ti	< 1
V	< 0,5
W	< 0,44
Zn	< 1

20

25

30

1 Este polvo de UO_2 se muele después y se comprime en forma de pastillas, sinterizándolo en hidrógeno utilizando técnicas normales. De las 82 muestras individuales probadas, las densidades sinterizadas finales estaban comprendidas entre 94,16 % y 95,13 % de la densidad teórica, lo que se considera aceptable para uso como pastilla de combustible en los reactores nucleares. Las pastillas sinterizadas se sometieron también a análisis químico con los resultados indicados en la siguiente Tabla IV.

5

10

TABLA IV

Análisis de las pastillas

Contenido en uranio	88,17 % (en peso)
Contenido equivalente en humedad	6,76 ppm
Relación O/U	1,997
Contenido en impurezas	

15

<u>Elemento</u>	<u>Análisis de la pastilla ppm</u>
Al	< 10
B	< 0,3
Bi	< 0,3
C	< 10
Ca	< 10
Cd	< 0,3
Co	< 0,5
Cr	5,8
Cu	< 1,0
F	< 10
Fe	< 10
In	< 0,5
Mg	< 0,5

20

25

30

	<u>Elemento</u>	<u>Análisis de la pastilla, ppm</u>
1	Mn	< 1,0
	Mo	< 0,7
5	N	17
	Ni	< 5,0
	Pd	< 0,5
	Si	< 10
	Sn	< 0,5
10	Ti	< 1,0
	Th	< 1,0
	V	< 0,5
	W	< 10
	Zn	< 1,0

15 Por lo tanto, el método de esta invención proporciona un procedimiento continuo en cuatro etapas que, al reducir al mínimo o eliminar la formación de UF_4 , disminuye el tiempo de residencia dentro del sistema y da lugar a un tamaño de partícula más fino del producto UO_2 , con una relación O/U de 2,2-2,3 aproximadamente, mayor actividad cerámica y alta

20 calidad uniforme.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

25 1. Un procedimiento para convertir, en reactores de lecho fluidificado, el hexafluoruro de uranio (UF_6) en un polvo de óxido de uranio de calidad cerámica, con un bajo contenido en fluoruro residual, cuyo procedimiento consiste en introducir en un primer reactor de lecho fluidificado, en el

30 que se mantiene una temperatura de 475° a 600°C, una mezcla

1 constituida esencialmente por hexafluoruro de uranio (UF_6) y
vapor de agua (H_2O), en la proporción de 2 a 8 moles de va-
por de agua por mol de uranio, para formar un primer produc-
to de reacción intermedio que comprende partículas sólidas
5 de fluoruro de uranilo (UO_2F_2) y el óxido U_3O_8 y un gas des-
prendido que contiene fluoruro de hidrógeno (HF), transportar
el primer producto de reacción intermedio sólido a un segun-
do reactor de lecho fluidificado, donde la fracción molar de
fluoruro de hidrógeno se controla de manera que se reduce al
10 mínimo la formación de tetrafluoruro de uranio UF_4 mediante
la introducción en el segundo lecho fluidificado de vapor de
agua e hidrógeno adicionales, en las proporciones de 4 a 12
moles de vapor de agua y 1 a 6 moles de hidrógeno por mol
de uranio, mientras se mantiene el segundo lecho fluidifica-
15 do a una temperatura de 575° a $675^\circ C$, para formar un segundo
producto de reacción intermedio que contiene dióxido de ura-
nio (UO_2), caracterizado porque el segundo producto de reac-
ción intermedio es transportado a un tercer lecho fluidifica-
do en el que se introducen cantidades adicionales de vapor de
20 agua e hidrógeno en las proporciones de 2 a 11 moles de vapor
de agua y 0,5 a 6 moles de hidrógeno por mol de uranio, mien-
tras se mantiene una temperatura de 575° a $675^\circ C$, para obtener
un tercer producto de reacción intermedio constituido esen-
cialmente por dióxido de uranio (UO_2), con una relación de
25 oxígeno a uranio de 2 aproximadamente y un bajo contenido en
fluoruro residual y donde el tercer producto de reacción inter-
medio es transportado al cuarto lecho fluidificado en el que
se introduce una mezcla de aire y nitrógeno para reducir to-
30 davía más el contenido del fluoruro y aumentar la relación
de oxígeno a uranio hasta 2,2-2,3 para producir un óxido de

1 uranio de calidad cerámica, adecuado para uso en la manufac-
tura de pastillas de combustible para reactores nucleares.

