

345090

45



PATENTE DE INVENCION

Your file:No.1728.

345090

*Memoria Descriptiva*

*sobre*

"Perfeccionamientos en la construcción  
de reactores nucleares"

=====  
=====

*Solicitante:* UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION, entidad norteamericana, residente en Germantown, Maryland, EE.UU. de A.

=====  
=====

Esta invención se relaciona con reactores de energía nuclear y, más específicamente, a un reactor mejorado de energía nuclear que utiliza un recipiente de seguridad de reactor de hormigón pretensado y que usa

5. gas como fluido refrigerante.

- 2 -  
345090



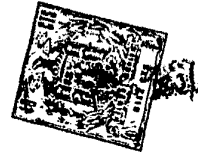
- El uso de un recipiente de seguridad para el reactor de hormigón pretensado para encerrar a un reactor nuclear ha sido sugerido con anterioridad. Entre las ventajas de esta forma de construcción de reactor están
5. su costo relativamente bajo y su insusceptibilidad a un fallo explosivo repentino. Además, las varillas pretensadas o cables reforzadores en el hormigón del vehículo del reactor tienden a mitigar la propagación de la avería en el recipiente del reactor, puesto que cada varilla es independiente de las otras. Las varillas pretensadas pueden ser colocadas hacia el exterior del recipiente del reactor, con el citado recipiente actuando por consiguiente como un protector para evitar la fisuración por radiación de las varillas. El realizar la
  10. construcción del recipiente de seguridad del reactor de hormigón pretensado también ha demostrado ser una ventaja, puesto que hay una dependencia menor sobre las habilidades especializadas y la inspección rigurosa, asociadas con aquellos tipos de recipientes para reactores que
  15. requieren soldaduras extensas de gruesos componentes metálicos.

- El uso de un recipiente de seguridad de reactor de hormigón pretensado que contiene todo el sistema primario incluyendo el núcleo, propagadores del fluido refrigerante principal, generadores de vapor y conductos del fluido refrigerante primario principal, ha sido sugerido con anterioridad a la presente. El hecho de que los conductos externos para el fluido refrigerante primario principal sean eliminados al encerrar todo el sistema
25. primario en el recipiente para el reactor, evita la posi
  - 30.

345090



- bilidad de una pérdida repentina de fluido refrigerante. Más aún, una protección biológica extensa, en adición al recipiente para el reactor, para encerrar a los generadores de vapor y los principales conductos para el fluido refrigerador primario se hace innecesaria, puesto que el mismo recipiente para el reactor desempeña esta función.
- 5.
- Aun cuando posee las ventajas mencionadas con anterioridad, un reactor de energía nuclear enfriado por gas que utiliza un recipiente para el reactor de hormigón pretensado que encierra a todo el sistema primario no está desprovisto de determinados problemas. Puesto que el equipo generador de vapor está contenido dentro del recipiente para el reactor, puede ser muy difícil efectuar la reparación y reemplazo de este equipo. El reparar o reemplazar partes del equipo generador de vapor mientras está dentro del recipiente para el reactor es difícil debido al espacio restringible disponible; sin embargo, debido al tamaño y la complejidad del equipo hasta ahora ha hecho poco práctico el sacarlo del recipiente para el reactor. Esto es debido a que las aberturas en el recipiente para el reactor de hormigón pretensado que son lo suficientemente grandes para facilitar la extracción del equipo generador de vapor, grande y complejo, hasta ahora han hecho muy difícil construir un recipiente para el reactor de una integridad satisfactoria. Como adición a los problemas de reparación y reemplazo, la operación a alta temperatura puede ocasionar problemas para mantener la integridad estructural de los elementos sustentadores del núcleo del reactor.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



Como consecuencia, es un objeto de esta invención proporcionar un reactor nuclear mejorado.

5. Otro objeto de la invención es proporcionar un reactor nuclear mejorado, enfriado por gas, en donde todo el sistema primario está encerrado dentro de un recipiente de seguridad para reactor de hormigón pretensado.

10. Todavía otro objeto de la invención es proporcionar un reactor nuclear del tipo descrito, en donde el equipo generador de vapor puede ser totalmente quitado y reemplazado con un efecto mínimo sobre la integridad del recipiente para el reactor.

15. Un objeto adicional de la invención es proporcionar un reactor de alta temperatura enfriado por gas, del tipo descrito, en donde se proporcionan medios para facilitar el enfriamiento de los elementos estructurales dentro del recipiente para el reactor.

20. Otros objetos y las diversas ventajas de la invención se harán aparentes, a aquellas personas versadas en el arte, por la siguiente descripción, tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en donde:

la FIGURA 1, es una vista lateral esquemática de corte completo de un reactor nuclear, construido de acuerdo con la invención;

25. la FIGURA 2, es una vista en perspectiva, con partes quitadas, de un reactor nuclear construido de acuerdo con la FIGURA 1; y

la FIGURA 3, es una vista fragmentaria, a mayor escala, en perspectiva de una porción del reactor de la FIGURA 2.

