



(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)



1-0044831

(51)^{2020.01} G21C 9/016

(13) B

(21) 1-2020-07558

(22) 25/12/2019

(86) PCT/RU2019/001015 25/12/2019

(87) WO2020/139160 02/07/2020

(30) 2018146642 26/12/2018 RU

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/10/2021 403A

(71) 1. JOINT-STOCK COMPANY "ATOMENERGOPROEKT" (RU)

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

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

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

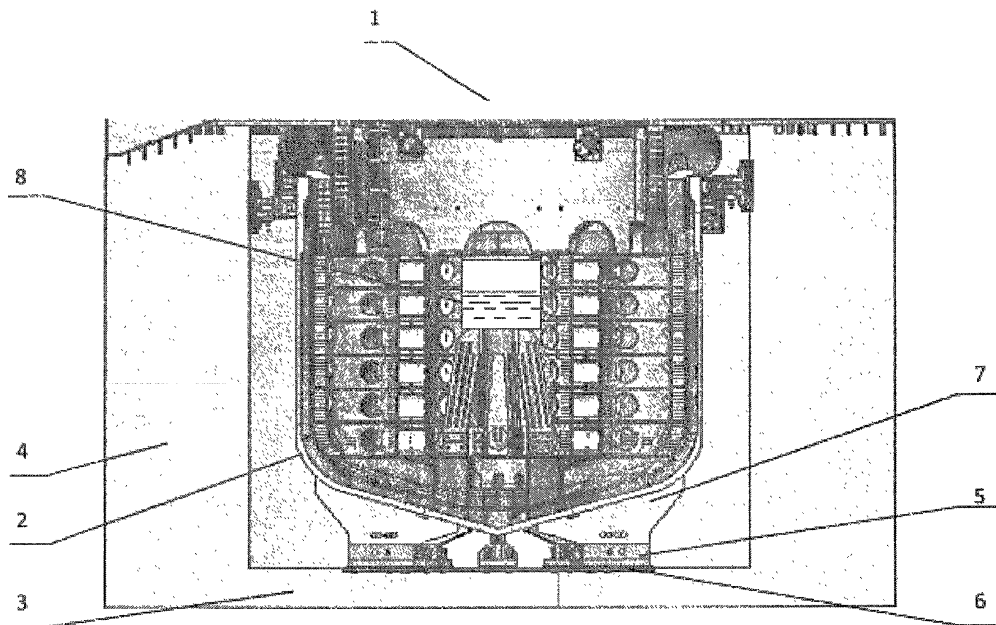
(72) SIDOROV, Aleksandr Stalevich (RU); DZBANOVSKAYA, Tatyana Yaropolkovna (RU); SIDOROVA, Nadezhda Vasilievna (RU).

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

(54) THIẾT BỊ ĐỊNH VỊ CHẤT NÓNG CHẢY

(21) 1-2020-07558

(57) Sáng chế đề cập đến lĩnh vực năng lượng hạt nhân, đặc biệt là các hệ thống đảm bảo an toàn cho các nhà máy điện hạt nhân (nuclear power plants - NPP), và có thể được sử dụng trong các vụ sự cố nghiêm trọng dẫn đến phá hủy lò phản ứng và vỏ kín của nó. Kết quả kỹ thuật của sáng chế được công bố là cải thiện tính an toàn của nhà máy điện hạt nhân bằng cách loại bỏ việc giải phóng các chất phóng xạ lỏng và rắn (corium) ra bên ngoài phạm vi thiết bị định vị chất nóng chảy trong trường hợp có sự cố nghiêm trọng dẫn tới rò rỉ nóng chảy lõi ra bên ngoài lò phản ứng hạt nhân. Vấn đề được giải quyết của sáng chế là tăng hiệu quả và độ tin cậy của thiết bị định vị chất nóng chảy bằng cách cải thiện các điều kiện làm mát corium. Nhiệm vụ được giải quyết bằng cách sử dụng chất độn được đóng thành các khay, gồm các khay trên và một khay dưới. Các kênh thẳng đứng và ngang được bố trí trong các khay này đảm bảo sự phân bố đồng đều của chất nóng chảy trong thân thiết bị làm mát.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực năng lượng hạt nhân, đặc biệt là các hệ thống đảm bảo an toàn cho các nhà máy điện hạt nhân (nuclear power plant - NPP) và có thể được ứng dụng trong các sự cố nghiêm trọng dẫn tới sụp đổ bể lò phản ứng và vỏ bọc kín của nó. Cụ thể, sáng chế đề cập đến thiết bị định vị chất nóng chảy lõi.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nguy cơ bức xạ lớn nhất gây ra do sự cố chảy lõi, có thể xảy ra trong trường hợp hệ thống làm mát lõi nhiều lần hỏng hóc.

Trong những sự cố như vậy, nóng chảy lõi - corium, làm nóng chảy các cấu trúc trong lò phản ứng và bể lò phản ứng, chảy ra ngoài giới hạn của nó và do sự tỏa nhiệt dư trong đó, có thể vi phạm tính toàn vẹn của nhà lò - rào cản cuối cùng để thải các sản phẩm phóng xạ vào môi trường.

Để loại bỏ điều này, cần phải cô lập chất nóng chảy lõi (corium) chảy ra khỏi lò phản ứng và đảm bảo nó được làm mát liên tục cho đến khi kết tinh hoàn toàn. Chức năng này được thực hiện bởi hệ thống cô lập và làm mát nóng chảy lõi lò phản ứng, giúp ngăn ngừa thiệt hại cho lớp vỏ kín của nhà máy điện hạt nhân và do đó bảo vệ người dân và môi trường khỏi bị nhiễm phóng xạ trong các sự cố nghiêm trọng của lò phản ứng hạt nhân.

