



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0030693

(51)⁷ G21D 1/00; G21C 15/247

(13) B

(21) 1-2016-04852

(22) 11/06/2015

(86) PCT/RU2015/000365 11/06/2015

(87) WO2015/190953 17/12/2015

(30) 2014123854 11/06/2014 RU

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/04/2017 349A

(73) JOINT STOCK COMPANY "AKME-ENGINEERING" (RU)

ul. Pyatnitskaya, 13, str.1 Moscow, 115035, Russia

(72) MARTYNOV, Petr Nikiforovich (RU); ASKHADULLIN, Radomir Shamilievich

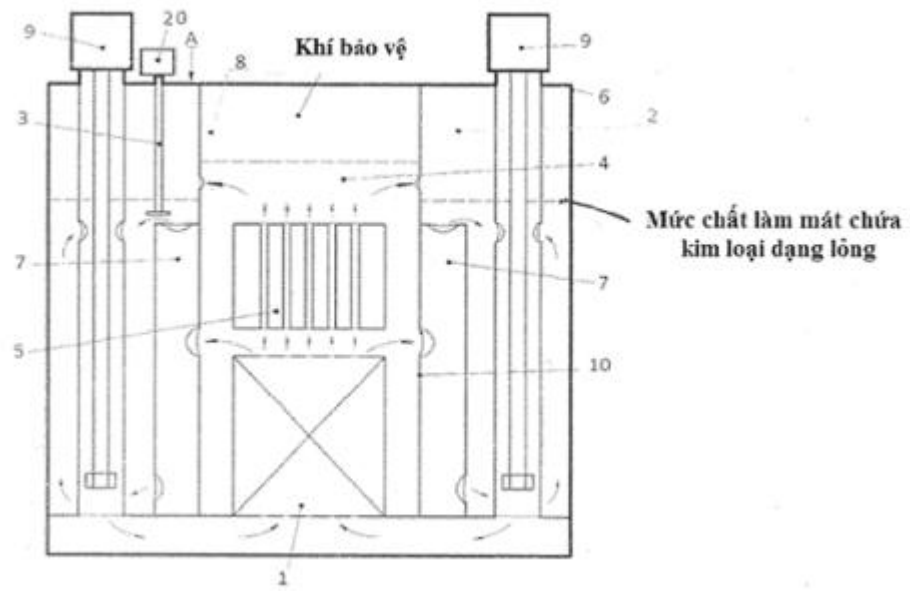
(RU); GULEVSKIY, Vitaliy Alekseevich (RU); UL'YANOV, Vladimir

Vladimirovich (RU); TEPLYAKOV, Yuriy Aleksandrovich (RU); FOMIN, Artem Sergeevich (RU).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) Lò phản ứng hạt nhân và bộ phân phối khí bảo vệ

(57) Sáng chế liên quan tới lĩnh vực kỹ thuật năng lượng nguyên tử và có thể được áp dụng trong các lò phản ứng hạt nhân với chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng, cụ thể là trong các lò phản ứng neutron nhanh. Sáng chế giúp nâng cao mức độ an toàn của các lò phản ứng hạt nhân. Để đạt được mục đích này, lò phản ứng hạt nhân theo sáng chế bao gồm: bể lò phản ứng có phần trung tâm và phần ngoại vi; khoang lò phản ứng có vùng lõi được bố trí trong phần trung tâm của bể chứa; chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng, ít nhất một bơm tuần hoàn để tuần hoàn chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng và ít nhất một nòi hơi, được bố trí trong phần ngoại vi của bể chứa; khoang chứa khí bảo vệ được bố trí bên trên chất làm mát; ít nhất một bộ phân phối khí bảo vệ được bố trí trong phần ngoại vi của bể chứa, bên trên rạch nóc của nòi hơi trong vùng hút của bơm tuần hoàn bao gồm phần đầu vào và phần làm việc, phần đầu vào được bố trí trong khoang khí bảo vệ và có các lỗ trống trong phần phía trên của nó, và phần làm việc được bố trí bên dưới mức tự do của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực năng lượng nguyên tử và có thể được sử dụng trong các lò phản ứng hạt nhân có chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng, cụ thể là trong các lò phản ứng neutron nhanh mà vòng tuần hoàn thứ nhất của các lò này sử dụng các chất làm mát bằng kim loại nặng lỏng, như hợp kim otecti lần lượt chứa 44,5% Pb: 55,5% Bi và chì.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các lò phản ứng hạt nhân có các chất làm mát bằng chì hoặc chất làm mát bằng hợp kim chì nói chung có vùng lõi nằm dưới mức tự do của chất làm mát, các nồi hơi, các thiết bị tuần hoàn chất làm mát và hệ thống khí bảo vệ bao gồm thiết bị cấp khí bảo vệ, bộ lọc khí và máy nén khí (xem T.Kh. Morgulova Nuclear Power Plants. Moscow: Vysshaya Shkola, 1984, p.251).