30. De una forma muy general, el reactor nuclear de



# 345090

- la invención comprende un recipiente de seguridad 11 para el reactor, alargado, de hormigón pretensado que incluye paredes terminales superior e inferior 12 y 13, respectivamente. El recipiente de seguridad, juntamente con las
5. paredes terminales, define una cámara alargada 14, orientada verticalmente, con regiones superior e inferior 15 y 16, respectivamente. Un núcleo reactivo 17 está sostenido en la región superior, y una pluralidad de módulos 18 generadores de vapor están sostenidos en forma amovible en la región inferior. Se proporcionan medios para circular gas refrigerante a través del núcleo y a través de los módulos generadores de vapor. El recipiente de seguridad para el reactor está provisto de un acceso de penetración 19 en la pared terminal inferior que se comunica con la cámara. El acceso penetración de tamaño suficiente para permitir el paso de cada uno de los módulos generadores de vapor a través del mismo. Se proporcionan dispositivos 21 de contención, amovibles para sellar el citado acceso de penetración.
- 10.
- 15.
20. Haciendo referencia a continuación con mayor detalle al reactor de la invención, el recipiente de seguridad 11 ilustrado para el reactor, de hormigón pretensado, es de corte transversal alargado y exteriormente de forma, a grosso modo, exagonal. Las nervaduras longitudinales 22 están dispuestas a todo lo largo del recipiente de seguridad para el reactor en el exterior del mismo, y éste está sostenido sobre una base cilíndrica 25, que puede estar formada íntegramente con el mismo. También son posibles otras formas externas para el citado recipiente de seguridad para el reactor, que quedan dentro
- 25.
- 30.

345090

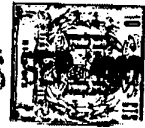


- del alcance de la invención. El recipiente de forma alargada para el reactor está colocado verticalmente a fin de adaptar el equipo interior en la forma que se describira posteriormente. El recipiente de seguridad para el reactor incluye paredes terminales superior e inferior 12 y 13 que proporcionan superficies exteriores generalmente planas y que, juntamente con el resto del recipiente para el reactor, definen una cámara alargada interior 14, orientada verticalmente. Se hace igualmente referencia en la presente que la citada cámara tiene regiones superior e inferior 15 y 16, respectivamente. Las paredes interiores de la cámara definida por el recipiente de hormigón pretensado para el reactor están forradas con un revestimiento 23 de aleación de acero que puede ser enfriado convenientemente.

- Como se ha mencionado con anterioridad, el recipiente 11 para el reactor está compuesto de hormigón pretensado, ofreciendo por ello determinadas ventajas. Entre estas ventajas está el hecho de que un vehículo de hormigón pretensado para el reactor no falla por una explosión repentina, sino que más bien desarrolla fugas excesivas primeramente. Estas fugas desahogan la presión interna hasta que las varillas empotradas en el hormigón pueden restablecer un grado considerable de integridad al vehículo para el reactor. Al encerrar todo el sistema primario en el vehículo para el reactor, no es necesario ningún conducto externo de fluido refrigerante principal y por ello se evita el peligro de una pérdida rápida de fluido refrigerante.

- El núcleo 17 del reactor está sostenido en la re

345090



- gión superior 15 y está rodeado completamente por un reflector 24. El núcleo puede ser de cualquier construcción conveniente; sin embargo, se describe una construcción preferida para el núcleo con mayor detalle más adelante en esta especificación. Los dispositivos que sostienen al núcleo en la región superior 15 también se describen con detalle posteriormente y sirven para sustentar al núcleo en tal forma que queda separado de la pared terminal superior 12 y de las paredes laterales de la cámara 14.
5. Los dispositivos sustentadores del núcleo son de una configuración tal que proporcionen un espacio anular que rodea al núcleo, siendo utilizado dicho espacio para el paso del gas, como se describiera posteriormente. El núcleo es de una construcción tal que un flujo de gas a través del núcleo puede ser establecido a fin de retirar calor para generar vapor.
- 10.
- 15.

- El equipo generador de vapor está localizado en la región inferior 16 de la cámara interior 14. El equipo generador de vapor es de construcción modular, comprendiendo una pluralidad de módulos 18 generadores de vapor dispuestos adyacentes unos con otros en la región inferior. Cada uno de los módulos es un generador de vapor independiente y puede incluir una tubería conveniente 29 (FIGURA 2) que constituye una sección economizadora de evaporación, una sección supercalentadora, y una sección recalentadora. Cada uno de los módulos generadores de vapor está rodeado por una pared cilíndrica 26 para retener y dirigir el gas caliente, conforme sale del núcleo reactor, sobre los tubos de las diversas secciones del módulo generador de vapor. El tamaño de los módulos es determina
- 20.
- 25.
- 30.

- 8 -  
345090



- do de acuerdo con las necesidades de un manejo y montaje fáciles, y la necesidad de ser lo suficientemente pequeño para pasar a través del acceso de penetración 19 previsto en la pared terminal inferior 13 del recipiente de seguridad 11 para el reactor. Posteriormente se explicarán detalles adicionales de la penetración. Además de las exigencias anteriores, un factor adicional son las consideraciones del tamaño exacto para una operación eficiente que gravita sobre la determinación del tamaño de los módulos generadores de vapor. El número total de módulos esta dado de acuerdo con la capacidad deseada del reactor de energía y de conformidad con el espacio disponible en la cámara 14.
- 5.
- 10.