Thiết bị [1] đã biết theo Bằng sáng chế Liên bang Nga số 35464 (có chỉ số phân loại quốc tế (International Patent Classification - IPC) G21C9/016, ngày ưu tiên 18/08/2013) để cô lập và làm mát corium của lò phản ứng hạt nhân kiểu nước-nước khi gặp sự cố, có chứa một bể làm mát nằm trong không gian dưới lò phản ứng, một khung bảo vệ nằm bên dưới đáy lò phản ứng và một bàn điều khiển nằm trên đầu trục phía trên bể. Trong bể có vật liệu hy sinh được chất thành từng khối dưới dạng khay để pha loãng các thành phần oxit và thép có chứa uranium của corium nóng chảy.

Nhược điểm của thiết bị này là không đủ hiệu quả làm mát chất nóng chảy do lắp đặt riêng biệt (kiểu tế bào) các phần tử gốm, trong đó, khi khung thép bị phá hủy bởi corium tan chảy, các phần tử gốm, như những phần tử nhẹ hơn, nổi lên trong corium tan chảy và thực tế không tương tác với thành phần oxit của corium mà biến thành xỉ, có thể dẫn đến giải phóng các chất phóng xạ lỏng và rắn (corium) ra khỏi thiết bị định vị

chất nóng chảy.

Thiết bị được mô tả theo Bằng sáng chế Liên bang Nga số 2514419 (IPC G21C9/016, ngày ưu tiên 01/06/2012) xác định vị trí và làm mát corium của lò phản ứng hạt nhân, nằm trong không gian của hố bê tông bên dưới lò phản ứng, bao gồm một thùng chứa có vỏ được làm mát bằng nước, đáy được khoét sâu vào tâm với độ dốc 10-20 độ. Chiều dày của đáy lớn hơn ít nhất 30% so với chiều dày của thành bên của thân thùng. Trong thân thùng chứa các bánh đúc từ vật liệu có tác dụng để pha loãng ôxít corium chứa urani, kết dính với nhau bằng vữa xi măng và đặt trong các khối thép được xếp thành nhiều lớp nằm ngang. Đáy của khối nằm dưới có hình dạng giống với đáy thùng chứa. Các khối nằm phía trên nó có một lỗ trung tâm, và các điểm gắn của các khối với vỏ thùng chứa và giữa chúng với nhau được đặt trong các khe thẳng đứng của khối. Đồng thời, các khe và một phần của các khối được đổ bê tông.

Nhược điểm của thiết bị này là không đủ hiệu quả làm mát chất nóng chảy do việc lắp đặt riêng biệt (kiểu tế bào) các phần tử gốm. Khi khung thép bị phá hủy bởi corium tan chảy, các phần tử gốm, do nhẹ hơn, nổi lên trong corium tan chảy và thực tế không tương tác với thành phần oxit của corium mà biến thành xỉ, có thể dẫn đến giải phóng các chất phóng xạ lỏng và rắn (corium) ra bên ngoài thiết bị định vị chất nóng chảy.

Thiết bị gần nhất với sáng chế được công bố là thiết bị được mô tả trong Bằng sáng chế Liên bang Nga số 100327 (IPC G21C9/016, ngày ưu tiên 17/06/2010, được lấy làm nguyên mẫu) dùng để cô lập chất nóng chảy, bao gồm phần thân có thành đôi được làm mát chứa đầy chất độn được sắp xếp thành các khối, mỗi khối được chia thành các phân đoạn bằng các điểm gắn được lắp đặt hướng tâm so với trục thẳng đứng của thiết bị. Đồng thời, giữa các phân đoạn bằng chất độn vẫn để chừa ra những khoảng trống liên thông với lỗ ở trung tâm để để chất nóng chảy có thể len lỏi chảy qua.

Nhược điểm của thiết bị này là không đủ hiệu quả làm mát chất nóng chảy do việc lắp đặt riêng biệt (kiểu tế bào) các phần tử gốm, trong đó, khi khung thép bị phá hủy bởi corium tan chảy, các phần tử gốm do nhẹ hơn sẽ nổi lên trong corium tan chảy và thực tế không tương tác với thành phần oxit của corium, mà lẫn vào xỉ. Do đó có thể dẫn đến giải phóng các chất phóng xạ lỏng và rắn (corium) bên ngoài thiết bị định vị chất nóng chảy.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Kết quả kỹ thuật của sáng chế được tuyên bố là cải thiện độ an toàn của nhà máy điện hạt nhân bằng cách loại bỏ việc giải phóng các chất phóng xạ lỏng và rắn (corium) ra bên ngoài thiết bị định vị chất nóng chảy trong trường hợp xảy ra sự cố nghiêm trọng khi để rò rỉ nóng chảy lõi ra bên ngoài lò phản ứng hạt nhân.

Vấn đề cần giải quyết của sáng chế là tăng hiệu quả và độ tin cậy của thiết bị định vị chất nóng chảy bằng cách cải thiện các điều kiện làm mát corium.

Vấn đề được giải quyết do thực tế là trong thiết bị định vị chất nóng chảy, bao gồm một thùng chứa có thành đôi được làm mát, đáy của nó được đào sâu về phía trung tâm với độ dốc, được đổ đầy chất độn. Theo sáng chế, trong thùng còn có một bộ phận dẫn hướng để dẫn dắt chuyển động của chất nóng chảy, một hệ thống thụ động để cung cấp nước cho bề mặt của chất nóng chảy, chất độn để trong một số khay trên và khay dưới. Mỗi khay có một kênh lưu trữ trung tâm, một số kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng có đường kính bằng nhau nhưng nhỏ hơn so với kênh trung tâm, và các kênh phân phối xuyên tâm ngang kết nối các kênh ngoại vi thẳng đứng. Đồng thời, các kênh phân phối hướng tâm nằm ngang của khay dưới cùng được tạo với độ dốc có góc trùng với độ dốc của đáy thân bể lõi. Các kênh phân phối phương vị ngang nối các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng của các khay trên với nhau. Đồng thời, các kênh phân phối nằm ngang cả loại hướng tâm và loại phương vị ngang có đường kính bằng nhau. Các khay trên và khay dưới chứa các tấm gồm có các kênh có rãnh ngang và thẳng đứng, và được gắn trên nhau theo cách sao cho các đường viền của kênh thẳng đứng ở giữa và các kênh thẳng đứng ở ngoại vi trùng khớp với nhau.