Tất cả các chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng đều có tính ăn mòn cao đối với các vật liệu kết cấu của lò phản ứng hạt nhân.

Do đó, nhiệm vụ chính phát sinh khi sử dụng các chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng là như sau:

- tạo ra các điều kiện để ngăn ngừa sự ăn mòn các vật liệu kết cấu của vòng tuần hoàn thứ nhất tiếp xúc với chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng;

- bảo đảm độ sạch cần thiết bề mặt của vòng tuần hoàn thứ nhất (loại bỏ tất cả các chất kết tủa trên các vật liệu kết cấu của thiết bị thuộc vòng tuần hoàn mà có thể ảnh hưởng đến các đặc tính thủy động nhiệt của vòng tuần hoàn thứ nhất và sự an toàn của thiết bị lò phản ứng);

- bảo đảm độ sạch cần thiết của hệ thống khí thuộc vòng tuần hoàn thứ nhất (loại bỏ tất cả các chất kết tủa trong hệ thống khí) và độ sạch của khí bảo vệ.

Mặt tiếp xúc giữa chất làm mát và khí bảo vệ được đặc trưng bởi sự trao đổi chất liên tục giữa chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng và các tạp chất có trong khí bảo vệ (hydro, hơi nước, oxy, v.v.), điều này có thể dẫn đến việc làm thay đổi chất lượng chất làm mát và thay đổi thành phần tạp chất của khí bảo vệ.

Đồng thời, trên mặt tiếp xúc giữa chất làm mát và khí bảo vệ và ở gần mặt tiếp xúc về phía khí bảo vệ diễn ra quá trình bay hơi các thành phần của chất làm mát, tạo ra các hạt sol khí và sự cuốn cơ học của các tạp chất phân tán từ bề mặt nóng chảy. Các quá trình này có thể dẫn đến việc làm nhiễm bẩn khí bảo vệ và tạo ra các chất kết tủa trong hệ thống khí của vòng tuần hoàn thứ nhất.

Trong trường hợp này, hàm lượng của các tạp chất chính trong khí bảo vệ của vòng tuần hoàn thứ nhất không được lớn hơn:

- độ ẩm: $C_{H_2O} < 0,5 \text{ mg/l}$ (nhiệt độ điểm sương âm 26°C);
- hàm lượng ôxy: $C_{O_2} < 5 \cdot 10^{-3}\%$ thể tích (chỉ số cảm biến ôxy ở mức E từ âm 400 tới âm 450 mV);
- hàm lượng nitơ: $C_{N_2} < 5 \cdot 10^{-3}\%$ thể tích

Thành phần của khí bảo vệ của vòng tuần hoàn thứ nhất được giám sát bởi các cảm biến mức ôxy và hydro trong khí bảo vệ và bằng phép sắc ký thông qua việc lấy mẫu khí định kỳ.

Trong giai đoạn thử nghiệm hoạt động nóng của vòng tuần hoàn thứ nhất, khí bảo vệ chủ yếu là khí argon cấp độ cao nhất.

