



(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)



1-0046064

(51)<sup>2020.01</sup> G21F 5/00; G21F 5/12

(13) B

(21) 1-2020-07515

(22) 29/12/2018

(86) PCT/RU2018/000911 29/12/2018

(87) WO2020/139123 02/07/2020

(30) 2018147149 28/12/2018 RU

(45) 26/05/2025 446

(43) 25/02/2022 407A

(73) 1. NFC LOGISTICS, JOINT-STOCK COMPANY (NFCL JSC) (RU)

Kashirskoe sh., 33, k. 18, Moscow, 115409, Russian Federation

2. Science And Innovations - Nuclear Industry Scientific Development, Private Enterprise (RU)

B. Ordynka street, 24, et. 8, kab. 820, Moscow, 119017, Russia

(72) PETROV, Evgenii Dmitrievich (RU); SOKOLOV, Andrei Valer'evich (RU);

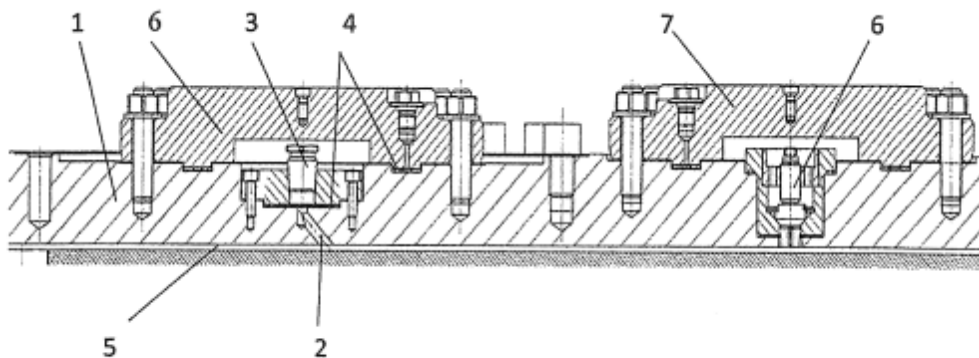
VILDEEV, Andrei Viktorovich (RU); MOKEICHEV, Andrei Mikhailovich (RU).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THÙNG CHỨA DÙNG ĐỂ LƯU TRỮ KHÔ LÂU DÀI  
NHIÊN LIỆU HẠT NHÂN ĐÃ QUA SỬ DỤNG

(21) 1-2020-07515

(57) Sáng chế liên quan đến lĩnh vực năng lượng hạt nhân, cụ thể là các phương pháp lưu trữ khô lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng. Phương pháp lưu trữ khô lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng bao gồm đưa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng vào khoang bên trong của thùng chứa, bơm khí trơ vào khoang bên trong của thùng chứa, bịt kín nắp bên trong của thùng chứa đóng kín khoang bên trong chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, niêm phong nắp ngoài của thùng chứa, bơm khí trơ vào khoang giữa nắp ngoài và nắp trong thùng chứa ở áp suất lớn hơn áp suất của khoang bên trong của thùng (nơi chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng), kết nối các cảm biến áp suất với mặt trong nắp bên ngoài của thùng chứa. Ngoài ra, sáng chế còn đề xuất thùng chứa để lưu trữ khô lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng. Sáng chế có thể làm tăng độ an toàn của việc lưu trữ khô lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng bằng cách liên tục theo dõi áp suất của khí trơ.



Hình 1

**Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế này liên quan tới năng lượng hạt nhân, cụ thể ở đây là liên quan tới các phương pháp và thùng chứa dùng để lưu trữ khô lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, cụ thể là thùng chứa để bảo quản khô năng lượng hạt nhân đã qua sử dụng của các lò phản ứng kiểu VVER-1000/1200.

**Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Đi cùng với sự phát triển ngày càng tăng của các nhà máy điện hạt nhân là nhu cầu nghiên cứu các phương pháp lưu trữ an toàn, đáng tin cậy nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, sao cho có thể giúp lưu trữ chúng an toàn trong một khoảng thời gian dài, từ 60 năm trở lên.

Hiện chúng ta đã biết tới các phương pháp lưu trữ nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng trong các bể lắng (ví dụ, bằng sáng chế RU 2403633, G21C 19/06, G21F 9/36, năm 2010, đơn đăng ký của Hoa Kỳ cho sáng chế US 2009069621, G21F 5/005, năm 2009, bằng sáng chế RU 2407083, G21C19/22, năm 2010).

