

34781

1^{er} CERTIFICADO DE ADICION
=====

BA. 2164.3.



Memoria Descriptiva

sobre:

"Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº PV. 316.924, concedida el 13 de octubre de 1966, por: "REACTOR NUCLEAR DE MODERADOR LIQUIDO"

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, residente en: 29, rue de la Fédération, PARIS 15e, Francia.

=====

El presente invento se refiere a un reactor nuclear de moderador líquido, enfriado por circulación de un refrigerante gaseoso, y muy particularmente a un reactor en el cual se realizan las funciones de retención del moderador y de resistencia a la pre

5.



30 NOV. 1967

si3n del gas refrigerante por medio de 3rganos diferentes.

- En tal reactor, un tanque contiene el moderador mientras una caja de grandes dimensiones, de hormig3n pre-tensado por ejemplo, contiene el tanque y delimita el circuito del gas refrigerante, soportando la presi3n de este 3ltimo. El tanque se halla atravesado por canales de recepci3n de los elementos combustibles y de circulaci3n del gas refrigerante que pueden estar constituidos por tubos calandrias relativamente delgados.
- 5.
10. Semejante disposici3n permite utilizar un tanque bastante ligero; es de suma importancia por tanto efectuar de tal modo la distribuci3n de las presiones del moderador y del gas que la diferencia entre ambas no ofrezcan el riesgo de fragmentar la totalidad 3 parte de las estructuras de este tanque.
15. A f3n de evitar este riesgo, se ha concebido de acuerdo con la patente principal un reactor nuclear en el cual se efectúa el equilibrio entre las presiones del gas y del moderador por medio de una c3mara fraccionada por un tabique m3vil en dos compartimientos unidos uno al punto de presi3n m3s alta del circuito de moderador y el otro al punto de presi3n m3s baja del circuito del refrigerante.
20. En el ejemplo de realizaci3n descrito y representado en esta patente, la 3 las c3maras de equilibrio se hallan emplazadas en el exterior del recinto resistente a la presi3n de gas, y, en caso de accidente, 3stas c3maras regulan la apertura de una v3lvula de puesta en comunicaci3n del tanque del moderador con un dep3sito de vaciado y de almacenamiento de este 3ltimo.
- 25.
30. Tal disposici3n resulta muy eficaz en funciona-



- miento normal del reactor y permite dar al gas refrigerante una presión ligeramente superior a la del moderador, de tal forma que éste gas tiene tendencia, en caso de rotura de uno de los tubos de calandria, a penetrar en el interior del moderador y por ende a impedir la dispersión de dicho moderador en el recinto.
- 5.
- Sin embargo, conviene hacer constar que, en caso de accidente importante, el vaciado sólo puede accionar un sistema complejo de medida de nivel y de accionamiento de válvula y que está a merced de un fallo de éste sistema. Además, el tiempo empleado en accionar la apertura de la válvula por parte de la cámara de equilibrio ofrece el riesgo de no ser lo suficientemente breve y dar lugar a que el gas que penetra en el moderador cree una presión excesiva en la parte superior del tanque, presión excesiva que tiende a rechazar dicho moderador en dirección a la salida de los canales hasta el recinto que contiene el gas. Ahora bien, cuando éste recinto contiene la totalidad del circuito de refrigerante y en particular los cambiadores de calor y los inyectores, esto presenta muy serios inconvenientes, puesto que el moderador dispersado en éste recinto es difícilmente recuperable debido tanto a la importancia como a la complejidad de los órganos contenidos en el mismo. Por otra parte, existe el peligro de que éste moderador produzca una corrosión en las paredes metálicas del recinto y de los cambiadores de calor y que se evapore además por contacto con el gas y las estructuras calientes y por ende provoque un aumento muy sensible de la presión interna en dicho recinto, aumento que puede resultar peligroso é implicar un deterioro
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



ro é incluso una rotura de la caja. Además, la rotura de una canalización de enlace entre el tanque que contiene el moderador y una cámara de equilibrio no debe crear una fuga demasiado importante de moderador puesto que existiría el riesgo de destrucción del tanque bajo el efecto de la presión de dicho moderador. Hace falta por tanto utilizar canalizaciones de escaso diámetro.

Para suprimir éstos inconvenientes y hacer más eficaz el dispositivo de equilibrio de la patente principal, el presente invento tiene por objeto aportar un perfeccionamiento al mismo según el cual la cámara de equilibrio está constituida por un depósito de almacenamiento y de vaciado del líquido moderador colocado a un nivel inferior al del núcleo del reactor, depósito que se halla constantemente en comunicación en su parte superior con un punto del circuito refrigerante situado en una zona en la cual es bastante débil la presión y en su parte inferior con el circuito de moderador, aislando ambos fluidos un tabique móvil.

