



(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)



1-0052442

(51)<sup>2020.01</sup> G21C 9/016

(13) B

(21) 1-2020-02607

(22) 28/12/2018

(86) PCT/RU2018/000898 28/12/2018

(87) WO2020/067919 02/04/2020

(30) 2018133761 25/09/2018 RU

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/06/2021 399A

(73) JOINT STOCK COMPANY "ATOMENERGOPROEKT" (RU)

ul. Bakuninskaya, d.7, Moscow 107996, Russian Federation

(72) SIDOROV, Aleksandr Stalevich (RU); DZBANOVSKAYA, Tatyana Yaropolkovna (RU); ROSHCHIN, Mihail Aleksandrovich (RU).

(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ CÔ LẬP CHẤT NÓNG CHẢY TRONG VÙNG HOẠT CỦA Lò PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

(21) 1-2020-02607

(57) Sáng chế liên quan đến lĩnh vực năng lượng hạt nhân, cụ thể là đề cập đến thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân, là hệ thống đảm bảo an toàn cho các nhà máy điện hạt nhân (Nuclear Power Plant - NPP), và có thể được sử dụng khi xảy ra sự cố nghiêm trọng, dẫn đến nóng chảy vùng hoạt, phá hủy thùng lò phản ứng hạt nhân và thoát kim loại nóng chảy vào không gian của lớp vỏ kín của nhà máy điện hạt nhân.

Kết quả kỹ thuật của sáng chế là tăng độ tin cậy của thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân. Kết quả kỹ thuật đạt được là nhờ thiết bị cô lập chất nóng chảy vùng hoạt lò phản ứng hạt nhân có bộ đỡ dưới được cấu tạo từ các bộ đỡ xuyên tâm cho một tấm ốp nằm ngang và các bộ đỡ xuyên tâm đặt phía dưới bẫy chất nóng chảy, kết nối chúng lại với nhau nhờ các chốt định vị, theo đó các bộ đỡ xuyên tâm và chốt định vị có các lỗ hình bầu dục.

## **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực năng lượng hạt nhân, cụ thể là đề cập đến thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân, là hệ thống đảm bảo an toàn cho các nhà máy điện hạt nhân (Nuclear Power Plant - NPP), và có thể được sử dụng khi xảy ra sự cố nghiêm trọng, dẫn đến nóng chảy vùng hoạt, phá hủy thùng lò phản ứng hạt nhân và thoát kim loại nóng chảy vào không gian của lớp vỏ kín của nhà máy điện hạt nhân.

## **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Nguyên cơ rò rỉ phóng xạ lớn nhất xảy ra khi có sự cố làm nóng chảy vùng hoạt, điều này có thể xảy ra do sự kết hợp các nguyên nhân khác nhau (hỏng hóc các bộ phận thiết bị) của các hệ thống an toàn chủ động và thụ động và của các hệ thống vận hành bình thường, hoặc trong trường hợp nhà máy điện hạt nhân bị mất điện hoàn toàn và không thể cấp điện trong khoảng thời gian nhất định theo thiết kế của NPP để đảm bảo làm mát khẩn cấp vùng hoạt.

Trong các sự cố như vậy, chất nóng chảy vùng hoạt - corium chảy ra bên ngoài các bộ phận cấu trúc bên trong và thùng lò phản ứng, và do lượng nhiệt dư tích trữ trong khối chất nóng chảy này có thể phá hỏng lớp vỏ kín của nhà máy điện hạt nhân - rào cản cuối cùng trước khi các chất phóng xạ thoát ra ngoài môi trường.

Để tránh tình huống này xảy ra, cần cô lập corium chảy ra khỏi thùng lò phản ứng, và đảm bảo khối corium này được tản nhiệt liên tục, cho đến khi kết tinh toàn bộ thành phần corium. Đây là chức năng của hệ thống cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân, giúp tránh hỏng lớp vỏ kín của nhà máy điện hạt nhân, và do vậy bảo vệ người dân và môi trường khỏi tác động phóng xạ khi xảy ra sự cố nghiêm trọng tại lò phản ứng.

Thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân đã biết [1] bao gồm bể kim loại nóng chảy có dạng bể chứa đa lớp được đặt dưới đáy vỏ lò phản ứng và có vỏ nhiều lớp có thể làm mát, chất làm đầy để pha loãng kim loại nóng chảy được đặt trong bể chứa đa lớp nêu trên, bể đỡ dưới có cấu tạo từ một tấm ốp nằm ngang, dạng khoang, liền khối hoặc lắp ghép nằm dưới bể chứa nhiều lớp, tấm ốp này được chôn trong bê tông của giếng lò phản ứng, ống hình trụ đứng nối bể kim loại nóng chảy này với bể đỡ bằng các chốt định vị và các ốc vít.

Nhược điểm của thiết bị này là khi kim loại nóng chảy di chuyển trong bể này sẽ không đảm bảo khả năng giãn nở nhiệt tự do theo bán kính ở đáy bể, cũng như không đảm bảo tính nguyên vẹn cho đáy bể kim loại nóng chảy và bể đỡ trong khu vực giếng lò phản ứng khi có sự giãn nở nhiệt dọc trục đáy bể và khi có lực tác động do các đặc điểm về kết cấu của mỗi nối bể kim loại nóng chảy này với bể đỡ phía dưới bằng cách sử dụng ống hình trụ đứng.

Cụ thể, khi kim loại nóng chảy này tiếp xúc với đáy bể kim loại nóng chảy, mặt

trong của bể bị làm nóng đến nhiệt độ gần bằng nhiệt độ chảy của thép, tức là khoảng 1500°C. Mặc dù phần đáy bể kim loại nóng chảy dày hơn ít nhất 30% so với thành bể, nhưng vẫn dẫn đến ứng suất nhiệt nghiêm trọng giữa phần đáy bể kim loại nóng chảy đang giãn nở xuyên tâm và ống hình trụ đứng tương đối lạnh, việc giãn nở xuyên tâm của ống hình trụ chỉ xảy ra ở phần có tác động cơ học từ đáy bể kim loại nóng chảy. Ống hình trụ đứng bắt đầu biến dạng không đồng đều, theo hướng phương vị và xuyên tâm, dẫn đến hình thành các vết nứt và bị phá hủy sau đó. Việc ống hình trụ đứng bị phá hủy dẫn đến chức năng theo thiết kế của bể kim loại nóng chảy không còn hoạt động được.

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

Kết quả kỹ thuật của sáng chế là tăng độ tin cậy của thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân.

Các mục đích của sáng chế là loại bỏ các nhược điểm nêu trên.

Các mục đích đã đề cập được giải quyết bởi thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân có cấu tạo gồm bể kim loại nóng chảy dạng bể chứa được đặt dưới đáy vỏ lò phản ứng có vỏ nhiều lớp có thể làm mát, chất làm đầy để pha loãng chất nóng chảy được đặt trong bể chứa đa lớp nêu trên, bể đỡ dưới có cấu tạo từ một tấm ốp nằm ngang, dạng khoang, liền khối hoặc được lắp phía dưới bể chứa nhiều lớp, tấm ốp này được chôn trong bê tông của giếng lò phản ứng, và theo sáng chế, tấm ốp nằm ngang, dạng khoang, liền khối hoặc lắp ghép có các bộ đỡ xuyên tâm, bể kim loại nóng chảy này cũng có bộ đỡ xuyên tâm, dựa vào các bộ đỡ xuyên tâm của tấm ốp nằm ngang, dạng khoang, liền khối hoặc lắp ghép; các bộ đỡ xuyên tâm của tấm ốp nằm ngang, dạng khoang, liền khối hoặc lắp ghép và các bộ đỡ xuyên tâm của bể kim loại nóng chảy này được gắn với nhau bằng các chốt định vị, trong khi các bộ đỡ xuyên tâm và chốt định vị có lỗ hình bầu dục.

Dấu hiệu khác biệt của sáng chế là bộ đỡ phía dưới, cấu tạo từ một tấm ốp nằm ngang, dạng khoang, liền khối hoặc lắp ghép có các bộ đỡ xuyên tâm, và các bộ đỡ xuyên tâm này được lắp trong phần dưới của bể kim loại nóng chảy này, trong khi các bộ đỡ xuyên tâm này của tấm ốp và bể kim loại nóng chảy này được gắn với nhau bằng các chốt định vị. Các bộ đỡ xuyên tâm của tấm ốp, bể kim loại nóng chảy này cũng như các chốt định vị có lỗ hình bầu dục.