Tuy nhiên, khi các thành bên ngoài của thùng chứa tiếp xúc với nước trong bể chứa nhiên liệu đã qua sử dụng, theo thời gian, dưới tác động của các quá trình ăn mòn, thùng chứa sẽ mất độ kín và nhiễm phóng xạ vào nước.

Vấn đề này không nảy sinh khi áp dụng phương pháp bảo quản "khô" nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, trong đó nó được giữ trong các hộp kín đặt trong một kho chứa "khô" được làm mát bằng không khí.

Chúng ta cũng biết có phương pháp lưu trữ nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng trong thùng chứa làm mát bằng đối lưu, trong đó một bao chứa nhiên liệu đã qua sử dụng được đặt trong một bình kim loại có nắp đóng kín, và bình này được làm với các nếp tản nhiệt ở bên sườn và ở phần cuối, đồng thời là bộ phận đệm và giảm chấn. Bình được lắp vào thân thùng chứa có khe hở để không khí đi qua, các thanh trượt nếp của bình tiếp xúc với mặt đáy và mặt bên của phần bên trong thùng chứa. Thân thùng chứa được tạo thành từ các lớp vỏ kim loại bên ngoài và bên trong, không gian giữa được lấp đầy bằng vật liệu che chắn bức xạ, ví dụ, bê tông chịu lửa và/hoặc thành phần hấp thụ neutron. Giữa các lớp vỏ có đặt

các bộ phận tản nhiệt được gia cố ép sát lớp vỏ trong, dưới dạng các tấm kim loại đục lỗ được hàn ép vào lớp vỏ trong và tiếp xúc chặt chẽ với vỏ ngoài. Ở phần dưới của thân thùng có các kênh làm mát đầu vào và phần trên nắp có các kênh làm mát đầu ra. Trong trường hợp giảm áp suất của bình, các kênh làm mát được đóng bằng phích cắm (bằng sáng chế RU 2231837, G21F 5/008, năm 2004).

Nhược điểm của giải pháp kỹ thuật này là nó không cung cấp khả năng giám sát liên tục trạng thái bịt kín thùng chứa, do đó không loại trừ khả năng rò rỉ phóng xạ ra môi trường trong trường hợp làm giảm áp suất của bình kim loại chứa bao đựng nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng.

Chúng ta cũng biết có các thiết bị lưu trữ "khô" nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, ví dụ như trường hợp được mô tả trong bằng sáng chế Hoa Kỳ số 6802671, G21F5/10, năm 1999, số 8098790, G21C19/06, năm 2004, trong bằng sáng chế của Nga số 2519248, G21F 5/00/năm 2013, trong đơn của Nhật Bản số JP2017129365, G21F1/04; G21F7/00; G21F9/02; G21F9/36, 2016, trong đơn đăng ký PCT số WO2018162767, G21F5/008; G21F5/06, năm 2017.

Khi đóng gói nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng từ các lò phản ứng hạt nhân để bảo quản khô và/hoặc vận chuyển, cần ưu tiên quan tâm trước hết tới độ tin cậy của việc bảo quản nhiên liệu hạt nhân phóng xạ thế nào để ngăn chặn sự cố rò rỉ chất phóng xạ ra môi trường. Độ tin cậy được đảm bảo bằng độ kín của thùng chứa dùng để bảo quản, cũng như bằng cách giám sát liên tục.

Vấn đề giám sát độ kín của các thùng chứa lưu trữ khô lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng được giải quyết bằng nhiều phương pháp khác nhau, bao gồm đo các thông số của môi trường khí (nhiệt độ, áp suất, thành phần) hoặc bên ngoài thùng chứa hoặc bên trong.

Đáng tin cậy nhất là các thùng chứa có thiết kế cho phép theo dõi trạng thái độ kín bằng cách đo các thông số của môi trường khí bên trong thùng chứa. Cách tiếp cận này giảm thiểu sự rò rỉ chất phóng xạ ra môi trường.

Hiện đã có loại thùng chứa để vận chuyển và/hoặc lưu trữ vật liệu phóng xạ (bằng sáng chế Hoa Kỳ số 4495139, G21C 17/00, năm 1985). Thùng này cấu tạo bởi những vách ngăn kín của khoang bên trong của thùng chứa, có hai nắp có thể tháo rời, nắp này chồng lên nắp kia được viền kín vào thân hộp tạo ra ba khoang liên tiếp (khoang giám sát).