Thiết bị cấp khí bảo vệ được thiết kế để tạo ra hỗn hợp khí-lỏng hai pha của chất làm mát và chất khí được phun vào chất làm mát với độ phân tán cần thiết của các bóng khí và sự vận chuyển chúng tiếp sau đó theo vòng tuần hoàn của chất làm mát. Thiết bị này được sử dụng trong các hệ thống làm mát chì-bitmut của các lò phản ứng hạt nhân trong các chế độ công nghệ liên quan đến việc sử dụng hỗn hợp khí được cấp vào bên dưới mức chất làm mát:

- làm sạch dựa trên hydro đối với chất làm mát và vòng tuần hoàn thứ nhất;
- làm sạch định kỳ vòng tuần hoàn thứ nhất để loại bỏ mọi sản phẩm của các phản ứng giữa chất làm mát và kết cấu thép;
- làm sạch khí bảo vệ và làm sạch hệ thống khí để loại bỏ các sol khí và các hạt nhỏ của các ô xít của các thành phần kết cấu thép;

Trong các lò phản ứng hạt nhân khác nhau, các thiết bị cấp khí bảo vệ khác nhau được sử dụng.

Đã biết lò phản ứng hạt nhân bao gồm lò phản ứng với chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng hoặc hợp kim của chúng, vùng lõi được bố trí bên dưới mức tự do của chất làm mát, các nồi hơi, bơm tuần hoàn chính với các ống áp lực cố định và hệ thống khí bảo vệ, với thiết bị hỗn hợp khí để bảo đảm việc phun khí bảo vệ vào khoảng chất khí bên trên mức tự do của chất làm mát. (Patent PM RF120275, 2012).

Đã biết lò phản ứng hạt nhân khác bao gồm lò phản ứng với chất làm mát bằng kim loại nặng lỏng có vùng lõi được bố trí bên dưới mức tự do của chất làm mát, các nồi hơi, các bơm chất làm mát lò phản ứng, hệ thống khí bảo vệ và thiết bị hỗn hợp khí được thiết kế dưới dạng khoang áp lực khí quay, được dẫn động bằng điện hoặc bằng tuốc bin. Khoang áp lực này của bộ phân phối được lắp trong vòng tuần hoàn chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng và được nối bởi các đường ống dẫn khí với hệ thống khí bảo vệ và chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng đang tuần hoàn. Các đường ống dẫn khí này được định tuyến bên trong các trục của các bơm tuần hoàn chính (RF Patent 2339097, 2007).

Nhược điểm chính của giải pháp này là cần phải bố trí bộ phận đặc biệt chứa khoang áp lực vào trong mạch kim loại lỏng nhiệt độ cao có nguy cơ phóng xạ và mức độ làm sạch thấp đối với bề mặt trong của mạch lò phản ứng để loại bỏ các tạp chất gốc ô xít kết tủa.

Đã biết lò phản ứng hạt nhân khác bao gồm lò phản ứng với chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng là chì hoặc hợp kim của nó, vùng lõi của lò phản ứng này được bố trí bên dưới mức tự do của chất làm mát, các nồi hơi, các thiết bị tuần hoàn và thiết bị hỗn hợp khí được thiết kế dưới dạng một hoặc nhiều đường ống có các vòi phun. (RF Patent 2192052, 2001).

Nhược điểm của giải pháp này là sự phức tạp của việc đưa hỗn hợp khí tới tất cả các bề mặt của mạch lò phản ứng do tốc độ của vòi phun thấp. Đường kính của các lỗ trong các vòi phun không thể nhỏ hơn 1,0-3,0 mm do chúng có thể bị kẹt bởi các tạp chất chứa trong chất làm mát. Do đó, tốc độ dòng khí thoát sẽ không lớn hơn 0,5 m/giây, là không đủ nhanh, nhất là trong vùng cuối nguồn của mạch, điều này làm giảm hiệu quả làm sạch đối với việc loại bỏ các ô xít kim loại kết tủa có trong chất làm mát.

Thiết kế của tất cả các thiết bị cấp khí đã biết đều phức tạp và đòi hỏi các đường ống dẫn khí kéo dài.

Nhược điểm chung của tất cả các lò phản ứng hạt nhân nêu trên và các thiết bị cấp khí bảo vệ thành phần của chúng là việc không thể tạo ra hỗn hợp khí-lỏng hai pha ổn định của chất làm mát với chất khí phun vào có độ phân tán mong muốn của các bóng khí và bảo đảm việc vận chuyển chúng sau đó theo mạch chất làm mát.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là tăng độ an toàn vận hành của lò phản ứng hạt nhân bằng cách bảo đảm dòng tuần hoàn bình thường của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng, nâng cao hiệu quả xử lý để loại bỏ xỉ và hiệu quả làm sạch bề mặt kim loại để ngăn ngừa sự ăn mòn bằng cách tăng thể tích của pha khí tinh và đơn giản hóa thiết kế của thiết bị cấp khí bảo vệ.