- A fin de suministrar agua de alimentación a los generadores de vapor y a fin de extraer el vapor de los mismos para impulsar las turbinas para el equipo productor de electricidad, que no se muestra, cada módulo 18 generador de vapor está provisto con su propia penetración 27 del recipiente para el reactor. Cada una de las penetraciones 27 está provista de una estructura conveniente de contención y de un forro, indicados en 28, a través de los cuales pasan los diversos tubos necesarios para llevar agua de alimentación y vapor.
- 15.
- 20.

- El acceso de penetración 19 está provisto centralmente en la pared terminal inferior 13 y se comunica con la región inferior 16. Los dispositivos 21 de contención están asegurados en forma amovible en el acceso de penetración y están contruídos para proporcionar una contención conveniente para mantener la integridad del recipiente 11 para el reactor. El tamaño de la penetración 19, na-
- 25.
- 30.

345090



- turalmente, es tan pequeña como sea posible a fin de no debilitar indebidamente al recipiente para el reactor y a fin de no interferirse con las varillas pretensadas que se extienden a través de la pared terminal inferior 13
5. del recipiente para el reactor 11. Sin embargo, el tamaño del acceso de penetración 19 es suficiente, para permitir que cada módulo 18 generador de vapor sea pasado a través del mismo. Los módulos generadores de vapor son montados en forma amovible en la región inferior, siendo sustentados en la misma por bridas atornilladas convenientemente
10. o dispositivos similares, que no se muestran, a fin de que fácilmente pueden quitarse para su reparación o reemplazo. La evacuación a través del acceso de penetración puede ser efectuada por un equipo de manipulación, no re-
15. presentado y que puede ser diseñado de acuerdo con las técnicas conocidas, para ser capaz de desprender y levantar el módulo generador de vapor que va a ser desmontado, desplazándole en alineación con el acceso de penetración, y retirándolo de la región inferior a través del acceso
20. de penetración. Podrá ser necesario quitar otros elementos estructurales con anterioridad a la evacuación de un módulo generador de vapor, como en el caso de la estructura ilustrada, descrita detalladamente en un punto posterior en esta especificación.
25. A fin de circular el gas refrigerante a través del reactor, como se describirá posteriormente, se proporciona una pluralidad de bombas de circulación o compresores 31 de gas. Los compresores 31 de gas refrigerante pueden ser de cualquier tipo conveniente, pero cuando se usa
30. el helio como gas refrigerante, se prefiere que cada uno

345090



de los compresores sea un compresor de flujo axial de uno o dos escalones, impulsados directamente por una turbina de vapor de un solo escalon que pasa todo el flujo de recalentamiento del equipo generador de vapor. Este último tipo de compresor proporciona una alta eficiencia inherente, compacidad y una operación silenciosa y flexible. Un sistema de purificación, no ilustrado, puede ser proporcionado para vigilar y eliminar los contaminantes del gas refrigerante. Los compresores 31 de gas están dispuestos ligeramente más cerca de las paredes de la cámara 14 que los módulos 18 generadores de vapor. Una penetración 32 está provista para cada uno de los compresores de gas, y cada penetración incluye una estructura conveniente de contención, indicada en 33, para mantener la integridad del recipiente 11 para el reactor. Cada una de las estructuras 33 de contención está diseñada para proporcionar pasajes para la entrada y salida de vapor para la impulsión de vapor del compresor asociado de gas.

Aun cuando la construcción específica del núcleo 17 y su estructura asociada de sustentación no son críticas a la invención en su forma más amplia, la siguiente estructura descrita específicamente ha sido encontrada que proporciona determinadas ventajas en relación con el costo y operación, y constituye una incorporación preferida de la invención. Con referencia específicamente a las FIGURAS 2 y 3, la construcción específica del núcleo y su estructura sustentadora asociada pueden verse con mayor claridad. La forma general del núcleo es la de un cilindro circular recto con un diámetro que es ligeramente mayor que su altura. El núcleo está compuesto de una pluralidad de



- columnas de bloques separados de combustible 34 con una sección transversal exagonal, dispuestos con una separación triangular uniforme. Los bloques de combustible preferentemente se constituyen por una construcción de grafito prensado, en donde una pluralidad de varillas de material fisurable está empotrada. Cada uno de los bloques de combustible está provisto con una pluralidad de pasos verticales 38 en el mismo. Los pasos 38 se extienden completamente a través de los bloques de combustible y están
5. localizados en la misma posición en cada uno de los bloques de combustible, de tal forma que los pasos verticales se extienden totalmente a través de la longitud de cada una de las columnas de los bloques de combustible. Como se explicará subsecuentemente, estos pasos verticales son utilizados para pasar gas refrigerante a través del núcleo reactor 17.
- 10.
- 15.