Độ kín của các nắp có thể tháo rời được đảm bảo nhờ các nút đóng dạng vòng chữ O lắp trong các rãnh tương ứng của các nắp có thể tháo rời. Mỗi khoang trong số ba khoang giám sát lần lượt nối với van của thiết bị giám sát độ kín qua một kênh bên trong nắp có thể tháo rời và kéo dài từ khoang này. Mỗi van được lắp vào một ổ cắm, được đóng kín nhờ nắp có thể tháo rời bổ sung tương ứng, nắp bổ sung này được tiếp tục đóng kín bằng một nắp có thể tháo rời tiếp theo.

Tuy nhiên, thiết bị đã biết có độ phức tạp tương đối cao khi thực hiện các bước giám sát độ kín của khoang bên trong thùng chứa do sự cần thiết của việc trước tiên tháo nắp kín bên ngoài, sau đó đảm bảo dần dần tiếp cận các khoang giám sát để tháo nắp bổ sung, mà nắp này tương ứng đang đóng các van để giám sát rò rỉ. Ngoài ra, việc giám sát rò rỉ khi tháo nắp có thể tháo rời bên ngoài làm giảm độ an toàn bức xạ.

Thùng chứa đã biết có chức năng lưu trữ khô lâu dài của các thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng từ các lò phản ứng (Bằng giải pháp hữu ích LB Nga số 146031, G21F 5/00, 2014). Thùng chứa đã biết này có phần thân có nắp kèm bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng được đặt bên trong. Thùng chứa được trang bị đồng hồ đo áp suất kèm thiết bị phân tách kín có ống thổi để đo áp suất khí trơ heli được bơm vào khoang bên trong bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng. Thiết bị phân tách kín có ống thổi được lắp vào một khoang được tạo ra trong nắp của thùng chứa ở phía bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, và được nối với kênh được tạo ra ở phần trên của bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng. Đồng hồ đo áp suất được lắp vào lỗ xuyên trên nắp thiết bị. Ở phần trên của bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, có kênh được tạo ra có đầu nối ống để bơm khí trơ heli vào khoang bên trong nó.

Nhược điểm của thiết bị kiểu này là không thể thay thế đồng hồ đo áp suất khi nó bị hỏng hoặc để kiểm tra trong quá trình lưu trữ lâu dài. Cũng cần lắp đặt các máy quay video để ghi lại chỉ số của đồng hồ đo áp suất đối với một số lượng lớn các thùng chứa trong kho chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng. Thiết bị phân tách kín có ống thổi thông trực tiếp với bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, nên trong trường hợp rò rỉ có thể xảy ra sẽ không bảo vệ nhân viên khỏi khí phóng xạ trong quá trình sửa chữa. Trong giải pháp kỹ thuật của giải pháp hữu ích được đề cập, nó được đề xuất là, khi cần thiết, khí trơ được bơm vào khoang bên trong của bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng nếu áp suất giảm. Giảm áp suất trong khoang bên trong dưới giá trị ngưỡng cho thấy sự vi phạm độ

kín của các vật liệu bịt kín và bắt buộc phải thay thế chúng, đồng thời quy trình bơm khí tro vào trong sẽ dẫn đến nguy cơ nhân viên tiếp xúc nhiều hơn.