Kết quả kỹ thuật của sáng chế là tạo ra điều kiện để tạo ra hỗn hợp khí-lỏng hai pha ổn định của chất làm mát với chất khí với độ phân tán mong muốn của các bóng khí và bảo đảm việc vận chuyển sau đó hỗn hợp này theo vòng tuần hoàn chất làm mát.

Kết quả kỹ thuật này đạt được bằng cách tạo ra lò phản ứng hạt nhân bao gồm:

bể lò phản ứng có phần trung tâm và phần ngoại vi;

khoang lò phản ứng có vùng lõi được bố trí trong phần trung tâm của bể chứa;

chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng,

ít nhất một bơm tuần hoàn để tuần hoàn chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng và ít nhất một nồi hơi, cả hai được bố trí trong phần ngoại vi của bể chứa;

khoang chứa khí bảo vệ được bố trí bên trên chất làm mát;

ít nhất một thiết bị cấp khí bảo vệ được bố trí trong phần ngoại vi, bên trên rạch nóc của nồi hơi trong vùng hút của bơm tuần hoàn bao gồm phần đầu vào và phần làm việc, với phần đầu vào được bố trí trong khoang khí bảo vệ và phần làm việc được bố trí bên dưới mức tự do của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng.

Theo phương án cụ thể của sáng chế, kết quả kỹ thuật đặc biệt đạt được bằng cách tạo nên lò phản ứng hạt nhân, trong đó thiết bị cấp khí bảo vệ là bộ phân phối có phần làm việc của nó được thiết kế dưới dạng kết hợp đĩa quay dưới, được gắn vào trục rồng,

và đĩa tĩnh trên, được bố trí trong phần đầu vào. Hai đĩa này được lắp đặt với khe hở, trong đó đĩa quay là rỗng và có các lỗ theo chiều trục được kết nối với khe hở giữa các đĩa và hốc của đĩa dưới.

Tốt hơn là thiết bị cấp khí bảo vệ được kết nối với động cơ điện được lắp bên ngoài khoang của vỏ thiết bị năng lượng bằng cách dùng khớp nối từ.

Vấn đề nêu trên cũng có thể được giải quyết bằng cách tạo nên thiết bị cấp khí bảo vệ vào lò phản ứng hạt nhân, trong đó thiết bị cấp khí bảo vệ này là bộ phân phối có phần làm việc được thiết kế dưới dạng kết hợp đĩa quay dưới, được gắn vào trục rỗng, và đĩa tĩnh trên, được bố trí trong phần đầu vào. Hai đĩa này được bố trí với khe hở, trong đó đĩa quay là rỗng và có các lỗ theo chiều trục được nối đến khe hở giữa các đĩa và hốc của đĩa dưới.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được thể hiện trên các Fig.1, Fig.2 và Fig.3.

Fig.1 thể hiện mặt cắt theo trục dọc của lò phản ứng hạt nhân theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình chiếu bằng một phần của thiết bị lò phản ứng ở vị trí của bộ phân phối chất khí.

Fig.3 thể hiện thiết bị cấp khí bảo vệ;

Các số chỉ dẫn sau được sử dụng trên các hình vẽ:

1: vùng lõi; 2: phần ngoại vi của bể chứa; 3: bộ phân phối khí bảo vệ; 4: chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng; 5: nút bảo vệ; 6: bể lò phản ứng; 7: nồi hơi; 8: khoang khí bảo vệ; 9: bơm tuần hoàn; 10: khoang lò phản ứng; 11: phần đầu vào của bộ phân phối; 12: phần làm việc của bộ phân phối; 13: đĩa quay dưới; 14: đĩa tĩnh trên; 15: trục rỗng; 16: các lỗ trống trong phần đầu vào của bộ phân phối; 17: mặt bích lắp bộ phân phối; 18: nửa khớp nối từ được dẫn động; 19: nửa khớp nối từ dẫn động; 20: động cơ điện hàn kín; 21: các lỗ trống theo chiều trục trong đĩa quay dưới; 22: hốc trong đĩa quay dưới; 23: khe hở giữa các đĩa

Mô tả chi tiết sáng chế

Lò phản ứng hạt nhân bao gồm lò phản ứng nguyên tử với chất làm mát chứa kim

loại dạng lỏng 4, khoang lò phản ứng 10 với vùng lõi 1 và nút bảo vệ 5, ít nhất một nồi hơi 7, ít nhất một bơm tuần hoàn 9, khoang 8 với khí bảo vệ, và ít nhất một thiết bị để phun hỗn hợp khí vào mạch vòng chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4.