En una forma de realización preferida, el depósito de equilibrio está colocado en el interior del recinto a presión, en el interior de éste.

De ésta forma se realiza el equilibrio de las presiones en funcionamiento normal por parte del depósito de almacenamiento del mismo modo que anteriormente por la cámara de equilibrio, y en cambio en caso de accidente se evita absolutamente cualquier riesgo de dispersión del moderador en el recinto. La presión de gas puede con todo ser ligeramente superior a la del moderador. Por otra parte, cuando se coloca el depósito en el propio recinto, el llenado y vaciado del núcleo pueden efectuarse sin que ha-



ya que retirar el moderador de dicho recinto a presión.

Diversas otras ventajas y características del in
vento se evidenciarán por otra parte por la descripción de
tallada que sigue de una forma de realización facilitada a
5. título de ejemplo no limitativo y representada esquemática
mente, en sección longitudinal, en la única figura del pla
no anexo.

El reactor nuclear de moderador líquido, enfria-
do por circulación de un gas refrigerante, representado en
10. ésta figura, comprende un recinto 4 de protección biológi-
ca y de resistencia a la presión del gas refrigerante,
constituido con preferencia por una caja de hormigón pre-
tensado separada en dos compartimientos 8 y 10 por una so-
lera horizontal 6. El compartimiento superior 8 contiene
15. el núcleo 12 del reactor en tanto que el compartimiento in
ferior 10 contiene el dispositivo 14 de cambio térmico en-
tre el refrigerante y un fluido secundario, por ejemplo
agua.

La solera 6 está sustentada por una falda 16 pa-
20. ralela a la pared de la caja 4 y prolongada por encima de
dicha solera en torno al núcleo del reactor para formar
una pared de conducción de la circulación del gas.

En la parte inferior del compartimiento 10 se ha-
llan montados inyectores 18 accionados desde el exterior
25. del recinto y dispuestos de forma que su aspiración se en-
cuentra en el interior de la falda 16 mientras que su eyección
vía a dar al canal anular 15 formado entre ésta falda
16 y la caja 4. El gas refrigerante circula así entre el
núcleo 12 del reactor, la solera 6, los cambiadores 14, los
30. inyectores 18 y el espacio anular 15 para regresar al núcleo



del reactor.

5. Este núcleo 12 está constituido por un tanque que contiene el moderador líquido, por ejemplo agua pesada y está atravesado por tubos de calandria 24 verticales, de los cuales sólo uno ha sido representado en trazos en la figura, destinados a recibir los elementos combustibles y recorridos por el gas refrigerante.

10. Por encima de éste tanque, el circuito de líquido moderador comprende un sistema de refrigeración compuesto por una bomba 20 y un cambiador térmico 22, comunicando la bomba 20 con la parte superior del tanque, en tanto que el cambiador 22 se halla en comunicación con un punto próximo al fondo del mismo.

15. El fondo del tanque 12 se halla por otra parte en comunicación por un conducto 26 de sección importante, que atraviesa la solera 6, con un sumidero 28 dispuesto en el fondo de un depósito 30 montado en la parte inferior de la caja 4 por debajo de los trocadores 14 y en las inmediaciones de los inyectores 18. Este conducto 26 termina con preferencia en el interior del sumidero 28 por un divergente 27.

25. Este depósito 30 tiene una dimensión suficiente para contener la totalidad del líquido moderador que llena el tanque 12. Dispone en su parte superior de una embocadura de respiración 32 que vá a dar al recinto por debajo de los cambiadores térmicos 14. Un pistón 34, constituido por ejemplo por una capa de aceite de silicona, móvil en éste depósito 30, aísla el moderador que proviene del conducto 26 y del sumidero 28 del gas que penetra por la embocadura 32. Este depósito 30 desempeña así la misión de cá

30.



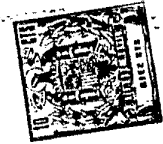
mara de equilibrio entre las presiones del gas del recinto 4 y del moderador contenido en el tanque 12.

5. Incluso en este punto próximo a los inyectores 18 y a los cambiadores de calor 14, la presión del gas es ligeramente superior a la del moderador, y su acción sobre el pistón 34 rechaza dicho moderador hacia el tanque 12.