- Los bloques de combustible 34 en algunas de las columnas del núcleo 17 contienen un par de canales paralelos 39 en su interior además de los pasos verticales 38.
20. Los canales 39 se extienden por todo el largo de estas columnas y permiten que las varillas de control, que no se muestran, sean bajadas a través del núcleo. Las impulsiones para las varillas de control pueden estar contenidas en las penetraciones 41 provistas en la pared terminal superior 12 del recipiente de seguridad 11 para el reactor. Se proporcionan contenciones convenientes 42 para estas penetraciones, y estas contenciones pueden ser desmontadas para permitir que las mismas penetraciones sean utilizadas para reabastecer al núcleo del reactor. Las
- 25.
30. columnas de los bloques 34 de combustibles que contienen



345090

- los canales 39 están colocadas axialmente hacia abajo en relación con las otras columnas, para eliminar la posibilidad del desplazamiento de los bloques 34 de combustible a través del núcleo en sus superficies de contacto. El alineamiento de los canales 39 y los pasos 38 es mantenido por una pluralidad de espigas 35 de grafito (figura 3) que se extienden desde la cara superior de cada bloque de combustible. Las espigas en cada bloque de combustible se ajustan en orificios conjugados en el fondo del bloque inmediatamente arriba. Las espigas pueden ser huecas y coaxiales con los pasos 38 para el gas refrigerante, para economizar espacio. Las espigas están hechas con suficiente resistencia para resistir cualesquiera fuerzas horizontales en inercia y de flujo que pueden ser impuestas sobre las columnas de bloques de combustible. Se proporciona un orificio 40 centralmente a cada uno de los bloques de combustible para permitir la inserción de una herramienta conveniente, no ilustrada para el manejo del reabastecimiento.

- Como se ha mencionado con anterioridad, el núcleo 17 está rodeado por un reflector 24. El reflector consiste en bloques 43 de grafito idénticos en su forma a los bloques 34 de combustible. Los bloques reflectores 43 están colocados en la misma disposición de columna que los bloques de combustible, formando prolongaciones de las columnas de bloques de combustible en dos capas arriba, y dos capas abajo, del núcleo 17. Los bloques reflectores en la capa superior están

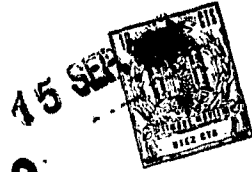
345090



5. provistos de clavetas 36 y claveteras 37 en las co-  
lumnas laterales alternas. Las clavetas y los claveteras  
se aseguran entre sí a los bloques, unos con otros,  
para evitar su movimiento relativo. Los bloques reflec-  
tores incluyen pasos 38 que forman continuaciones de  
los pasos 36 en los bloques de combustible. La altu-  
ra de algunos de los bloques reflectores 43 es dife-  
rente de los otros a fin de compensar el escalonamien-  
to vertical de las columnas de bloques de combustible  
10. con los canales 39. Además, dos hileras de columnas  
de los bloques reflectores 43 rodean a los lados del  
núcleo.

15. La porción radialmente más afuera del reflec-  
tor consiste en una pluralidad de bloques reflectores  
44 de grafito, también dispuestos en columnas. Los  
bloques reflectores 44 son substancialmente más gran-  
des que los bloques reflectores 43 y están formados  
con dos lados divergentes, opuestos angularmente, un  
lado arqueado y un lado de forma irregular opuesto  
20. al lado arqueado. El lado irregular de cada bloque  
reflector 44 forma un contacto conjugado con las  
columnas adyacentes de los bloques reflectores 43  
y el lado arqueado forma parte de una superficie ci-  
líndrica exterior. Esta configuración del reflector,  
25. desde luego, puede ser desechada, pero la configura-  
ción que se acaba de describir ha sido encontrada  
satisfactoria.

30. El reflector 24 consiste además en una capa  
superior de bloques reflectores 70 sobre las columnas  
de los bloques 34 de combustible. Cada uno de los



345090

- bloques reflectores 70 tiene pasos 38 en su interior y está provisto con una tapa metálica 53. Las tapas metálicas 53 se extienden arriba de la parte superior de los bloques reflectores 70 y forman un espacio hueco arriba de los extremos superiores de los pasos enfriadores 38 para las columnas de bloques de combustible. Una abertura circular 56 está definida por las tapas metálicas arriba de cada una de aquellas columnas que contienen los canales 39 para las varillas de control. Un aparato 45 de orificio, ilustrado en la FIGURA 2, está colocado en cada una de las aberturas 56 para controlar la velocidad del flujo del gas refrigerante a través de la abertura del espacio arriba del núcleo y los bloques reflectores. Los lados verticales de las tapas 53 están dispuestos de tal forma que las tapas que rodean a cada una de las aberturas 56 forman un recinto separado 54 que se comunica con dicha abertura. Las columnas exteriores de los elementos reflectores 44 no están provistos con tapas, sino que se extienden como bloques sólidos hasta la parte superior. Cada una de las tapas 53 está provista con una abertura central 57 en su interior, y una estructura de tubo 58 se comunica con dicha abertura y con una abertura 75 para el manejo de combustible, para facilitar la recepción de una herramienta levantadora para quitar los bloques reflectores 70 con tapas durante el reabastecimiento.