Thêm vào đó, trong thiết bị định vị chất nóng chảy, mỗi kênh lưu trữ thẳng đứng ở ngoại vi nằm trên cùng một trục hướng tâm với một sườn xuyên tâm tương ứng của thùng chứa được làm mát.

Ngoài ra, chiều sâu của kênh thẳng đứng ở giữa lớn hơn chiều sâu của các kênh lưu trữ thẳng đứng ở ngoại vi.

Ngoài ra, một bộ giảm chấn được lắp đặt trong kênh lưu trữ thẳng đứng ở giữa. Van này bao gồm một vỏ trung tâm, các sườn chịu lực được nối với vỏ trung tâm, các tấm nghiêng nằm giữa các sườn chịu lực, các kẹp giữ chặt bộ giảm chấn vào thân thùng chứa được làm mát.

Một đặc điểm khác biệt của sáng chế được công bố là chất độn bố trí trong các khay trên và khay dưới, mỗi khay có một kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng và một số

kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng. Đường kính của kênh thẳng đứng trung tâm lớn hơn đường kính bằng nhau của các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng. Các kênh xuyên tâm ngang làm chức năng phân phối kết nối các kênh lưu trữ ngoại vi theo chiều thẳng đứng với kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng. Đồng thời, các kênh phân phối hướng tâm nằm ngang của khay dưới được tạo với độ dốc, góc của nó trùng với độ dốc của đáy thân bể nóng chảy. Các kênh phân phối phương vị ngang nối các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng của các khay trên với nhau. Đồng thời, các kênh ngang hướng tâm và kênh phương vị có đường kính bằng nhau. Các tấm gồm ở khay trên và dưới có các kênh vi mô và được phân tách bằng các kênh có rãnh ngang và thẳng đứng, trong khi tất cả các khay được lắp đặt chồng lên nhau theo cách mà các đường viền của kênh trung tâm và các kênh ngoại vi thẳng đứng trùng khớp với nhau.

Ngoài ra, trong thiết bị định vị chất nóng chảy, mỗi kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng nằm trên cùng một trục hướng tâm với sườn hướng tâm tương ứng của vỏ được làm mát.

Thêm nữa, độ sâu của kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng lớn hơn độ sâu của các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng.

Ngoài ra, một bộ giảm chấn được lắp đặt trong kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng, bao gồm vỏ trung tâm. Van này gồm các sườn chịu lực được nối với vỏ trung tâm, các tấm nghiêng nằm giữa các sườn chịu lực, các kẹp giữ chặt bộ giảm chấn vào thân bể được làm mát.

Cấu trúc chất độn như vậy đảm bảo phân phối hiệu quả lõi tan chảy bên trong bình được làm mát do các yếu tố sau:

- các kênh lưu trữ trung tâm và ngoại vi thẳng đứng đảm bảo việc tiếp nhận đồng thời khối lượng lớn chất nóng chảy của lõi, cũng như sự phân bố của chất tan chảy lên toàn bộ khối lượng chất độn khi các kênh lưu trữ riêng lẻ bị lấp đầy, thường xảy ra trong quá trình chảy ra không đối xứng của nóng chảy lõi từ bể lò phản ứng;

- các kênh lưu trữ trung tâm và ngoại vi thẳng đứng bảo vệ các cấu trúc phía trên khỏi bức xạ nhiệt từ phía thép quá nhiệt ở giai đoạn đầu của dòng chảy lõi từ bể lò phản ứng vào chất độn. Vì các kênh này không cho phép phần trên của thân bể bị đốt nóng bởi bức xạ nhiệt trực tiếp (thực tế, chúng chặn tia bắn trực tiếp qua) và đảm bảo giữ nhiệt trong thép lỏng chảy vào chất độn trong quá trình hai giai đoạn của dòng chảy lõi ra khỏi lò phản ứng. Trong đó, ở giai đoạn đầu bị phá hủy, từ lò phản ứng chảy chủ yếu

là thép quá nóng với một lượng nhỏ ôxít lỏng. Sau đó, trong vòng 30 phút đến 3-4 giờ, từ lò phản ứng sẽ trào ra chủ yếu là ôxít lỏng, chứa một lượng thép bề lò phản ứng tan chảy theo;

- các kênh lưu trữ trung tâm và ngoại vi thẳng đứng đảm bảo hiệu quả để các kênh có rãnh hoạt động hết công suất, vì sự sắp xếp theo chiều thẳng đứng của các kênh lưu trữ chủ yếu cung cấp giao diện thẳng đứng khi nóng chảy lõi tiếp xúc với các phần tử gốm, và hơi nước hình thành được hút qua các kênh có rãnh, tương tác yếu với lõi tan chảy;

- kênh phân phối hướng tâm và kênh phương vị ngang đảm bảo liên thông giữa kênh lưu trữ trung tâm và ngoại vi thẳng đứng. Nhờ đó, đảm bảo chất tan chảy được phân bố phương vị giữa các kênh này, giúp cân bằng một cách hiệu quả mức chất nóng chảy giữa các kênh lưu trữ thẳng đứng trong điều kiện dòng chảy không đối xứng trục của nóng chảy lõi ra từ lò phản ứng, ngăn chảy tràn qua các cạnh của các kênh này. Ngoài ra, các kênh phân phối ngang này đảm bảo không làm đầy các kênh lưu trữ thẳng đứng riêng lẻ, giúp trải đều khối lượng của chất tan chảy vào thẳng đứng theo thể tích của chất độn, do đó cân bằng tải cơ nhiệt trên chất độn, và cuối cùng, đảm bảo gia nhiệt đồng đều cho thân của bể nóng chảy thẳng đứng theo toàn bộ chu vi và chiều cao.