Khoang lò phản ứng 10 với vùng lõi 1 được bố trí trong phần trung tâm của bể lò phản ứng 6 bên dưới mức tự do của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4.

Nồi hơi 7 và bơm tuần hoàn 9 được bố trí trong phần ngoại vi (2) của bể chứa 6 của thiết bị lò phản ứng.

Khoang khí bảo vệ 8 được bố trí bên trên mức chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4.

Thiết bị để phun hỗn hợp khí vào mạch vòng chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4 là bộ phân phối khí 3 được bố trí trong vùng ngoại vi của bể chứa 6 bên trên rạch nóc của nồi hơi 7 trong vùng hút của bơm tuần hoàn 9.

Bộ phân phối 3 có phần đầu vào 11 với các lỗ trống 16, phần làm việc 12 với đĩa quay dưới 13, được gắn vào trục rỗng 15, và đĩa tĩnh trên 14, được gắn vào hoặc được kết hợp với phần đầu vào 11.

Phần đầu vào 11 của bộ phân phối khí 3 với các lỗ trống 16 của nó được bố trí trong khoang khí bảo vệ 8.

Bộ phân phối 3 được gắn vào mạch kim loại lỏng bằng mặt bích 17.

Phần phía trên của bộ phân phối khí 3 được nối tới động cơ điện hàn kín 20 được lắp bên ngoài khoang 6 trong bể lò phản ứng bằng cách sử dụng khớp nối từ, trong đó số chỉ dẫn 18 là nửa khớp nối từ dẫn động và số chỉ dẫn 19 là nửa khớp nối từ được dẫn động.

Đĩa quay dưới 13 có các lỗ trống theo chiều trục 21 được bố trí theo chu vi của nó và đĩa này rỗng (hốc 22).

Các đĩa này được lắp đặt với khe hở 23.

Phần làm việc 12 của bộ phân phối khí 3, được thiết kế dưới dạng đĩa quay 13 và đĩa tĩnh 14, được bố trí bên dưới mức tự do của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4. Cách bố trí này ngăn ngừa sự phân tách khí bảo vệ và hướng dòng chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng đến đầu hút của bơm tuần hoàn 9.

Thiết bị theo sáng chế hoạt động như sau.

Trong quy trình loại bỏ ô xít khỏi chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng và các bề mặt của mạch lò phản ứng, lò phản ứng hạt nhân được vận hành với các nồi hơi 7 được làm cạn, trong điều kiện đẳng nhiệt, ở mức công suất được điều khiển tối thiểu ($\sim 0,001\%$). Chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4 được làm nóng bằng các bơm tuần hoàn 9 (do ma sát của các cánh bơm với chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4).

Khi động cơ điện được hàn kín 13 được kích hoạt, đĩa dưới 20 của phần làm việc 12 của bộ phân phối 3 quay ở vận tốc góc định trước (n tới 3000 rpm). Kết quả là chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 13 chuyển động tương đối so với đĩa dưới 23, vùng áp suất thấp được tạo ra trong khe hở, gây nên sự phun chất khí từ hốc 22 của đĩa dưới 13 qua các lỗ trống 21 trên đỉnh của đĩa dưới 13 vào khe hở 23. Do sự chênh lệch tốc độ của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng, các bong bóng trong khe hở bị phân mảnh và pha khí phân tán nhỏ cùng chảy với chất làm mát từ khe hở 23 vào dòng chính của chất làm mát chì-bitmut 4.