10. Un conducto 36 de extracción del gas contenido en la embocadura 32 vá a dar a dicha embocadura y, atravesando la pared 4 de la caja, conduce a un circuito de desecación constituido por un sistema de caldeo 38 y accionado por una bomba 40, de donde el gas seco es enviado de nuevo al recinto de presión, en las inmediaciones de dicha embocadura 32, por un segundo conducto 42. Cualquier partícula de líquido moderador que haya sido arrastrada por el gas contenido en el depósito 30 se elimina de este modo automáticamente.
- 15.

20. Un circuito de presa se halla ligeramente montado sobre el circuito de moderador en las proximidades del depósito 30. Comprende un conducto 48 de extracción que comunica la parte inferior del conducto 26 con un circuito de desgasificación compuesto por un globo desgasificador 44 en el cual se descomprime el agua pesada y un circuito anexo que permite la evacuación de los gases parásitos a la atmósfera por una parte y la recombinación catalítica del gas en una unidad 54 por otra parte, devolviéndose el gas recombinado al globo 44.
- 25.

30. Un conducto de retorno 50 que atraviesa un dispositivo de depuración 56 comunica el fondo del globo desgasificador 44 con el conducto 26 en las inmediaciones del depósito de almacenamiento 30.



El globo desgasificador 44 se halla igualmente en comunicación por un conducto de extracción 46 con los puntos alto del circuito de moderador, es decir, con un punto situado más allá de la bomba 20, lo cual permite la purga del tanque.

5.

De éste modo se mantiene el moderador absolutamente puro y cualquier volúmen de gas, por pequeño que sea, que haya penetrado en el tanque, ó en el depósito de equilibrio 30, es inmediatamente eliminado sin que pueda penetrar más adelante en el circuito.

10.

Durante el funcionamiento normal del reactor, cualquier diferencia de las presiones del gas y del moderador es equilibrada en el depósito 30 que desempeña la misión de cámara de equilibrio, siendo depurados los dos fluidos gas refrigerante y moderador por los circuitos de desecación y de desgasificación.

15.

Si pese a todo se produce un accidente cualquiera y provoca la rotura de un tubo de calandria 24, el gas refrigerante cuya presión es superior a la del moderador contenido en el tanque 12 tiene tendencia a penetrar en éste y a impeler dicho moderador hacia el fondo del tanque, es decir, al conducto 26 y al depósito 30.

20.

La sección importante del conducto 26 permite un vaciado rápido del tanque antes de que el moderador haya tenido tiempo de ejercer una presión en la parte inferior de los tubos de calandria y deslizarse a través de éstos al recinto que contiene el gas. Por otra parte es tal la dimensión del depósito de vaciado 30 que la totalidad del moderador del tanque puede evacuarse rápidamente sin riesgo de que chorree al interior del recinto y por ende se mez-

25.

30.

30 NOV



de el gas refrigerante.

5. La presión del gas en la parte superior de éste depósito 30 es menor que la que existe en las inmediaciones del tanque y el propio depósito se encuentra a un nivel inferior al de dicho tanque; por lo tanto, es posible aceptar en la canalización 26 una pérdida de carga bastante importante sin que el moderador del tanque pueda hallarse a una presión superior a la de la parte inferior de los tubos de calandria 24.
10. Se podría pues evacuar una cantidad de agua pesada correspondiente en volumen y en caudal a la del gas que penetra en la parte superior del canal sin que el agua pesada pudiera fluir a la parte inferior de dicho tubo. Sea cual fuere la importancia del incidente ocurrido y principalmente de la fuga de los tubos de calandria 24, quedan suprimidos los riesgos de penetración del moderador en el propio recinto.
15. En efecto, teniendo el depósito 30 una dimensión suficiente para contener la totalidad del moderador del tanque, puede fácilmente, cuando se detiene el reactor, es decir, en ausencia de presión en el recinto, servir de depósito de almacenamiento de dicho moderador, estando el tanque 12 en éste caso absolutamente vacío.
20. Este depósito de almacenamiento 30 dispone con preferencia de un sistema de caldeo 58 que permite calentar el moderador acumulado antes de poner en funcionamiento el reactor.
25. Antes del arranque del reactor, se caldea el moderador hasta la temperatura de funcionamiento a fin de que se dilate y adquiera un volumen próximo al del que ocu
- 30.

30 NOV 1957



pará en el tanque. A continuación se abre el circuito de desgasificación y crea una aspiración en dicho tanque 12 y a través del conducto 26.

Así pues, el moderador es progresivamente aspirado en el tanque 12 puesto que existe una presión elevada en el recipiente de almacenamiento (el del gas). Durante éste llenado, se pone el recinto a presión y el gas refrigerante actúa a través de la embocadura 32 sobre el pistón 34 para equilibrar el moderador y mantenerlo en el tanque, y el reactor está entonces listo para ser puesto en funcionamiento. Sólo se ha enviado al tanque la masa de moderador necesaria para el funcionamiento.