Las columnas de bloques de combustible y los bloques reflectores descansan sobre una capa de

345090



- grandes bloques sustentadores exagonales 46 con núcleo de grafito. Como se muestra en los dibujos, cada bloque sustentador 46 sostiene 7 columnas de bloques de combustible y bloques reflectores. Los bloques sustentadores 46 están provistos de chaveteros 47 y chavetas 48 para proporcionar un contacto de interconexión unos con otros. Las columnas de bloques de combustible y reflectores están colocadas en los bloques sustentadores 46 por una pluralidad de espigas 49 de grafito que proporcionan una restricción lateral y un alineamiento de columna en el fondo del núcleo 17. Como podrá verse por la FIGURA 3, la capa más baja de los bloques reflectores 43 está diseñada de tal forma que los pasos refrigeradores 38 en cada bloque convergen a una cámara 51 de recogida formada en cada bloque. Cada uno de los bloques sustentadores 46 tiene una pluralidad de pasos 52, comunicándose cada paso con una de las cámaras 51. Aún cuando no están ilustrados específicamente en los dibujos, cada uno de los pasos 52 en un bloque sustentador 46 individual converge en un solo paso de salida 55 (mostrado esquemáticamente en la FIGURA I) para pasar el gas refrigerante a través de la capa de bloques sustentadores y descargarlo debajo de los mismos. La capa de bloques sustentadores 46 del núcleo está rodeada radialmente y es continuada por una pluralidad de bloques sustentadores 50 de núcleo, mas grandes. Los bloques sustentadores 50 de núcleo están formados para acoplarse con los bloques 46 y formar una superficie exterior cilíndrica. Los bloques 50 sostienen a las columnas laterales de los
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.

345090



bloques reflectores 43 y 44.

5. Los bloques sustentadores 46 y 50 del núcleo de grafito, asegurados entre sí están sostenidos por una plataforma sustentadora 61 de núcleo hueco por una pluralidad de postes verticales 62 de grafito. Los postes de grafito tienen extremos esféricos para permitirlos que basculen ligeramente para acomodar una expansión diferente entre las partes de la estructura. Los extremos superior e inferior de los postes están localizados en asientos esféricos 63 provistos en el fondo de los bloques sustentadores de núcleo y la parte superior del piso sustentador del núcleo.

10. El piso sustentador 61 del núcleo consiste de una placa superior 64 de acero y una placa inferior 66 de acero. Debido al flujo refrigerador, que será descrito posteriormente, las placas 64 y 66 pueden ser fabricadas de un acero de aleación baja. Una pluralidad de postes 67 de acero se extiende entre las placas superior e inferior 64 y 66 para separarlas y asegurar las placas entre sí.

15. Se proporciona la restricción lateral del núcleo y de los reflectores por un cuerpo cilíndrico 71 de núcleo, que comprende un cilindro de acero que se extiende desde la parte superior del reflector 24 hasta más abajo del piso sustentador 61 de núcleo. El cuerpo cilíndrico de núcleo y el piso sustentador 61 del núcleo están sostenidos por una pluralidad de columnas sustentadoras 72 que se extienden verticalmente en los intersticios entre los genera-

345090



- dores de vapor 18. Se pueden proporcionar cuñas convenientes, que no se muestran, en espacios a lo largo de las superficies curvas de los elementos reflectores exteriores 44 para asegurar el núcleo y el reflector radialmente al cuerpo cilindrico del núcleo
5. en tal forma que permita una expansión relativa entre el núcleo y el reflector y el citado cuerpo, mientras que al mismo tiempo se mantiene una localización precisa y una restricción lateral del núcleo y del
10. reflector dentro del cuerpo cilindrico. Los bloques sustentadores 50 más afuera del núcleo también están asegurados, por medio de las chavetas 76, al cuerpo cilindrico del núcleo. El mismo cuerpo cilindrico del núcleo está asegurado radialmente al recipiente
15. de seguridad para el reactor por las chavetas 73 que se extienden dentro del espacio entre las proyecciones 74, proyectándose radialmente hacia adentro de las paredes del revestimiento 23 del recipiente 11 para el reactor. La placa superior 64 del piso sustentador 61 del núcleo está asegurada convenientemente
20. al cuerpo cilindrico del núcleo y está sellada al mismo para evitar la fuga del gas del espacio arriba del piso sustentador del núcleo, al exterior del cuerpo cilindrico del núcleo.
25. Las columnas sustentadores 72, se extienden hacia arriba desde un piso sustentador inferior 77, que incluye una especie de pua central 68 y un manguito exterior 69 separados de las mismas para hacer huecas a las columnas. El piso sustentador inferior
30. 77 también es hueco. Y consisten en una placa su-



<sup>18</sup>  
345090

- perior 78 y una placa inferior 79. Las puas 68 de las columnas 72 se extienden a través del piso inferior y están fijadas a haces 81 de varillas flexibles sostenidas en receptáculos convenientes
5. 82 fijados al revestimiento 23 del recipiente para el reactor y que están sostenidos en la pared terminal inferior 13 del recipiente 11 para el reactor. Los haces 81 permiten la expansión térmica de las placas del piso. El piso inferior está separado del
10. extremo inferior de la cámara 14 y está sellado al recipiente 23 para formar un defelctor para el gas refrigerante y para definir un recinto inferior 83 en el que se junta el gas refrigerante y para definir un recinto inferior 83 en el que se junta el gas
15. antes de entrar a los compresores 31, como se explicará posteriormente.