- các kênh phân phối ngang hướng tâm và phương vị cung cấp mức chất tan chảy đồng nhất trong chất độn và cho phép sử dụng đầy đủ các ưu điểm của cấu trúc này. Cụ thể, mức độ chất nóng chảy thấp trong các kênh lưu trữ cho phép chất độn được sử dụng như một biện pháp bảo vệ thụ động chống lại tác động của bức xạ nhiệt lên các phần tử cấu trúc của bể nóng chảy, giảm điều khiển và tản dẫn hướng trong giai đoạn đầu của dòng chảy lõi từ bể lò phản ứng. Ví dụ, trong quá trình hai giai đoạn của dòng chảy nóng chảy, kim loại lỏng nóng chảy tràn khỏi lò phản ứng một cách ào ạt, nằm hoàn toàn ở phần dưới của chất độn và không thể hình thành một bề mặt phát bức xạ hơ thống nhất;

- các kênh có rãnh chia tách các phần tử gốm của chất độn ban đầu được lấp đầy bằng chất kết dính đảm bảo độ vững chắc của khay chất độn. Trong quá trình nóng lên của vùng tiếp xúc chất tan chảy với chất độn, quá trình tương tác hóa lý bắt đầu ở ranh giới tiếp xúc, trong khi chất kết dính, khi nhiệt độ tăng, bắt đầu phân hủy, mất nước. Hơi thoát ra từ chất kết dính phân hủy chủ yếu di chuyển thẳng đứng theo các kênh ngoại vi có rãnh thẳng đứng, bỏ qua các vùng bị chặn bởi chất tan chảy. Chỉ ở những nơi mà chất tan chảy tràn ngập các rãnh khe từ trên cao thì hơi nước mới đi xuyên qua lớp nóng

chảy, tương tác hóa học với nó. Do đó, các rãnh khe càng có nhiều nhánh, hơi nước càng dễ dàng vượt qua chất tan chảy mà không tương tác với nó;

- các kênh vi mô nằm bên trong các phần tử gốm, được hình thành trong quá trình thiêu kết, đảm bảo động lực tương tác cụ thể với nóng chảy lõi.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 thể hiện hình vẽ tổng quát của một thiết bị định vị chất nóng chảy với chất độn được chế tạo theo sáng chế đã được công bố.

Hình 2 thể hiện mặt cắt ngang của chất độn trong đó các kênh lưu trữ trung tâm và ngoại vi thẳng đứng, cũng như các kênh phân phối hướng tâm nằm ngang và phương vị được tạo ra.

Hình 3 thể hiện hình vẽ được phóng to của chất độn, trong đó các kênh có rãnh và kênh vi mô được tạo ra.

Hình 4 thể hiện hình vẽ tổng thể của bộ giảm chấn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế công bố hoạt động như sau.

Thiết bị được công bố dùng để để cô lập chất nóng chảy (sau đây gọi là ULR) là một thiết bị hình chén nằm trong không gian dưới hồ bê tông bên dưới lò phản ứng.

Như được thể hiện trong Hình 1, thiết bị định vị chất nóng chảy 1 bao gồm một thùng được làm mát 2, là một thùng nhiều lớp bằng thép được gắn trên một giá đỡ được cố định trên tấm bê tông 3 của hầm lò 4.

Đến lượt nó, giá đỡ ULR 1 được chế tạo dưới dạng một số giá đỡ hướng tâm 5 được kết nối với tấm tấm đế 6 được lắp đặt trong tấm bê tông 3 của hầm lò 4 bằng các ốc vít khác nhau (ví dụ, đinh tán, bu lông, ghim). Các sườn hướng tâm 5 có gắn các sườn đối 7 của thân 2 của ULR 1. Trong khi đó, các mặt phẳng thẳng đứng đi thẳng đứng theo trục đối xứng của mỗi sườn 5 của giá đỡ và sườn đối 7 của thân 2 của ULR 1 là các mặt phẳng đối xứng của các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng.

Phần thân 2 được thiết kế để nhận và chứa corium tan chảy 8, cũng như ngăn chất tan chảy rời khỏi các ranh giới đã thiết lập của vùng cô lập.

Corium bao gồm hai thành phần chính: oxit (thành phần chính là hỗn hợp của urani, zirconi, oxit sắt với một lượng nhỏ kim loại) và kim loại (thành phần chính là hỗn hợp của sắt, zirconi với một lượng nhất định urani, zirconi, oxit sắt).

Phần thân 2 được làm đầy bằng chất độn, cụ thể là, vật liệu hy sinh được làm

bằng thép và các oxit tương đối nhẹ và nóng chảy thấp, theo sáng chế đã được công bố, được chế tạo dưới dạng các phần tử được sắp xếp trong các khay gắn chồng lên nhau thẳng đứng theo trục thẳng đứng của phần thân 2.

Trong trường hợp xảy ra sự cố nghiêm trọng ngoài cơ sở thiết kế, chất độn đảm bảo tính chất dưới tới hạn của corium trong các ranh giới đã được thiết lập của vùng cô lập đối với bất kỳ cấu hình oxit corium nào và bất kỳ tỷ lệ nước-uranium nào với nước tinh khiết chưa qua chưng cất.