Ngoài ra, đã biết thiết bị khóa kín chống rò rỉ thùng chứa để vận chuyển và/hoặc lưu trữ vật liệu phóng xạ (bằng sáng chế Liên bang Nga số 2464657, G21F 5/00, 2011), theo đó thiết bị này được gắn bằng các kết nối trực vít trong ổ cắm ở bên ngoài thùng chứa. Thiết bị khóa kín chống rò rỉ được chế tạo dưới dạng thân di động và có khoang chứa khí thử nghiệm và các kênh để liên lạc với thiết bị bên ngoài. Giải pháp kỹ thuật được đề nghị cho phép tiếp cận môi trường bên trong của thùng chứa mà không cần tháo các bộ phận bịt kín, cũng như cho phép khả năng giảm áp suất dư thừa từ khoang bên trong của thùng chứa. Tuy nhiên, thiết kế của thiết bị khóa kín chống rò rỉ thùng chứa này có miếng đệm chịu nhiệt làm bằng cao su hoặc bằng chất đàn hồi khác không cho phép chúng chịu được điều kiện nhiệt độ cao khi xảy ra cháy và không đảm bảo duy trì được các đặc tính cơ học và vật lý của miếng đệm trong thời gian bảo quản dài của thùng nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng. Ngoài ra, cấu trúc của thiết bị khóa kín chống rò rỉ là thông trực tiếp với khoang bên trong của thùng chứa mà không có thêm hàng rào an toàn nào, do vậy có thể dẫn đến sự giảm độ an toàn bức xạ.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Vấn đề cần giải quyết của sáng chế này là tạo ra phương pháp lưu trữ khô lâu dài đối với nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, theo đó trạng thái kín của thùng chứa và thùng chứa đều được theo dõi liên tục, theo đó, thiết kế của nắp ngoài thùng chứa cho phép giám sát độ kín của thùng chứa nhờ liên tục theo dõi áp suất an toàn của khí tro được bơm vào khoang giữa hai nắp của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, đồng thời cho phép bảo trì định kỳ các bộ cảm biến áp suất trong quá trình lưu trữ lâu dài.

Kết quả kỹ thuật của sáng chế là tăng độ an toàn khi lưu trữ lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng nhờ giám sát liên tục áp suất khí tro được bơm vào khoang giữa hai nắp của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, không tiếp xúc trực tiếp với khoang trong của thùng chứa.

Vấn đề trên được giải quyết và kết quả kỹ thuật đã nêu đạt được là nhờ phương pháp lưu trữ khô lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, liên quan đến sự bố trí nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng vào trong khoang bên trong của thùng chứa, khoang này của thùng chứa được nạp đầy khí tro, sau đó được đóng kín bằng nắp bên trong của thùng chứa để bịt kín khoang bên trong chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, tiếp theo đóng kín nắp bên

ngoài của thùng chứa, bơm khí trơ vào khoang giữa nắp bên trong và nắp bên ngoài của thùng chứa dưới áp suất lớn, sao cho áp suất này lớn hơn áp suất bên trong khoang bên trong của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, kết nối bộ cảm biến áp suất với phía bên trong của nắp bên ngoài của thùng chứa.

Vấn đề cụ thể trên được giải quyết và kết quả kỹ thuật cụ thể đã nêu đạt được là nhờ thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng có phần thân mà đặt bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng bên trong đó, có nắp bên trong và nắp bên ngoài tạo thành khoang bên trong mà khí trơ được nạp dưới áp suất cao hơn áp suất của khoang bên trong của thùng chứa, đồng thời trên nắp bên ngoài có lỗ dạng mê cung được đóng nhờ mặt bích và được bịt kín nhờ miếng đệm, trên mặt bích lắp van góc, van này kết nối với ít nhất hai bộ cảm biến áp suất, van góc và các bộ cảm biến được đóng lại bằng vỏ bảo vệ trong suốt thời gian lưu trữ lâu dài, ở mặt bích phía dưới có rãnh hình khuyên, phía trong có lắp miếng đệm.

Ngoài ra, trên nắp ngoài có một kênh nối với khoang nằm giữa nắp bên ngoài và nắp bên trong, kênh được bịt kín bằng van, van được đóng kín bằng nắp.

Trong quá trình vận chuyển thùng chứa và trong quá trình bảo quản thùng chứa lâu dài, van đóng kênh được đóng bằng nắp chụp van kín.

Trong quá trình bơm khí trơ, van đóng kênh được đóng bởi một nắp chụp kỹ thuật được trang bị thanh trượt để điều khiển van và khớp nối nhả nhanh để kết nối hệ thống bơm khí trơ và/hoặc đồng hồ đo áp suất.

Lỗ dạng mê cung trong vỏ bên ngoài được bịt kín bằng một miếng đệm kim loại có răng cưa, được phủ cả hai mặt bằng than chì giãn nở nhiệt.

Miếng đệm kim loại có răng cưa kép được phủ trên cả hai mặt bằng than chì giãn nở nhiệt được lắp vào rãnh hình khuyên.

Vỏ bảo vệ có các vòng đệm kín áp suất (đầu vào dây cáp) được thiết kế để đặt các dây cáp nối với hệ thống giám sát áp suất liên tục. Các đầu vào dây cáp được bịt kín bằng vòng làm bằng than chì giãn nở nhiệt.