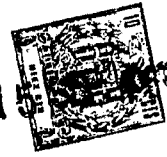
- Por medio de la construcción anterior, toda la estructura sustentadora dentro del cuerpo cilíndrico 71 del núcleo y toda la estructura sustentadora debajo del cuerpo cilíndrico del núcleo
20. y arriba del piso inferior 77 es amovible y reemplazable. Esto significa que la evacuación de los módulos 18 generadores de vapor es posible para su reparación y reposición. A fin de quitar los módulos
25. 18 generadores de vapor, el núcleo 17 del reactor y el reflector 24 son sacados a través de las penetraciones superiores 41 por el desmontaje de los bloques individuales de los cuales están compuestos el núcleo y el reflector. Los bloques sustentadores
30. 46 del núcleo y los postes sustentadores 62 del



345090

- núcleo son quitados entonces en una forma similar. El piso sustentador 61 del núcleo es desmontado y sacado entonces, igualmente a través de la penetración superior 21. El desmontaje puede ser efectuado,
5. ya sea cortando el piso, si es de una construcción doblada, o quitándole los tornillos, si está compuesto de secciones atornilladas. Las columnas sustentadoras huecas 72 arriba de los haces de varillas 81 son desmontadas entonces.
10. La estructura de contención 21 para el acceso de penetración 19 puede ser quitada entonces. Una abertura central conveniente, que no está ilustrada, está provista en el piso inferior 77 y un cierre para la misma (que tampoco se ilustra), es des-
15. montado a través del acceso de penetración 19. Los módulos 18 generadores de vapor, que primeramente son desacoplados de la estructura 28 de contención y de las tuberías de agua y de vapor que se extienden a través de la misma, son entonces levantados
20. radialmente hacia arriba para librar la estructura asociada y el piso inferior 77. Los módulos generadores de vapor se disponen entonces en alineación con el acceso de penetración de 19 y son retirados a través del mismo. Cuando es necesario reemplazar
25. un módulo generador de vapor, el proceso que se acaba de describir puede ser invertido y las partes internas del reactor montadas nuevamente para su operación.
30. Es deseable operar el reactor a temperaturas relativamente altas a fin de producir vapor

345090



- de altas temperaturas para operar aparatos modernos de generación de electricidad impulsados por turbinas de vapor. Estas temperaturas altas del vapor requieren una temperatura correspondientemente alta
5. del gas refrigerante cuando sale del núcleo 17, por ejemplo, casi los 815.5° C. Los materiales estructurales capaces de sostener el peso del núcleo y los elementos reflectores, los generadores de vapor, y los aparatos asociados a dichas temperaturas son caros y aumentan el costo de construcción del reactor significativamente. El enfriamiento suplementario también es caro. Por consiguiente, es deseable que el flujo de retorno del refrigerador de gas sea dirigido de tal forma que los elementos estructurales sean
10. enfriados suficientemente para que permitan el uso de materiales estructurales de costo inferior. El proceso de flujo descrito posteriormente es facilitado por la construcción global del reactor como se ha descrito con anterioridad y proporciona suficiente
15. enfriamiento a los elementos estructurales del reactor como para permitir una reducción considerable en el costo del material.

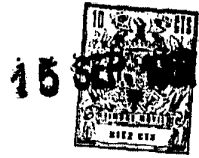
- El gas refrigerante reunido en el espacio de la parte superior del núcleo 17 del reactor y su reflector circundante 24 pasa a través de la abertura 56 del orificio y dentro de los recintos 54. El
25. gas entonces penetra en los pasos 38, fluyendo a través de los mismos y dentro de la cámara 51. Conforme al gas fluye a través de los pasos 38, es calentado por el núcleo del reactor debido al calor genera
- 30.

- 21 -  
345090



- do por la reacción de la cadena de fisión en el núcleo. El gas caliente es recogido en la cámara 51 y luego pasa a través de los bloques sustentadores 46, a través de los pasos 52 y 55 en su interior, y
5. entra en el espacio entre los bloques sustentadores inferiores 46 y el piso sustentador 61 del núcleo. Los cilindros 26 que revisten a los tubos 29 de los módulos 18 generadores de vapor son mantenidos en comunicación fluida con el espacio arriba del piso
10. 61 por los conductos 85 que pasan a través del espacio hueco entre la placa superior 64 y la placa inferior 66 del piso sustentador 61. En esa forma, el gas refrigerante pasa a través de los conductos 85 y por encima de los tubos de los módulos 18 generadores de vapor.
- 15.