Để đảm bảo tính chất dưới tới hạn của corium, chất độn chứa các vật liệu hấp thụ đồng kết tinh với các oxit uranium và plutonium.

Vật liệu gồm hy sinh dựa trên oxit sắt Fe_2O_3 (hematit) và oxit nhôm Al_2O_3 có thể được sử dụng để thay đổi tính chất của corium trong ULR.

Hematit tương tác tích cực với phần oxit của corium và zirconi nóng chảy từ thành phần kim loại của nó, nhưng chậm với sắt và crom nóng chảy của thành phần kim loại của corium.

Như thể hiện trong hình 2, các khay chất độn được chia thành hai nhóm theo hình dạng của các kênh lưu trữ ngoại vi: các khay trên 9, khác biệt bởi chiều cao thân của chúng (ví dụ, khay hình trụ và hình xuyên) và một khay dưới 10.

Thân thiết bị 2 được chế tạo với các giá đỡ hướng tâm bên trong 11, trên đó lắp khay chất độn phía dưới 10.

Khay dưới 10 có kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 12 và một số kênh lưu trữ ngoại vi 13.

Các kênh lưu trữ ngoại vi 13 được làm với độ dốc, góc của nó trùng với góc nghiêng của đáy thân 2 của bể nóng chảy.

Các khay trên 9 được lắp trên khay dưới 10. Mỗi khay trên 9 của bộ nạp có một kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 14 và một số kênh lưu trữ ngoại vi theo chiều thẳng đứng 15. Các kênh lưu trữ trung tâm và ngoại vi theo chiều thẳng đứng 14, 15 được kết nối với nhau bằng các kênh phân phối hướng tâm ngang 16.

Ngoài ra, các khay trên 9 có các kênh phân phối phương vị ngang 17 kết nối các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng 15 với kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 14.

Đường kính của kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 14 vượt quá đường kính của kênh lưu trữ ngoại vi theo chiều thẳng đứng 15.

Các kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 14 và kênh lưu trữ ngoại vi 15 trong mỗi

khay trên 9 có cùng kích thước tương ứng. Các kênh phân phối ngang hướng tâm và phương vị 16, 17 của các khay trên 9 cũng có cùng kích thước.

Các hình 3, 5 cho thấy chất độn, trong đó có các kênh có rãnh 18 và các kênh vi mô 19. Các kênh có rãnh 18 chia tách các phần tử gồm 20 của chất độn ban đầu được lấp đầy bằng chất kết dính để đảm bảo tính nguyên khối của các khay chất độn. Trong quá trình làm nóng vùng tiếp xúc của chất tan chảy và chất độn, quá trình tương tác hóa lý bắt đầu ở ranh giới tiếp xúc. Đồng thời, chất kết dính, khi nhiệt độ tăng lên, bắt đầu phân huỷ, mất nước. Hơi thoát ra từ chất kết dính phân huỷ chủ yếu di chuyển thẳng đứng theo các kênh ngoại vi có rãnh thẳng đứng 18, bỏ qua các vùng bị chặn bởi chất tan chảy 8. Chỉ ở những nơi mà chất nóng chảy 8 lấp đầy các kênh có rãnh 18 từ phía trên, hơi đi qua bề dày của chất nóng chảy 8, đi vào tương tác hóa học với nó. Do đó, các kênh khe 18 càng có nhiều nhánh, thì hơi nước càng dễ dàng vượt qua chất tan chảy 8 mà không tương tác với nó. Các vi kênh 19 nằm bên trong các phần tử gồm 20, được hình thành trong quá trình thiêu kết, đảm bảo động học tương tác cụ thể với chất nóng chảy 8 của lõi, nghĩa là xác định tốc độ tương tác của phần nóng chảy 8 với hematit và nhôm oxit ở ranh giới của phần tử gồm 20. Tốc độ này cuối cùng sẽ xác định cân bằng năng lượng của bể nóng chảy corium, tốc độ oxy hóa zirconium và giải phóng oxy chưa phản ứng vào bể nóng chảy corium.

Các khay 9, 10 được lắp đặt chồng lên nhau theo cách mà trên thực tế, chúng tạo thành một cấu trúc nguyên khối, trong đó các kênh lưu trữ 14, 15 của mỗi khay 9, 10, sau khi lắp ráp các khay 9, 10 lại với nhau, tạo thành một loại "giếng" chứa chất tan chảy 8 của lõi khi lọt vào ULR 1.

Một bộ giảm chấn 21 được lắp đặt bên trong kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 14, được thiết kế để phân phối các dòng chảy 8 theo các hướng xuyên tâm khác nhau.

Bộ giảm chấn 21, được thể hiện trong Hình 4, bao gồm một vỏ trung tâm 22, các sườn chịu lực 23 nối với vỏ trung tâm 22, các tấm nghiêng 24 nằm giữa các sườn chịu lực 23, các chốt giữ 25 để gắn bộ giảm chấn 21 vào thân ULR 1.

Các tấm nghiêng 24 của bộ giảm chấn 21, nằm giữa các sườn trợ lực 23, được lắp từ 1 đến 5 miếng, song song với nhau trong mỗi đoạn giữa các sườn trợ lực 23. Số lượng tấm nghiêng 24 nhiều hơn 5 không tạo ra thêm hiệu ứng phân bố lại do độ dày của các tấm nghiêng 24 phải giảm để tạo ra góc nghiêng yêu cầu của các tấm 24 nhằm đảm bảo độ lệch của các tia quá nhiệt của nóng chảy lõi về phía chất độn.