Điều này cho phép khi đáy bể kim loại nóng chảy và các bộ đỡ xuyên tâm bị nóng lên thì đáy bể kim loại nóng chảy cùng các bộ đỡ có thể giãn nở xuyên tâm do nhiệt nhờ các bộ đỡ của bể kim loại nóng chảy trượt dọc theo các bộ đỡ của tấm ốp, nhờ vậy giữ nguyên sự kết nối cơ học phương vị và dọc trục giữa các bộ đỡ xuyên tâm của tấm ốp dưới và của bể kim loại nóng chảy do thay đổi vị trí các chốt định vị trong các lỗ hình bầu dục của các bộ đỡ xuyên tâm của tấm ốp và bể kim loại nóng chảy này (nhờ sự thay đổi vị trí các vùng hở trong các lỗ hình bầu dục). Nhờ vậy tránh được nguy cơ biến dạng bể kim loại nóng chảy này và tấm ốp phía dưới, tránh nguy cơ mất khả năng hoạt động của chúng cũng như nguy cơ hình thành các vết nứt trên đáy bể kim loại nóng chảy và trên sàn giếng lò phản ứng có thể phá hủy bể kim loại nóng chảy.

Trong trường hợp biến dạng bể kim loại nóng chảy do nhiệt dọc trục hoặc cơ học và trong trường hợp chịu lực tác động mạnh, việc giữ nguyên vẹn đáy và tấm ốp dưới sàn giếng lò phản ứng đạt được nhờ phân chia lại tải trọng giữa tất cả các bộ đỡ xuyên tâm

của bể kim loại nóng chảy và tấm ốp phía dưới. Trong trường hợp này, một phần bề mặt xuyên tâm sẽ trượt và giãn nở, trong khi một số bị co lại và bị cắt. Trong trường hợp bị tác động tải trọng mạnh lên bể kim loại nóng chảy sự dao động ở đáy sẽ xảy ra, khi đó tất cả các bề mặt xuyên tâm và chốt định vị sẽ hoạt động xen kẽ nhau để giãn nở và co lại ở khu vực chịu tác động biến dạng, đến khi không còn dao động nữa.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 thể hiện thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân theo sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Sáng chế theo đơn hoạt động như sau.

Hình 1 mô tả thiết bị cô lập chất nóng chảy vùng hoạt lò phản ứng hạt nhân, thiết bị này gồm bể 2 để chứa kim loại nóng chảy 1 dạng bể chứa được đặt dưới đáy vỏ lò phản ứng với vỏ nhiều lớp có thể làm mát, chất làm đầy 3 để pha loãng kim loại nóng chảy 1 trong bể chứa đa lớp nêu trên, bề mặt dưới 4 có cấu tạo từ một tấm ốp nằm ngang, dạng khoang, liền khối hoặc lắp ghép 5 nằm dưới bể chứa nhiều lớp, tấm ốp này được chôn trong bê tông của giếng 6 lò phản ứng, có các bề mặt xuyên tâm 7. Ở bên ngoài phần dưới của bể 2 để chứa kim loại nóng chảy 1 có các bề mặt xuyên tâm 8, dựa vào các bề mặt xuyên tâm 7 của tấm ốp nằm ngang 5. Các bề mặt xuyên tâm 7 của tấm ốp nằm ngang 5 và các bề mặt xuyên tâm 8 của bể 2 để chứa kim loại nóng chảy 1 được gắn với nhau bằng các chốt định vị 9, theo đó mỗi bề mặt xuyên tâm 8 của bể 2 để chứa kim loại nóng chảy 1 và của tấm ốp 5, cũng như chốt định vị 9 có các lỗ hình bầu dục 10.

Vào thời điểm thùng lò phản ứng bị phá hỏng, kim loại nóng chảy 1 ở vùng hoạt dưới sự tác động của lực thủy tĩnh và áp suất dư thừa sẽ chảy vào bể 2 và tiếp xúc với chất làm đầy 3.