- Los cilindros de revestimiento 26 de los módulos generadores de vapor se comunican con el recinto 83 debajo del piso inferior 77 y descargan el gas refrigerante dentro del mismo después de que
20. el gas ha pasado por encima de los tubos de los módulos generadores de vapor. Cada uno de los compresores refrigeradores 31 están provistos con una abertura 84 de entrada que se comunica con el recinto 83. El gas refrigerante es inducido por ello dentro de los compresores 31 del recinto 83. El recinto 83 está dividido por un deflector 86 en dos porciones. En una disposición satisfactoria, pueden estar provistos cuatro compresores 31 de gas, dos de los cuales se comunican con cada una de las porciones del recinto 83 a cada lado del deflector 86.
- 25.
- 30.



345090

En una disposición así, es preferible que la mitad de los módulos 18 generadores de vapor descarguen dentro de cada porción del recinto 83.

5. El gas refrigerante, después de haber sido comprimido, es descargado a alta presión dentro del espacio entre el piso sustentador 61 del núcleo y el piso inferior 77. La placa inferior 66 del piso sustentador del núcleo está provista con aberturas en su interior que se comunican con el espacio debajo del piso sustentador del núcleo, y el
10. gas refrigerante circula a través del espacio entre las placas superior e inferior del piso sustentador del núcleo. Las aberturas 90 están provistas en el cuerpo cilíndrico 71 del núcleo, comunicándose
15. el espacio entre las placas superior e inferior del piso sustentador 61 del núcleo y el espacio anular entre el citado cuerpo 71 del núcleo y el revestimiento 23 del recipiente para el reactor. El gas descargado dentro de este espacio anular circula
20. hacia arriba alrededor del cuerpo cilíndrico de núcleo para enfriarlo y pasa una vez más dentro del espacio arriba de la parte superior del núcleo 17 y su reflector circundante 24. A partir de aquí, se repite el circuito de circulación descrito.
- 25.

- A fin de enfriar a las columnas sustentadoras 72, cada uno de los manguitos circundantes 69 proporcionan comunicación con el espacio comprendido entre las placas superior e inferior
30. 64 y 66, respectivamente, del piso sustentador 61



345090

- de núcleo y el espacio entre las placas superior e inferior 78 y 79, respectivamente, del piso inferior 77.. Así, ocurrirá un flujo de gas refrigerante hacia abajo en el interior de los manguitos 69 para descargar dentro del piso inferior hueco 77. Esto hace que se enfríe cada manguito y la pua 68 que rodea. Una pluralidad de conductos 88 están provistos a intervalos separados al rededor del borde exterior del piso inferior 77. Estos conductos se comunican entre el piso inferior hueco 77 y el espacio anular que rodea al cuerpo cilindrico 71 del núcleo. La separación y los orificios están dispuestos de tal forma que aproximadamente el 15% del refrigerante primario pasa hacia abajo a través de las columnas sustentadoras huecas 72, mientras que aproximadamente el 80% del total del refrigerante primario fluye a través del piso sustentador 61 del núcleo. El otro 5% se pierde por las fugas a través de los diversos sellos.
- 5.
  - 10.
  - 15.

- La construcción global descrita presenta áreas extendidas de superficie de los diversos elementos estructurales al flujo refrigerante, después de que el refrigerante ha pasado sobre los generadores de vapor y por ende está a su temperatura más baja. Por consiguiente, los elementos estructurales del reactor son mantenidos a la temperatura más baja posible para la integridad estructural sin el uso del enfriamiento suplementario. Al establecer un flujo hacia abajo de gas refrigerante a través del núcleo, los bloques en cada columna del núcleo son empujados hacia abajo uno contra el otro y los bloques sustentadores del núcleo sobre los que descansan. Esto ayuda a mantener las posiciones
- 20.
  - 25.
  - 30.

345090



- relativas de los bloques en el núcleo. Por tanto, se podrá ver que la invención proporciona un reactor nuclear mejorado que utiliza gas como refrigerante y en donde todo el sistema primario es encerrado dentro de un recipiente de seguridad de hormigón pretensado para el
5. reactor. El reactor de la invención es capaz de operar a temperaturas relativamente altas y efectúa un enfriamiento substancial de los diversos elementos estructurales a fin de facilitar su operación a altas temperaturas. El equipo generador de vapor es completamente
10. desprendible del interior del recipiente para el reactor, para facilitar su recambio y reparación.

- Diversas modificaciones y otras incorporaciones de la invención, además de las que han sido mostradas y descritas en el presente, serán aparentes, a aquellas personas versadas en el arte, por la descripción anterior y los dibujos adjuntos. Tales incorporaciones y modificaciones se pretende que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.
- 15.

20. 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 Norteamérica con el nº 580.570 de 16 de Septiembre de 1966, acogiendo por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esen-
- 25.
- 30.