El vaciado se efectúa de la misma manera, permitiendo la caída de la presión del gas en el recinto 4, cuando se detiene el reactor, que el moderador se deslice al depósito 30. Todas las maniobras de vaciado y de llenado del tanque pueden pues realizarse sin retirada del moderador del recinto, lo cual las simplifica considerablemente y evita además los riesgos de pérdidas del moderador y de contaminación de los locales ú órganos próximos.

A título de ejemplo se ha realizado un reactor moderado de agua pesada y enfriado con gas carbónico en el cual la presión a la entrada de los tubos de calandria era de 85 bares, la presión a la salida de éstos mismos tubos de 80 bares, en tanto que la presión de aspiración de los inyectores era de 78 bares.

El diámetro de los tubos era de 150 mm, en tanto que la diferencia de nivel entre el tanque y el depósito era de 10 m y el conducto 26 tenía un diámetro de 400 mm y estaba terminado por un divergente en el sumidero 28.



- Es evidente que podrían aportarse diversas modificaciones al ejemplo de realización que acaba de describirse sin salir del marco del invento, en particular el depósito 30 podría montarse por fuera del recinto 4, debajo de éste, y estar constituido de forma que resistiera a la presión y/o el pistón 34 podría ser sólido y estar formado por ejemplo por una placa móvil.

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 se refiere a una solicitud de Adición, presentada en Francia, con fecha 12 de diciembre de 1966, nº PV. 85.865, acogiéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor; siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita 1^{er} Certificado de Adición, sobre: "Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal 316.924, concedida el 13 de octubre de 1966, por: "REACTOR NUCLEAR DE MODERADOR LIQUIDO"; caracterizándose por lo siguiente:
- 1.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal Nº 316.924, concedida el 13 de octubre de 1966, por: "Reactor nuclear de moderador líquido"; que comprende un recinto bajo presión que rodea el núcleo del reactor y el circuito de gas refrigerante, al menos una cámara de equilibrio de las presiones del mo-



30 NOV. 1967

- derador y del refrigerante, fraccionada por un tabique móvil en dos compartimientos y conductos de traida del refrigerante a uno de dichos compartimientos y del moderador al otro compartimiento, caracterizados porque la
5. cámara de equilibrio se constituye de un depósito de almacenamiento y de vaciado del líquido moderador, que se coloca en un nivel inferior al del núcleo del reactor, depósito que está constantemente en comunicación por su parte superior con un punto de baja presión del circuito de refrigerante y por su parte inferior con el circuito de moderador, aislando un tabique móvil los dos flúidos.
- 10.

- 2.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracterizadas porque el depósito de almacenamiento y de equilibrio se dispone en el interior del recinto a presión, en la parte inferior de éste.
- 15.

- 3.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracterizadas porque en el fondo del depósito de almacenamiento se dispone un sumidero que se halla en comunicación con el fondo del tanque del moderador.
- 20.

- 4.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracterizadas porque el depósito comprende en su parte superior una embocadura de comunicación con el punto de presión mínima del circuito de refrigerante.

- 5.- Mejoras, según la reivindicación 4, caracterizadas porque el depósito comprende un circuito de de secación del gas, unido por un conducto de extracción y por un conducto de retorno del gas extraído, en las inmediaciones de la embocadura.
- 25.

- 6.- Mejoras, según la reivindicación 3, caract
- 30.



30 NOV. 1967

terizadas porque en el reactor se incluye un circuito de desgasificación del moderador unido por un conducto de extracción y un conducto de retorno en las inmediaciones del sumidero.

5. 7.- Mejoras, según la reivindicación 6, caracterizadas porque un conducto de purga une los puntos altos del circuito de moderador en el circuito de desgasificación.

10. 8.- Mejoras, según la reivindicación 3, caracterizadas porque incluyen en el reactor un conducto de comunicación del fondo de tanque con el depósito que termina en el sumidero del mismo por un divergente.

15. 9.- Mejoras, según la reivindicación 1, caracterizadas porque incluyen en el reactor, medios de calentamiento del moderador contenido en el depósito de almacenamiento lleno.

30. 10.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº PV. 316.924, concedida el 13 de octubre de 1966, por: "Reactor nuclear de moderador líquido"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en el dibujo adjunto.

Esta Memoria consta de trece hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

COMISSARIAT A L'ENERGIA ATOMICA.

A. GOMEZ ACEBO Y MODELA
Firmado: F. Hernández Rulo