Ngoài ra, một lỗ được tạo ra trong khoang giữa hai bộ phận của miếng đệm kim loại có răng cưa kép, lỗ này được bịt kín từ bên ngoài bằng nút đóng dạng vòng chữ O làm bằng than chì giãn nở nhiệt.

Một trong các bộ cảm biến được kết nối với van góc là bộ cảm biến dự phòng.

Bộ cảm biến áp suất được kết nối với hệ thống giám sát áp suất liên tục tập trung thông qua các đầu vào dây cáp trên vỏ bảo vệ.

Sự hiện diện của khoang nằm giữa nắp bên trong và nắp bên ngoài được bơm khí trơ với áp suất lớn hơn áp suất trong khoang bên trong của thùng chứa giúp tạo thêm lớp bảo vệ ngăn giải phóng khí phóng xạ. Việc giám sát liên tục áp suất khí trơ trong khoang nằm giữa nắp bên trong và nắp bên ngoài nhờ các bộ cảm biến được lắp ở nắp bên ngoài cho phép xác định thay đổi áp suất trong khoang, nhờ đó sẽ kịp thời phát hiện tình trạng rò rỉ qua các vòng đệm của nắp bên trong.

Giải pháp kỹ thuật được đề xuất sử dụng một số mạch bịt kín giúp kiểm soát an toàn liên tục áp suất khí trơ được bơm vào khoang giữa hai nắp của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, mà không tiếp xúc trực tiếp với khoang bên trong của thùng.

Sự có mặt của bộ cảm biến dự phòng cho phép việc giám sát áp suất không bị gián đoạn trong trường hợp một trong các cảm biến bị hỏng.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 mô tả nắp bên ngoài ở vị trí vận chuyển của thùng chứa.

Hình 2 minh họa nắp chụp kỹ thuật.

Hình 3 minh họa nắp bên ngoài ở vị trí lưu trữ khô lâu dài.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Trên nắp bên ngoài 1 có lỗ dạng mê cung 2 được tạo ra, được đóng bằng mặt bích có nút đóng 3, được bịt kín bằng miếng đệm kim loại 4 và nối với khoang 5 nằm giữa nắp bên trong và nắp bên ngoài. Trên nút đóng 3 có lắp nắp chụp van kín 7 kèm miếng đệm kim loại 4. Ngoài ra ở nắp bên ngoài 1 còn có kênh nối với khoang 5 được bịt kín bằng van 6, van này được đóng bằng nắp chụp van kín 7. Thùng chứa được vận chuyển ở trạng thái nắp bên ngoài ở vị trí như vậy.

Hình 2 minh họa nắp chụp kỹ thuật.

Nắp chụp kỹ thuật 8 có thanh trượt để điều khiển van 6 và khớp nối nhả nhanh 9 để kết nối hệ thống bơm khí trơ và/hoặc đồng hồ đo áp suất.

Hình 3 mô tả nắp bên ngoài ở vị trí lưu trữ lâu dài, theo đó bộ cảm biến 13 được kết nối với các vòng đệm áp suất kín (đầu vào dây cáp) 12 từ bên trong vỏ bảo vệ 11.

Sau khi sấy khô chân không qua nắp bên trong của khoang bên trong của thùng nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, theo các yêu cầu, khoang bên trong của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng được bơm đầy khí trơ, ví dụ như khí heli, khí này sẽ nằm ở khoang bên trong trong quá trình lưu trữ lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng (60

năm trở lên) và khoang này được đóng kín nhờ nắp bên trong. Sau đó nắp bên ngoài của thùng chứa 1 sẽ được lắp vào và đóng kín.

Trong quá trình vận chuyển, kênh được đóng bằng nắp chụp van kín 7.

Sau khi thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng đã được chuyển đến kho lưu trữ để lưu trữ lâu dài, các bước xử lý công nghệ sau sẽ được thực hiện với thùng chứa.