2. Un procedimiento según la Reivindicación 1, caracte-
5 rizado porque el producto de reacción intermedio sólido
que contiene fluoruro de uranilo (UO_2F_2) es enviado desde
el primer reactor de lecho fluidificado al segundo reactor
de lecho fluidificado utilizando como medio de transporte
los gases desprendidos en el primer reactor, que contienen el
10 fluoruro de hidrógeno (HF), siendo controlada la fracción mo-
lar de fluoruro de hidrógeno en el segundo reactor en un va-
lor inferior a 0,35 aproximadamente mediante la introducción
de nitrógeno (N_2) en el primer reactor, en una proporción de
0,5 a 5 moles de nitrógeno por mol de uranio.

3. Un procedimiento según las Reivindicaciones 1 o 2,
15 caracterizado porque se introducen hidrógeno (H_2) y/o nitróge-
no (N_2) en el primer reactor de lecho fluidificado, en las
proporciones de 1 a 8 moles de hidrógeno y 0,5 a 5 moles de
nitrógeno por mol de uranio.

4. Un procedimiento según las Reivindicaciones 1, 2 o
20 3, caracterizado porque la fracción molar de fluoruro de hi-
drógeno en el segundo reactor es controlada a un nivel bajo
por derivación de los gases desprendidos del primer reactor
a un sistema lavador de gases y transporte del primer produc-
to de reacción intermedio sólido desde el primer reactor has-
25 ta el segundo reactor utilizando vapor de agua como medio de
transporte.

5. Un procedimiento según cualquiera de las Reivin-
dicaciones 1 a 4, caracterizado porque el primer reactor de
lecho fluidificado se calienta a una temperatura de unos
30 550°C, el segundo reactor de lecho fluidificado se calienta a

1 unos 630°C, el tercer reactor de lecho fluidificado se ca-
lienta a unos 650°C y el nitrógeno introducido en el cuarto
reactor de lecho fluidificado se precalienta a una tempera-
tura de unos 300°C.

5 6. Un procedimiento según cualquiera de las Reivin-
dicaciones 1 a 5, caracterizado porque el segundo producto
de reacción intermedio es transportado desde el segundo reac-
tor de lecho fluidificado al tercer reactor de lecho fluidi-
10 ficado utilizando vapor de agua como medio transportador y
el tercer producto de reacción intermedio es transportado
desde el tercer reactor de lecho fluidificado al cuarto reac-
tor de lecho fluidificado utilizando nitrógeno como medio de
transporte.

15 7. Se reivindica por último como objeto sobre el
que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
UN PROCEDIMIENTO PARA CONVERTIR, EN REACTORES DE LECHO FLUI-
DIFICADO, EL HEXAFLUORURO DE URANIO (UF_6) EN UN POLVO DE OXIDO
DE URANIO.

20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la
presente memoria descriptiva que consta de veintinueve pá-
ginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 7 junio 1.977

BERNARDO UNGRIA

P.P.