Số lượng giá đỡ hướng tâm 11 bên trong vỏ 2 của ULR 1 được đặt trong khoảng từ 3 đến 10 miếng. Số lượng giá đỡ hướng tâm 11 ít hơn 3 không đảm bảo công việc hiệu quả để hấp thụ động năng của va chạm, vì trong trường hợp này vùng ảnh hưởng do va chạm không được phân phối lại trải đều trên đáy thùng 2, mà sẽ tập trung ở các khu vực cục bộ của nó, có thể dẫn đến phá hủy nó. Số lượng giá đỡ hướng tâm 11 nhiều hơn 10 không làm tăng hiệu ứng phân phối lại, yêu cầu giảm độ dày của các sườn chịu lực 23, điều này ảnh hưởng tiêu cực đến khả năng hấp thụ và phân phối lại động năng của tác động từ các mảnh vỡ từ đáy bể lò phản ứng rơi xuống và hấp thụ năng lượng từ các tia nóng chảy của nóng chảy lõi ra từ lò phản ứng.

Trong quá trình chất nóng chảy đồng loạt chảy ra 8 từ lò phản ứng vào chất đệm có bộ giảm chấn được lắp đặt 21, đảm bảo sự phân bố lại cơ thủy lực của chất nóng chảy 8 giữa các khay 9, 10 và các bộ phận của chúng, cũng như bảo vệ khỏi tác động trực tiếp của các tia quá nhiệt của nóng chảy lõi trên đế của khay dưới 10 và phần hình nón của thân 2 của ULR 1. Trong khi bị phá hủy và nóng chảy trong quá trình chảy ra của nóng chảy lõi từ bể lò phản ứng, bộ giảm chấn 21 phân phối lại động năng của sự nóng chảy giữa khay trên và khay dưới 9, 10. Sự phân bố lại năng lượng xảy ra ở dòng chảy đồng loạt đầu tiên của một lượng lớn chất nóng chảy 8, chứa chủ yếu là thép quá nhiệt ở dạng lỏng, gặp các mặt phẳng bộ giảm chấn 21 gây ra lực đẩy thủy cơ học khiến bị lệch hướng về phía các kênh phân phối xuyên tâm nằm ngang 16. Các kênh này sẽ phân phối lại chất nóng chảy 8 giữa các kênh lưu trữ thẳng đứng 14, 15.

Hướng và góc nghiêng của các tấm 24 của bộ giảm chấn 21 được chọn sao cho các tia lửa nóng chảy bị lệch khỏi tâm về phía bề mặt bên sườn của các khay trên, mà các khay đó có các kênh phân phối hướng tâm và phương vị 16, 17 đục xuyên qua.

Ví dụ, khi có một dòng chất nóng chảy ồ ạt chảy ra, ví dụ, của 60 tấn thép quá nhiệt trong 30 giây, khả năng sống sót của bộ giảm chấn 21 là khoảng 10 giây, nhưng thời gian này đủ để ngăn luồng xung kích đầu tiên của thép quá nhiệt nóng dội vào khay dưới 10 cho đến khi mức nóng chảy hình thành ở trên nó và chuyển hướng một phần động năng của khối nóng chảy sang các khay trên 9, rồi khi chảy ra khỏi các khay trên tiếp tục tăng mức trên khay dưới 10, trong khi vẫn bảo vệ khay dưới khỏi tác động trực tiếp của động năng của các tia nóng chảy và các vật thể bay.

Trong quá trình chảy ồ ạt của thép quá nhiệt với sự rơi đối xứng trực hoặc không đối xứng trực của các tia nóng chảy, chất đệm được lấp đầy một phần và được đưa vào

không chỉ kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 14, mà còn vào các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng 15 của các khay trên 10. Trong trường hợp này, bộ giảm chấn 21 đóng vai trò là một van điều tiết thủy lực học, đảm bảo sự va chạm định hướng hướng của các tia nóng chảy theo chiều ngang từ các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng 15 phọt vào kênh lưu trữ trung tâm theo chiều thẳng đứng 14 qua các kênh phân phối xuyên tâm 16, cùng với các tia nóng chảy theo chiều thẳng đứng chảy trong kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 14 và bị các tấm nghiêng 24 của bộ giảm chấn 21 khiến bị lệch về hướng xuyên tâm và đi vào các kênh phân phối hướng tâm nằm ngang 16.

Khay dưới 10 đóng một vai trò đặc biệt trong quá trình dòng chảy ồ ạt của chất tan chảy: cùng với bộ giảm chấn 21, nó bảo vệ đáy thùng 2 của ULC 1. Hơn nữa, bộ giảm chấn 21 thực hiện vai trò này ngay tại thời điểm ban đầu khi chất nóng chảy xuất hiện, và khay dưới 10 thực hiện chức năng này sau khi giảm chấn bị phá hủy 21 nhờ vào hình dạng đặc biệt của vị trí các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng 13. Các kênh lưu trữ trung tâm và ngoại vi thẳng đứng 12, 13 của khay dưới 10 được chế theo cách mà corium khi tan chảy vào các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng 13 của khay dưới 10 từ các khay phía trên 9 chảy xuống theo các kênh lưu trữ nghiêng ở ngoại vi 13 của khay dưới 10 vào kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng của nó 12, tạo thành mức nóng chảy bên trên các phân tử gốm 20 của khay dưới 10 nằm ở đáy của nó. Độ dày của các phân tử gốm được lắp đặt 20 nằm dưới đáy và trên bề mặt hình nón bên của khay dưới 10 được chọn theo cách để cung cấp sự gia nhiệt sơ bộ cho đáy hình nón của thùng 2 của ULR 1, vốn dày hơn so với phần hình trụ của thùng, để cào bằng trường nhiệt độ của vỏ 2 của ULR 1 vào thời điểm phân oxit (giải phóng năng lượng) của corium tan chảy đi vào chất độn. Các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng nghiêng 13 của khay dưới 10 cung cấp sự gia nhiệt đồng đều cho phần hình nón của đáy vỏ 2 của ULR 1. Còn phần đế của vỏ 2 của ULR 1 được làm nóng từ phía của đế của kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 12 của khay dưới 10, và do đó kênh này được làm hơi sâu hơn các kênh lưu trữ ngoại vi theo chiều thẳng đứng nghiêng 13 nằm xung quanh.