Nắp chụp 7 được tháo ra, thay vào đó là nắp chụp kỹ thuật 8 được lắp vào và bịt kín (hình 2), nắp chụp kỹ thuật 8 có một thanh trượt để điều khiển van 6 và khớp nối nhả nhanh 9 để kết nối hệ thống bơm khí trơ và/hoặc đồng hồ đo áp suất. Để kiểm tra độ kín của nắp bên trong của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng sau khi vận chuyển, nối đồng hồ đo áp suất vào khớp nối nhả nhanh 9, van 6 được mở bằng thanh trượt và áp suất trong khoang giữa hai nắp được đo (nếu có rò rỉ ở các vòng đệm thuộc nắp bên trong thì đồng hồ đo áp suất sẽ hiển thị áp suất tăng). Sau khi kiểm tra độ kín của các vòng đệm thuộc nắp bên trong, đồng hồ đo áp suất được tháo ra và kết nối hệ thống bơm khí trơ vào vị trí này qua khớp nối nhả nhanh 9. Sau đó tháo nắp chụp kín (Hình 1) và nút đóng 3, thay nút đóng 3 bằng van góc 14 (Hình 3). Kết nối hai bộ cảm biến áp suất 13 vào van góc 14 (một bộ cảm biến chính, một bộ cảm biến dự phòng). Van góc 14 được đóng và van 6 được mở ra nhờ thanh trượt. Khí trơ được bơm vào khoang 5 qua khớp nối nhả nhanh 9 và van 6 nhờ hệ thống bơm khí trơ. Khi đạt đến áp suất khí trơ cần thiết trong khoang 5, van 6 được đóng lại, hệ thống bơm khí trơ tắt, nắp chụp kỹ thuật 8 được tháo ra và nắp chụp kín 7 kèm miếng đệm kim loại có răng cưa được lắp vào. Sau khi kiểm tra độ kín của nắp chụp kín 7, van 14 được mở ra. Phía bên trong vỏ bảo vệ 11 (Hình 3), bộ cảm biến 13 được kết nối với vòng đệm kín áp suất 12 (đầu vào dây cáp), sau đó vỏ bảo vệ 11 được bịt kín bằng miếng đệm kim loại có răng cưa và được kiểm tra độ kín. Phía bên ngoài của vỏ bảo vệ 11, các đường cáp của hệ thống giám sát áp suất tập trung để đo áp suất trong các thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng tại kho lưu trữ nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng được kết nối với các đầu vào dây cáp 12.

Hệ thống giám sát áp suất trong các thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng cho phép giám sát liên tục áp suất trong khoang 5 của từng thùng chứa tại kho lưu trữ nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, và kết quả được hiển thị trên bảng điều khiển tại kho lưu trữ. Khi giá trị áp suất ngưỡng trong khoang 5 của thùng chứa nhất định đạt đến, tín hiệu cảnh báo sẽ được kích hoạt trên bảng điều khiển, tín hiệu này giúp cảnh báo miếng đệm kín của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng bị hư hỏng. Nhân viên kho lưu trữ phải thực

hiện các biện pháp cần thiết để loại bỏ sự rò rỉ trong thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng.

Việc sử dụng hai bộ cảm biến áp suất trên thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng giúp loại bỏ nguy cơ báo động sai, ví dụ do một bộ cảm biến áp suất bị lỗi.

Để kiểm tra hoặc thay thế bộ cảm biến áp suất bị lỗi, thực hiện các bước sau:

Ngắt kết nối các dây cáp nối với các đầu vào dây cáp 12 (Hình 3) bên ngoài vỏ bảo vệ 11 và tháo nắp ra. Ngắt kết nối các dây cáp nối với đầu vào dây cáp 12 và các bộ cảm biến áp suất 13 ở mặt trong của vỏ bảo vệ 11. Đóng van góc 14 và tháo (các) bộ cảm biến. Sau khi thay thế các bộ cảm biến 13, mở van góc 14, đóng kín vỏ bảo vệ 11 và kết nối các dây cáp của hệ thống giám sát áp suất.