Kim loại nóng chảy 1 chủ yếu sẽ tập trung ở phần tâm của đáy bể 2 để chứa kim loại nóng chảy 1. Nhiệt độ chất nóng chảy khoảng 2500°C, dẫn đến sự giãn nở của bể 2 để chứa kim loại nóng chảy 1 này, cũng như các bề mặt xuyên tâm 7, 8. Tuy nhiên nhờ có các bề mặt xuyên tâm 8 ở phần dưới của bể 2 để chứa kim loại nóng chảy 1 này và các bề mặt xuyên tâm 7 của tấm ốp nằm ngang 5 được gắn với nhau bằng các chốt định vị 9 có lỗ hình bầu dục 10 nên vẫn giữ nguyên vẹn bể kim loại nóng chảy, tấm ốp nằm ngang 5 ở sàn giếng 6 của lò phản ứng khi bể kim loại nóng chảy bị giãn nở nhiệt dọc trục không đồng đều nhờ các chốt định vị 9 trượt trong các lỗ hình bầu dục 10 của các bề mặt xuyên tâm theo mặt phẳng thẳng đứng (dọc trục), từ đó giúp tạo khe hở cơ học nhỏ dọc trục của các chốt định vị 9 nằm trong các lỗ hình bầu dục 10.

Khi kim loại nóng chảy 1 chảy vào đột ngột không đối xứng, ví dụ 60 tấn thép quá nhiệt đi vào trong 30 giây, mặt trong thành bể 2 để chứa kim loại nóng chảy 1 sẽ chịu lực cơ học và nhiệt lớn nhất.

Trong trường hợp này, đầu tiên nhờ các biến dạng đàn hồi của đáy bể kim loại nóng chảy, tải trọng sẽ được phân bố lại giữa các bề mặt xuyên tâm 7 của tấm ốp dưới và các bề mặt xuyên tâm 8 của bể kim loại nóng chảy. Một phần tác động cơ học sẽ bị hấp thụ nhờ các dao động đàn hồi ở đáy bể kim loại nóng chảy, một phần được hấp thụ nhờ

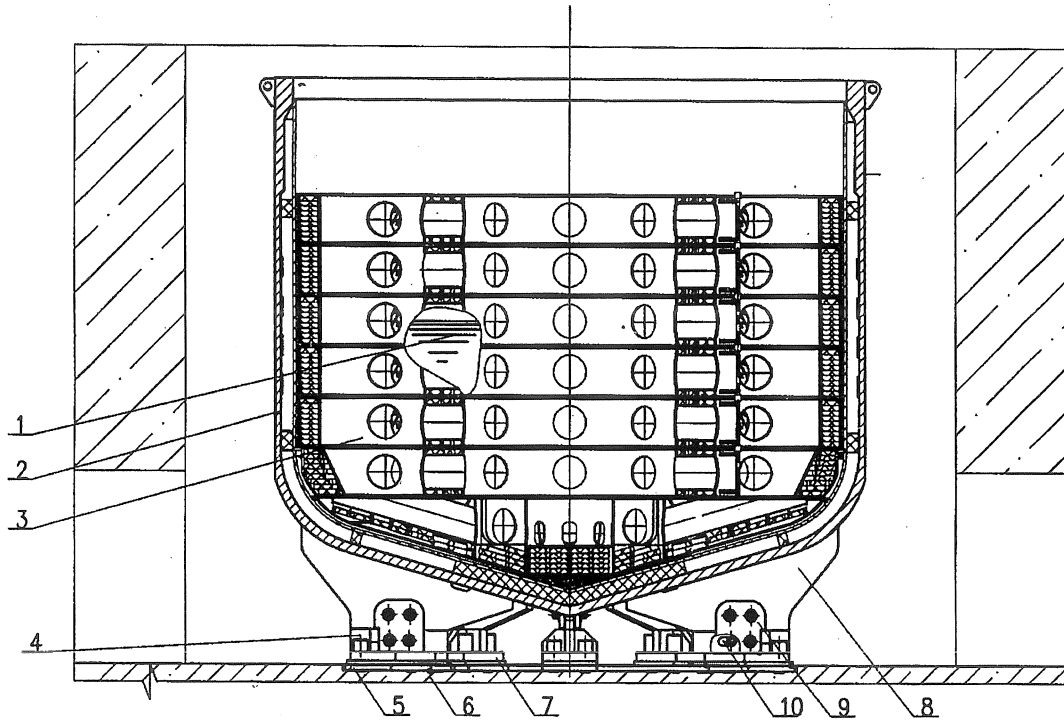
các dao động đàn hồi của các bộ đỡ xuyên tâm 7, 8, và một phần được dập tắt nhờ các chi tiết cố định bẫy kim loại nóng chảy với bộ đỡ phía dưới do chúng nằm trong các lỗ hình bầu dục 10 của bộ đỡ xuyên tâm 7, 8 và khe hẹp cấu trúc của các chi tiết cố định tại các bộ đỡ này.