Mức độ nóng chảy 8, được hình thành trong kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng 12 của khay dưới 10, bảo vệ đế của khay dưới 10 và đáy hình nón của vỏ 2 của ULR 1 khỏi tác động xung kích từ các mảnh vỡ của lõi và đáy lò phản ứng. Những mảnh vỡ này nếu rơi xuống khi kênh trung tâm của chất độn có cấu hình khác đi thì có thể dẫn đến hư hỏng cả lớp bảo vệ nhiệt của đáy hình nón của vỏ 2 LRM 1, là lớp phủ gồm các

phần tử gồm 20 của khay dưới 10 và làm hỏng cả phần đáy hình nón.

Việc sử dụng các phần tử gồm 20 thay vì bê tông ở lòng khay dưới 10 để bảo vệ phần đáy hình nón của vỏ 2 của ULR 1 có những ưu điểm sau: chất độn trở nên đồng nhất. Trong trường hợp này, các quá trình tương tác của chất nóng chảy với các phần tử chất độn xảy ra trong các điều kiện khác nhau bị loại trừ: giữa chất nóng chảy với các phần tử gồm trên chất kết dính xi măng, và chất nóng chảy với bê tông nguyên khối. Trong trường hợp sau, sự gia nhiệt của đáy hình nón của vỏ 2 của ULR 1 không thể đồng bộ với sự gia nhiệt của các phần hình trụ và phần bên hông của vỏ 2. Trong khi đó, gia tăng rủi ro về hiệu ứng sốc nhiệt cục bộ của chất nóng chảy lên vỏ 2 của ULR 1 với khả năng mất sự bền vững do các tải cơ nhiệt khác nhau của vỏ 2: từ phía dưới đáy, sự truyền nhiệt bị chặn bởi bê tông, còn từ phía bên sườn và bên hình trụ của vỏ 2 của ULR 1, quá trình gia nhiệt được xác định bởi tốc độ tương tác của các phần tử gồm 20 với nóng chảy lõi, nghĩa là, bởi độ xấp các phần tử gồm 20 và các quá trình diễn ra trong các kênh có rãnh 19. Do độ dày của các phần sườn hình nón và hình trụ của vỏ 2 của ULR 1 là khác nhau, nên vấn đề cân bằng trường nhiệt độ của phần vỏ 2 của ULR 1 mang tính quyết định trong quá trình duy trì tính bền vững và khả năng chống chịu của vỏ thiết bị trước các tác động khác.

Việc loại bỏ bê tông khỏi khay dưới 10 mang lại một hiệu quả tích cực khác: giảm việc tiết hydro và khí trong quá trình tương tác của lõi tan chảy với bê tông.

Do đó, việc sử dụng chất độn được thực hiện theo sáng chế đã được công bố ở dạng cấu trúc nguyên khối có các kênh trung tâm và ngoại vi thẳng đứng, cũng như các kênh ngang được hình thành bởi các kênh lưu trữ trung tâm và ngoại vi theo chiều thẳng đứng và các kênh phân phối ngang trong các khay được lắp đặt trên nhau, cho phép tăng độ tin cậy của thiết bị định vị chất nóng chảy nhờ việc trải đều năng lượng của các mảnh vỡ của lò phản ứng và nóng chảy lõi giữa các loại kênh khác nhau trong chất độn, đem đến sự bảo vệ đáng tin cậy cho vỏ lõi khỏi bị quá nhiệt trong thời gian đầu của dòng chảy, khi chất nóng chảy từ lõi lò phản ứng ồ ạt chảy xuống thùng bể lõi. Do đó, có thể giảm thiểu sự hình thành hydro trong quá trình tương tác của chất nóng chảy với hơi nước trong chất độn khi có sự tương tác của chất nóng chảy với chất kết dính.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị định vị chất nóng chảy bao gồm:

hộp làm mát có thành đôi, đáy của hộp làm mát có thành đôi được tạo lõm vào tâm của đáy có độ dốc và được đổ đầy chất độn;

chi tiết dẫn hướng để tổ chức chuyển động của chất nóng chảy;

hệ thống thụ động để cung cấp nước cho bề mặt của chất nóng chảy,

trong đó chất độn bao gồm một số khay trên và khay dưới, mỗi khay của các khay trên và khay dưới bao gồm kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng và một số kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng có các đường kính bằng nhau, trong đó đường kính của kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng vượt quá các đường kính bằng nhau của các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng,

trong đó đối với mỗi khay của các khay trên và khay dưới, khay này còn bao gồm các kênh phân phối hướng tâm nằm ngang kết nối các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng của khay với kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng của khay, và trong đó đối với mỗi khay trên của các khay trên, khay trên này bao gồm các kênh phân phối góc phương vị nằm ngang kết nối các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng của khay trên với nhau,

trong đó các kênh phân phối hướng tâm nằm ngang của khay dưới được tạo thành với độ dốc, góc này trùng với độ dốc của đáy của thân bể nóng chảy,