Thiết kế theo đơn đăng ký sáng chế cho thùng chứa này đảm bảo khả năng lưu trữ khô an toàn trong thời gian dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng từ các lò phản ứng hạt nhân VVER-1000/1200.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, có cấu tạo gồm phần thân, phía trong đặt bình chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, thùng chứa có cấu tạo gồm: nắp bên trong và nắp bên ngoài được bịt kín tạo thành khoang để bơm khí trơ vào ở áp suất thứ hai, mà lớn hơn áp suất thứ nhất trong khoang bên trong của thùng chứa; lỗ dạng mê cung được đóng bằng mặt bích và được bịt kín bằng miếng đệm ở nắp bên ngoài; van góc được lắp trên mặt bích, van này kết nối với ít nhất hai bộ cảm biến áp suất; van góc và hai bộ cảm biến áp suất được đóng lại bằng vỏ bảo vệ trong suốt thời gian lưu trữ lâu dài, trong đó vỏ bảo vệ có các vòng đệm kín áp suất (đầu vào dây cáp) được thiết kế để đặt các dây cáp cho hệ thống giám sát áp suất liên tục, được bịt kín bằng vòng làm từ than chì giãn nở nhiệt; trong đó, miếng đệm được lắp vào rãnh hình khuyên trên mặt bích.
2. Thùng chứa theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, thêm vào đó, nắp chụp bên ngoài còn có kênh để nối với khoang nằm giữa nắp bên trong và nắp bên ngoài, được bịt kín bằng van thứ hai được đóng bởi nắp.
3. Thùng chứa theo điểm 2, khác biệt ở chỗ trong quá trình vận chuyển của thùng chứa và trong quá trình lưu trữ thùng chứa lâu dài, van thứ hai mà bịt kín kênh được đóng bằng nắp chụp van kín.
4. Thùng chứa theo điểm 2, khác biệt ở chỗ trong thời gian bơm khí trơ, van thứ hai mà bịt kín kênh được đóng bởi nắp chụp kỹ thuật được trang bị thanh trượt để điều khiển van thứ hai và khớp nối nhả nhanh để kết nối hệ thống bơm khí trơ và/hoặc đồng hồ đo áp suất.
5. Thùng chứa theo điểm 1, khác biệt ở chỗ lỗ dạng mê cung ở nắp bên ngoài được bịt kín bằng miếng đệm kim loại có răng cưa được phủ cả hai mặt bằng than chì giãn nở nhiệt.
6. Thùng chứa theo điểm 1, khác biệt ở chỗ miếng đệm kim loại có răng cưa kép được phủ cả hai mặt bằng than chì giãn nở nhiệt được lắp vào rãnh hình khuyên.
7. Thùng chứa theo điểm 1, khác biệt ở chỗ một trong các bộ cảm biến được nối với van góc là bộ cảm biến dự phòng.
8. Thùng chứa theo điểm 1, khác biệt ở chỗ bộ cảm biến áp suất được kết nối với hệ thống giám sát áp suất liên tục tập trung qua các đầu vào dây cáp trên vỏ bảo vệ.

9. Phương pháp lưu trữ khô lâu dài nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, bao gồm bước đặt nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng vào khoang bên trong của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng theo điểm 1, bao gồm:

nạp đầy khoang bên trong của thùng chứa bằng khí trơ;

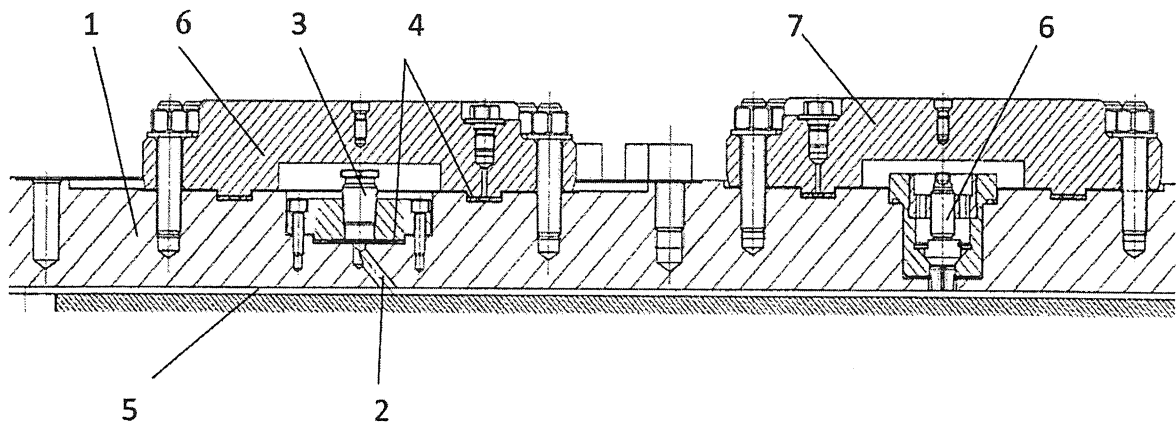
bịt kín nắp bên trong của thùng chứa;