Việc phun khí bảo vệ vào dòng chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4 dẫn đến sự phá hủy xỉ gốc PbO và sự cải thiện sau đó các đặc tính lý, hóa của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4. Các tác giả sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu bằng máy tính đối với lò phản ứng hạt nhân với chất làm mát chì-bitmut với hai bơm tuần hoàn 9 và nồi hơi 7. Tổng tốc độ dòng chảy theo thể tích của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4 tại đầu hút của bơm tuần hoàn 9 lên đến $0,64 \text{ m}^3/\text{giờ}$; dòng khí bảo vệ (hỗn hợp của $\text{H}_2\text{-H}_2\text{O-Ar}$) theo thể tích là $0,00008 \text{ m}^3/\text{giờ}$; nhiệt độ của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4 là từ 400 tới 450°C . Thời gian cấp khí bảo vệ vào dòng chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng 4 là 168 giờ. Đã thấy rằng việc phun khí bảo vệ dẫn đến việc vận chuyển khí một cách hiệu quả đến xỉ gốc PbO và phá hủy chúng hoàn toàn (100%) cùng với loại bỏ xỉ ra khỏi chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng và làm chuẩn hóa sự tuần hoàn của chúng.

Điều này làm tăng mức độ an toàn của lò phản ứng hạt nhân bằng cách bảo đảm việc chuẩn hóa sự tuần hoàn của chất làm mát chứa kim loại dạng lỏng, loại bỏ xỉ khỏi chất làm mát một cách hiệu quả hơn và ngăn ngừa sự ăn mòn bề mặt kim loại tốt hơn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Lò phản ứng hạt nhân có chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng, tốt hơn nếu trong các lò phản ứng neutron nhanh chì-bitmut, bao gồm:

bể lò phản ứng có phần trung tâm và phần ngoại vi;

khoảng lò phản ứng có vùng lõi được bố trí trong phần trung tâm của bể chứa và khoảng khí bảo vệ được bố trí bên trên chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng;

ít nhất một bơm tuần hoàn được bố trí trong phần ngoại vi của bể chứa để tuần hoàn chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng từ trên xuống và sau đó trực tiếp vào vùng lõi;

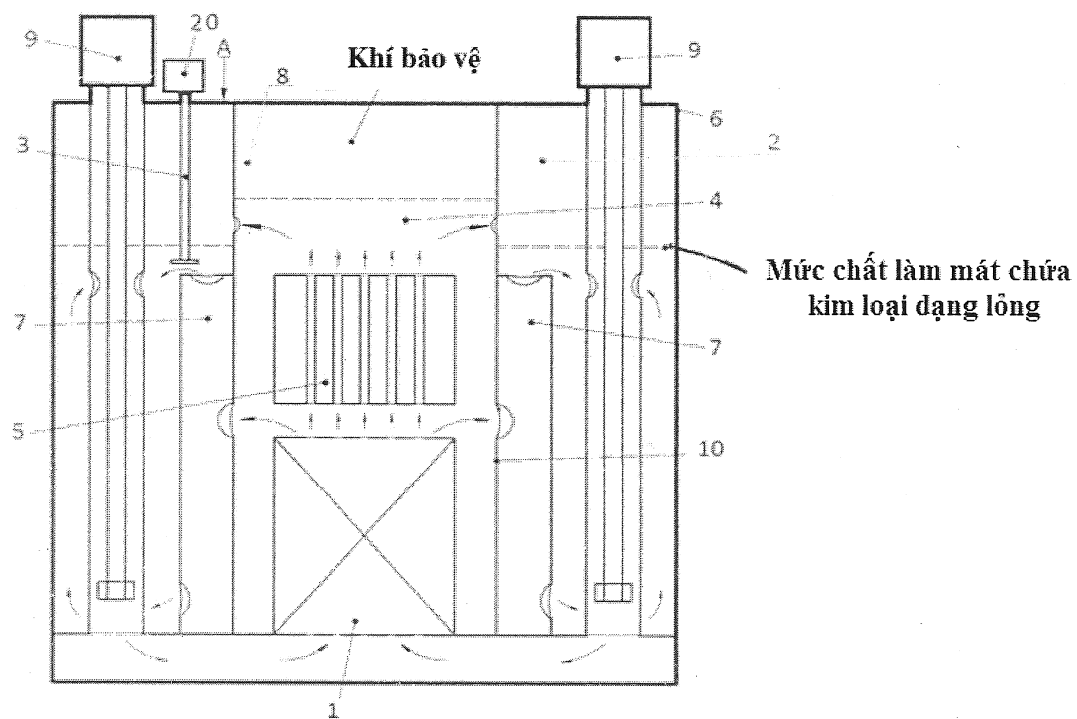
ít nhất một nồi hơi được bố trí trong phần ngoại vi của bể chứa, mép phía trên của nồi hơi được bố trí bên dưới mức chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng;