25

30

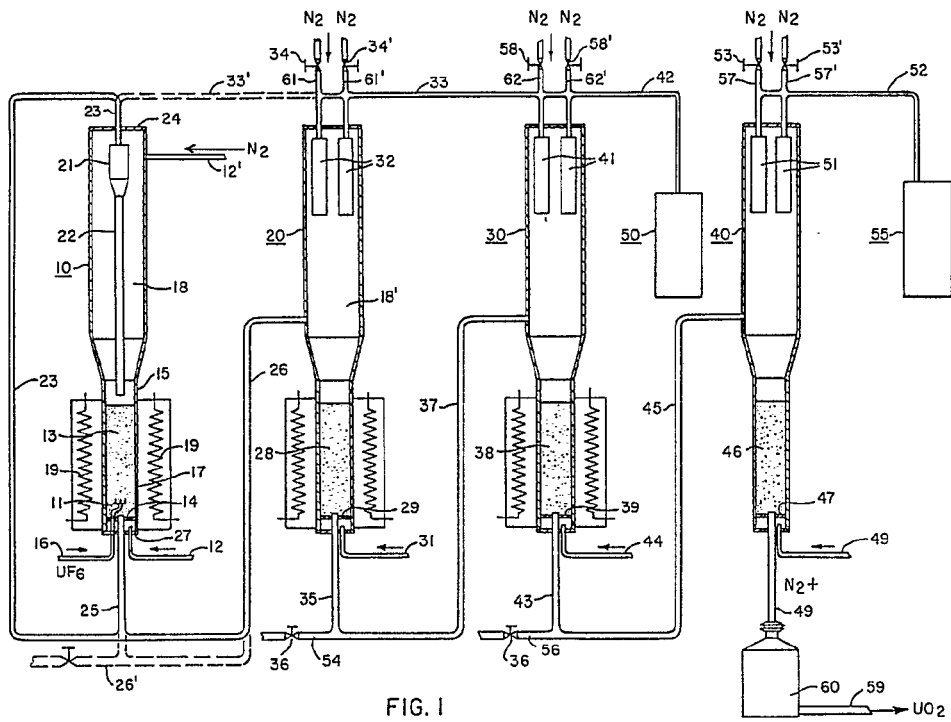
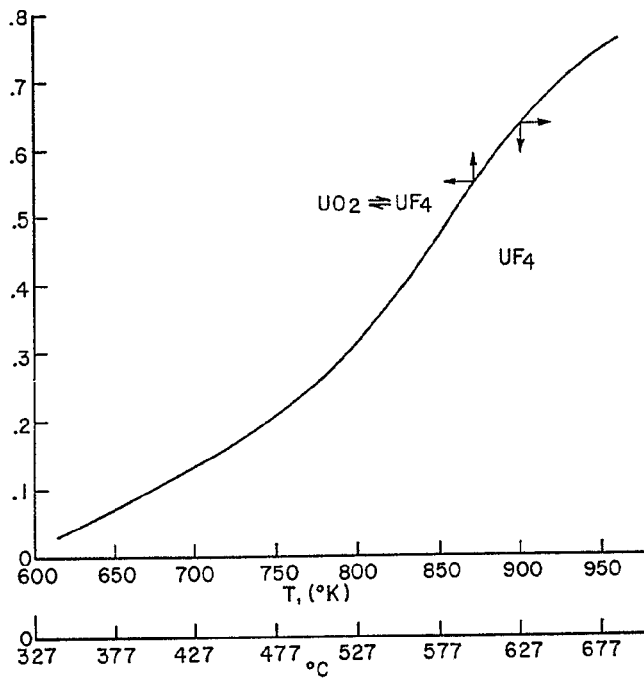
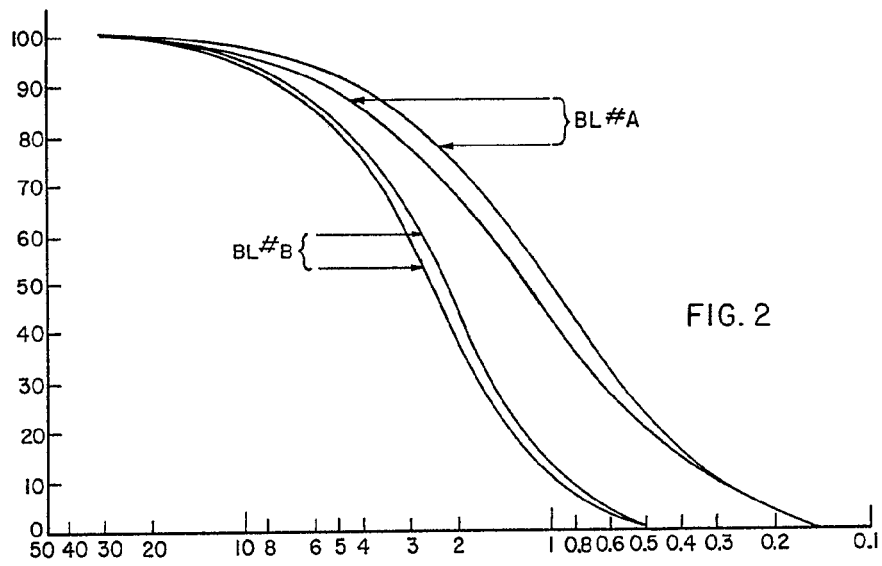


FIG. 1

ESCALA VARIABLE
Madrid, 7 junio 1.977
BERNARDO UNGRIA

P. 2
[Handwritten signature]



ESCALA VARIABLE
Madrid, 7 junio 1.977
BERNARDO UNGRIA