đóng kín khoang bên trong chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng;

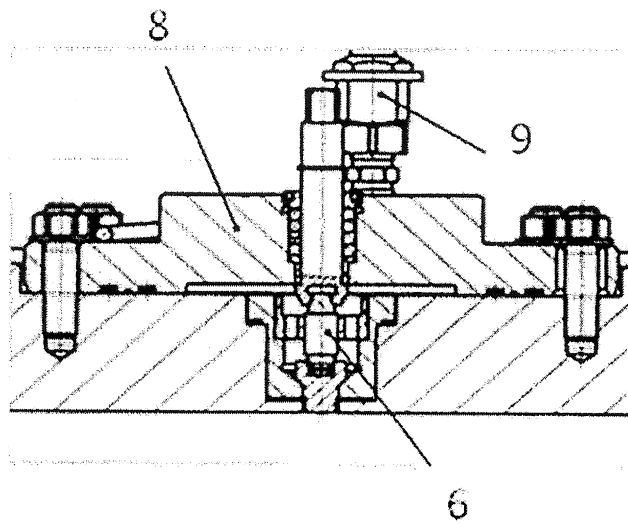
bịt kín nắp bên ngoài của thùng chứa;

bơm khí trơ vào khoang nằm giữa nắp bên trong và nắp bên ngoài của thùng chứa ở áp suất thứ hai lớn hơn áp suất thứ nhất trong khoang bên trong của thùng chứa nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng; và

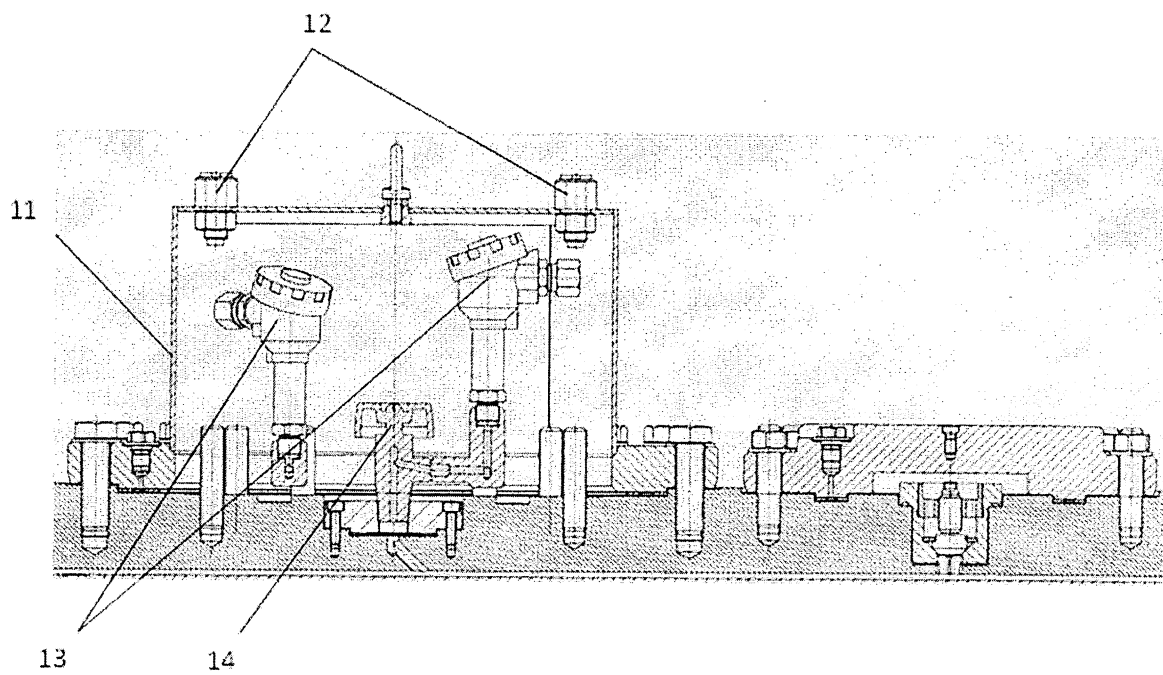
kết nối hai bộ cảm biến áp suất với phía bên trong của nắp bên ngoài của thùng chứa.



Hình 1



Hình 2



Hình 3