Sau đó, đáy bẫy 2 bị nóng lên do kim loại nóng chảy 1, dẫn đến đáy bẫy giãn nở xuyên tâm và dọc trục, lúc này các bộ đỡ xuyên tâm 8 của bẫy kim loại nóng chảy sẽ không tạo ra lực cản cơ học cho việc giãn nở xuyên tâm và tăng kích thước theo góc phương vị. Việc thay đổi vị trí các bộ đỡ xuyên tâm 8 của bẫy 2 đạt được nhờ trượt trên các bộ đỡ xuyên tâm 7 của tấm ốp nằm ngang 6 lắp trên sàn giếng lò phản ứng. Điều này cho phép giảm tải bẫy kim loại nóng chảy khỏi tác động nhiệt và cơ học xuất hiện thêm do tác động nhiệt và cơ học của chất nóng chảy vùng hoạt lên bẫy kim loại nóng chảy.

Việc sử dụng bộ đỡ dưới giúp tăng độ tin cậy cho thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân nhờ đảm bảo việc giãn nở xuyên tâm do nhiệt của đáy bẫy kim loại nóng chảy.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân bao gồm giếng lò phản ứng hình trụ có ít nhất một mặt bê tông bao xung quanh và một mặt bê tông dưới đáy; thùng lò phản ứng được lắp trong giếng lò phản ứng; bể kim loại nóng chảy vùng hoạt nằm trong giếng lò phản ứng và được lắp dưới đáy thùng lò phản ứng, có cấu tạo nhiều lớp và có các tấm đỡ cho bể kim loại nóng chảy, các tấm đỡ này có các lỗ hình bầu dục nằm trên bề mặt dưới của bể kim loại nóng chảy vùng hoạt và nằm xuyên tâm so với trục thẳng đứng trung tâm của giếng lò phản ứng; lớp bảo vệ hy sinh được thiết kế để pha loãng kim loại nóng chảy trong bể kim loại vùng hoạt; hệ thống bộ đỡ phía dưới có cấu tạo từ: một tấm ốp nằm ngang được chôn trong bê tông phía dưới của giếng lò phản ứng các tấm đỡ được đặt trên tấm ốp nằm ngang và nằm xuyên tâm so với trục trung tâm của giếng lò, theo đó các tấm đỡ này có các lỗ hình bầu dục, và các chốt định vị được lắp vào các lỗ hình bầu dục trên các tấm đỡ của bể kim loại nóng chảy vùng hoạt và vào các lỗ hình bầu dục trên các tấm đỡ thuộc hệ thống bộ đỡ phía dưới; theo đó, các tấm đỡ của bể kim loại nóng chảy được nối với các tấm đỡ của hệ thống bộ đỡ phía dưới bằng các chốt định vị, còn các lỗ hình bầu dục trên các tấm đỡ của bể kim loại nóng chảy và các lỗ hình bầu dục trên hệ thống bộ đỡ phía dưới cho phép các chốt định vị chuyển động bên trong chúng, đảm bảo các tấm đỡ của bể kim loại nóng chảy vùng hoạt có thể chuyển động xuyên tâm so với các tấm đỡ của hệ thống bộ đỡ phía dưới, chuyển động này giúp hấp thụ chấn động cơ học khi chất nóng chảy vùng hoạt đi vào bể kim loại nóng chảy.
2. Thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân như điểm 1, trong đó tấm ốp dạng liền khối.
3. Thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân như điểm 1, trong đó tấm ốp dạng lắp ghép.
4. Thiết bị cô lập chất nóng chảy trong vùng hoạt của lò phản ứng hạt nhân như điểm 1, trong đó tấm ốp dạng khoang.



Hình