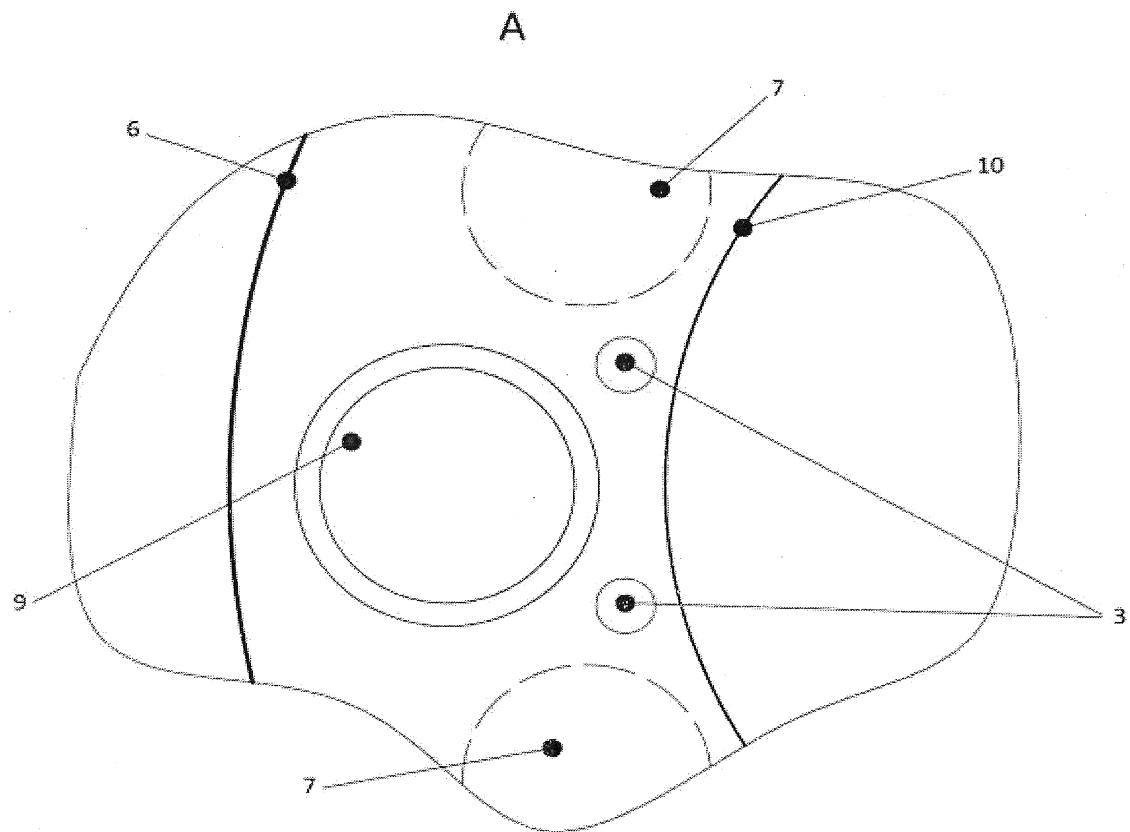
ít nhất một bộ phân phối khí bảo vệ được bố trí trong phần ngoại vi của bể chứa trong vùng hút của bơm tuần hoàn bên trên mép phía trên của nồi hơi, bộ phân phối khí bảo vệ này bao gồm phần đầu vào và phần làm việc, với phần đầu vào được bố trí trong khoảng khí bảo vệ và có các lỗ trống trong phần phía trên của nó, và phần làm việc được bố trí bên dưới mức chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng.