345090



cia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE REACTORES NUCLEARES", caracterizándose por lo siguiente:

5. 1.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares, caracterizados porque se dispone un recipiente de seguridad alargado de hormigón pretensado para reactor, que incluye paredes terminales superior e inferior, definiendo dicho recipiente para reactor una
10. cámara alargada, orientada verticalmente, con regiones e inferior, un núcleo reactivo y dispositivos que lo sostienen en dicha región superior, una pluralidad de módulos de generador de vapor, sostenidos en forma desmontable en dicha región inferior, dispositivos para
15. circular gas refrigerante a través de dicho núcleo y a través de dichos módulos generadores de vapor, teniendo dicho recipiente para reactor un acceso de penetración en dicha pared terminal inferior que se comunica con dicha cámara, siendo dicho acceso de penetración de
20. un tamaño suficiente para que permita el paso de cada uno de dichos módulos generadores de vapor a través del mismo, y dispositivos desmontables de contención para sellar a dicho acceso de penetración.
25. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicha pared terminal superior de dicho recipiente para reactor incluye una pluralidad de penetraciones en la misma para el asiento de las varillas de control y el aparato de reabastecimiento para dicho núcleo.
30. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación

345090



2, caracterizados porque dicho núcleo y una porción considerable de dichos dispositivos que sostienen al mismo son amovibles a través de dichas penetraciones en dicha pared terminal superior, para facilitar la extracción de dichos módulos generadores de vapor a través de dicha acceso de penetración.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicho núcleo se constituye por una pluralidad de columnas de bloques separables, en donde dichas columnas tienen, cada una, pasos verticales para el refrigerante, formados a través de las mismas, y en donde dichos dispositivos de circulación del refrigerante incluyen dispositivos para dirigir un flujo de refrigerante hacia abajo a través de dichos pasos para el refrigerante desde el extremo superior del fondo de dicho núcleo.

5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos dispositivos sustentadores del núcleo comprenden un piso sustentador, del núcleo, esencialmente hueco, que se extiende transversalmente de dicha cámara entre dichas regiones superior e inferior, teniendo dicho piso sustentador del núcleo una pluralidad de pasos en el mismo que se comunican entre cada uno de dichos módulos generadores de vapor y dicha región superior, para pasar refrigerante de dicha región superior a dichos módulos generadores de vapor, comprendiendo adicionalmente dichos dispositivos sustentadores de núcleo una pluralidad de columnas huecas que sostienen a dicho piso sustentador del núcleo, y en donde dichos dis-



345090

positivos de circulación del refrigerante incluyen dispositivos para dirigir el refrigerante a través del interior de dicho piso hueco sustentador del núcleo y el interior de dichas columnas huecas para enfriarlas, mientras que dirige a dicho refrigerante de dichos módulos generadores de vapor a dicho núcleo.

5. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos dispositivos de circulación del refrigerante incluyen una pluralidad de compresores de gas localizados en dicha región inferior, y además incluyen dispositivos para dirigir el refrigerante a través de dichos compresores inmediatamente después de que dicho refrigerante pasa a través de dichos módulos generadores de vapor.

10. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque los citados dispositivos que dirigen el refrigerante comprenden un piso inferior que se extiende transversalmente de dicha cámara en dicha región inferior, estando dicho piso inferior separado de dicha pared terminal inferior para definir parcialmente por lo menos un recinto y con aberturas para permitir que el refrigerante de dichos módulos generadores de vapor pase a través de los mismos, teniendo dichos compresores aberturas de entrada que se comunican con dicho recinto.

15. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque los citados dispositivos que dirigen el refrigerante incluyen un deflector que divide el espacio entre dicha pared terminal y dicho piso inferior en dos recintos separados, y en donde

20. 25. 30.



345090

dichos compresores de gas tienen, cada uno, una abertura de entrada que se comunica con uno de dichos recintos.

- 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque dichos dispositivos
5. sustentadores del núcleo comprenden un piso sustentador del núcleo, esencialmente hueco, que se extiende transversalmente a dicha cámara entre dichas regiones superior e inferior, teniendo dicho piso sustentador del núcleo una pluralidad de conductos en
10. su interior que se comunican entre cada uno de dichos módulos generadores de vapor y dicha región superior para pasar el refrigerante de dicha región superior a dichos módulos generadores de vapor, comprendiendo además dichos dispositivos sustentadores del núcleo una pluralidad de columnas que se extienden
15. entre dicho piso sustentador del núcleo y dicho piso inferior y que sostienen a dicho piso sustentador del núcleo, en donde dichos compresores se colocan para descargar dentro del espacio entre dicho piso inferior y dicho piso sustentador del núcleo, para enfriar a dicho piso sustentador del núcleo a dichas columnas, siendo dicho piso inferior hueco, teniendo dichas columnas pasos enfriadores en su interior
20. que se comunican entre el interior de dicho piso sustentador hueco del núcleo, y el interior de dicho piso inferior hueco, comprendiendo además los citados dispositivos que dirigen el refrigerante dispositivos para dirigir el refrigerante del interior de dicho piso sustentador hueco del núcleo y del anterior de dicho piso inferior hueco a la parte supe-
- 25.
- 30.

345090



rior de dicho núcleo, y de la parte superior de dicho núcleo hacia abajo a través de dicho núcleo.

5. 10.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares", tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de veintinueve hojas escritas en una sola cara.

Madrid, 15 SEP. 1967

UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION.

J. GOMEZ ACEBO Y MODET  
p.p. Firmado: F. Hernández Rull