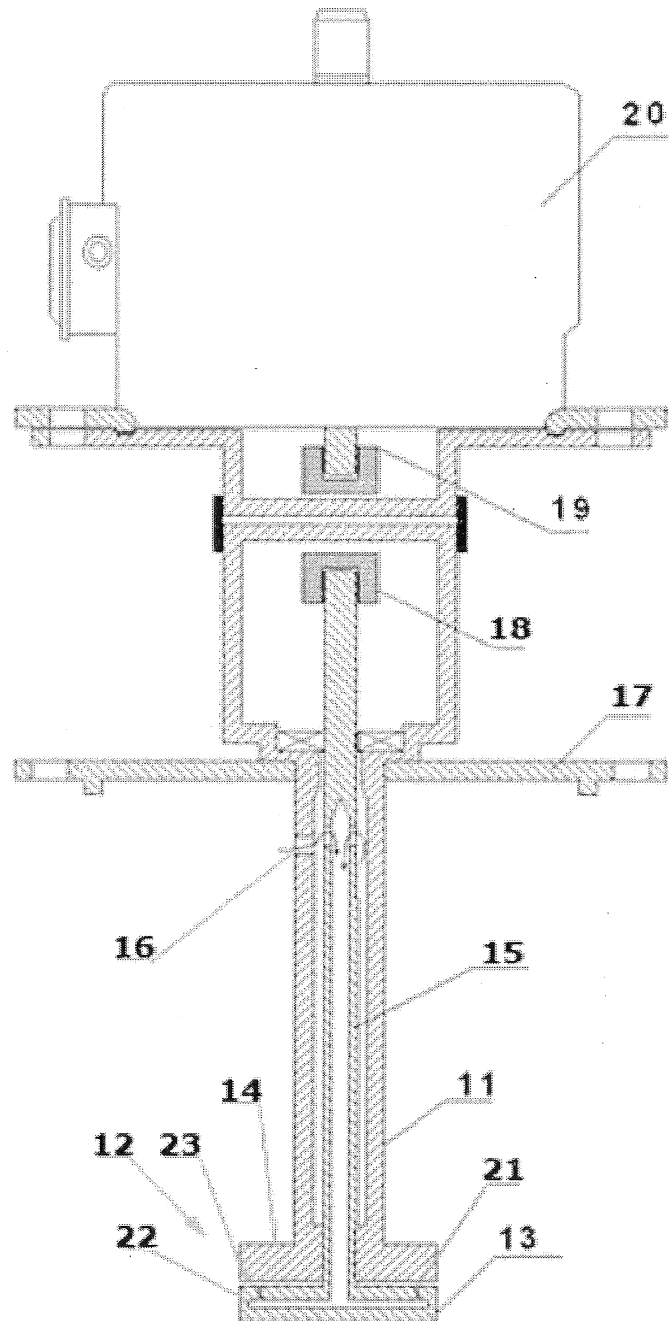
2. Lò phản ứng hạt nhân theo điểm 1, trong đó phần làm việc của bộ phân phối khí bảo vệ bao gồm đĩa quay dưới được gắn vào trục rỗng và đĩa tĩnh trên được bố trí trong phần đầu vào với khe hở giữa đĩa quay dưới và đĩa tĩnh trên, trong đó đĩa quay dưới rỗng và có các lỗ theo chiều trục được nối với khe hở giữa đĩa quay dưới và đĩa tĩnh trên và hốc đĩa dưới của đĩa quay dưới.

3. Lò phản ứng hạt nhân theo điểm 1, khác biệt ở chỗ bộ phân phối khí bảo vệ được nối với động cơ điện được lắp bên ngoài bể lò phản ứng bằng khớp nối từ.

4. Bộ phân phối khí bảo vệ vào lò phản ứng hạt nhân có chất làm mát chứa kim loại chì dạng lỏng, tốt hơn nếu trong các lò phản ứng neutron nhanh chì-bitmut, bao gồm phần đầu vào và phần làm việc, trong đó phần làm việc bao gồm đĩa quay dưới được gắn vào trục rỗng và đĩa tĩnh trên được bố trí trong phần đầu vào với khe hở giữa đĩa quay dưới và đĩa tĩnh trên, trong đó đĩa quay dưới rỗng và có các lỗ theo chiều trục được nối với khe hở giữa đĩa quay dưới và đĩa tĩnh trên và hốc đĩa dưới của đĩa quay dưới.

**Fig.1**

**Fig.2**

**Fig.3**