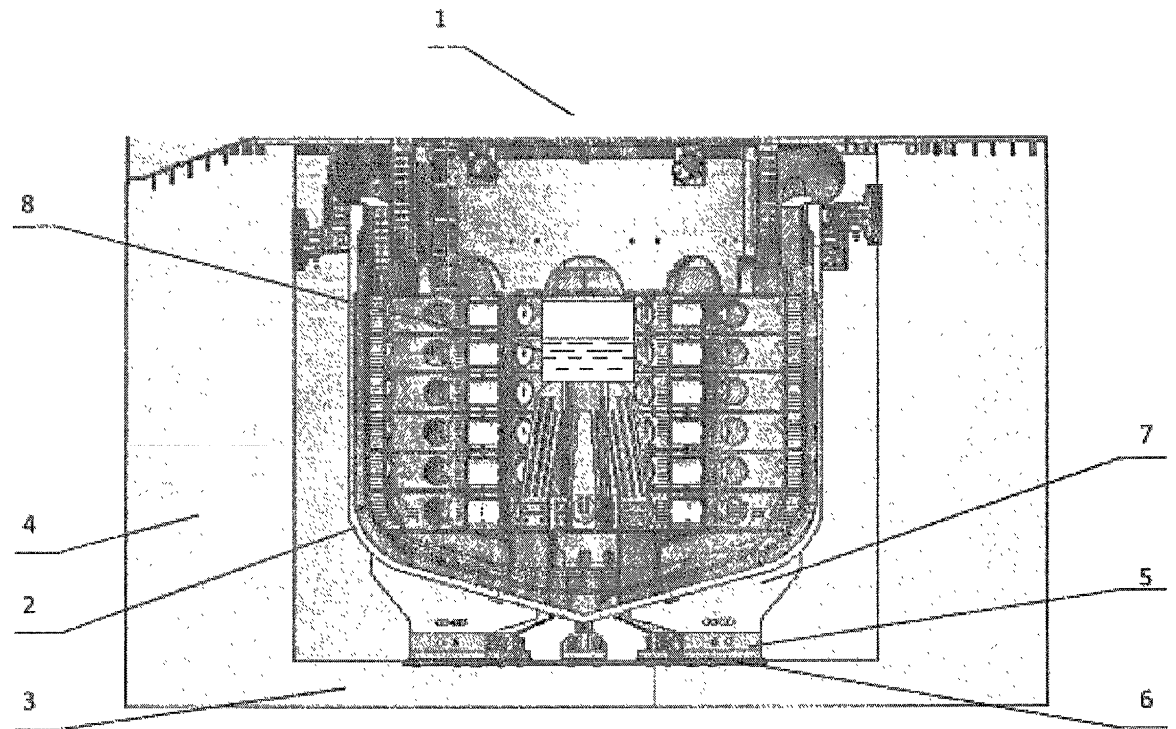
trong đó các kênh phân phối hướng tâm nằm ngang và các kênh phân phối góc phương vị nằm ngang có các đường kính bằng nhau,

trong đó các khay trên và khay dưới chứa các tấm gồm có các vi kênh được ngăn cách bằng các khe nằm ngang và các kênh thẳng đứng, và các khay trên và khay dưới được lắp chồng lên nhau theo cách tạo thành các đường viền của kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng của các khay trên và khay dưới trùng khớp với nhau để tạo ra một kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng kết hợp và các đường viền của các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng của các khay trên và khay dưới trùng khớp với nhau để tạo ra nhiều kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng kết hợp .

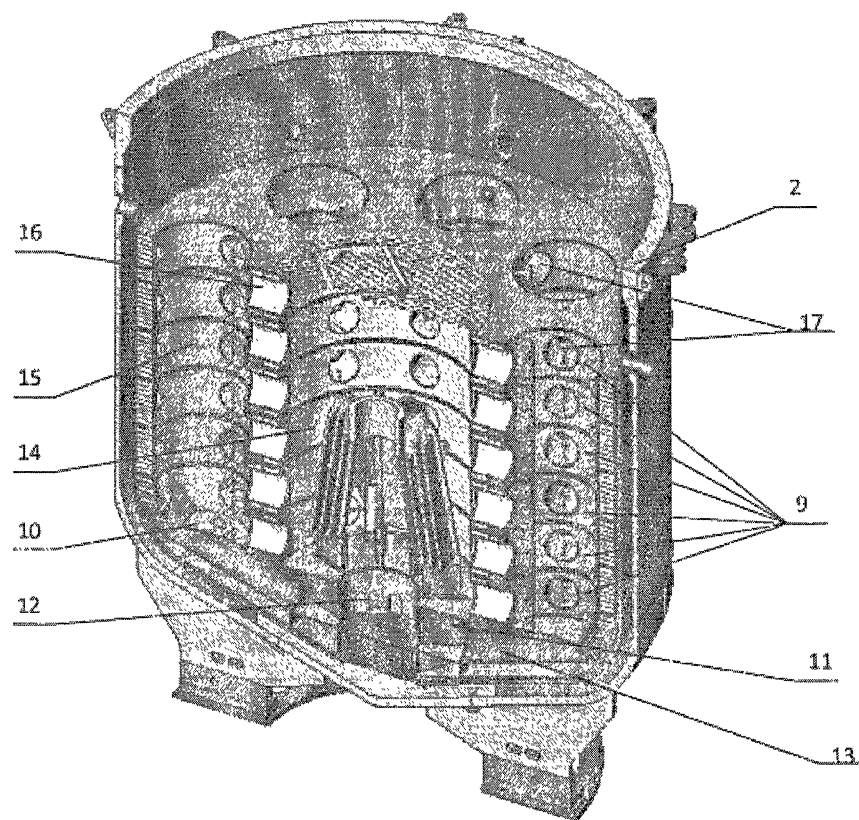
2. Thiết bị định vị chất nóng chảy theo điểm 1, khác biệt ở chỗ các kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng của các khay trên và khay dưới nằm trên cùng một trục hướng tâm với sườn hướng tâm tương ứng của hộp được làm mát.

3. Thiết bị định vị chất nóng chảy theo điểm 1, khác biệt ở chỗ độ sâu của kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng kết hợp được tạo thành bởi các khay trên và khay dưới vượt quá độ sâu của từng kênh trong số nhiều kênh lưu trữ ngoại vi thẳng đứng kết hợp.

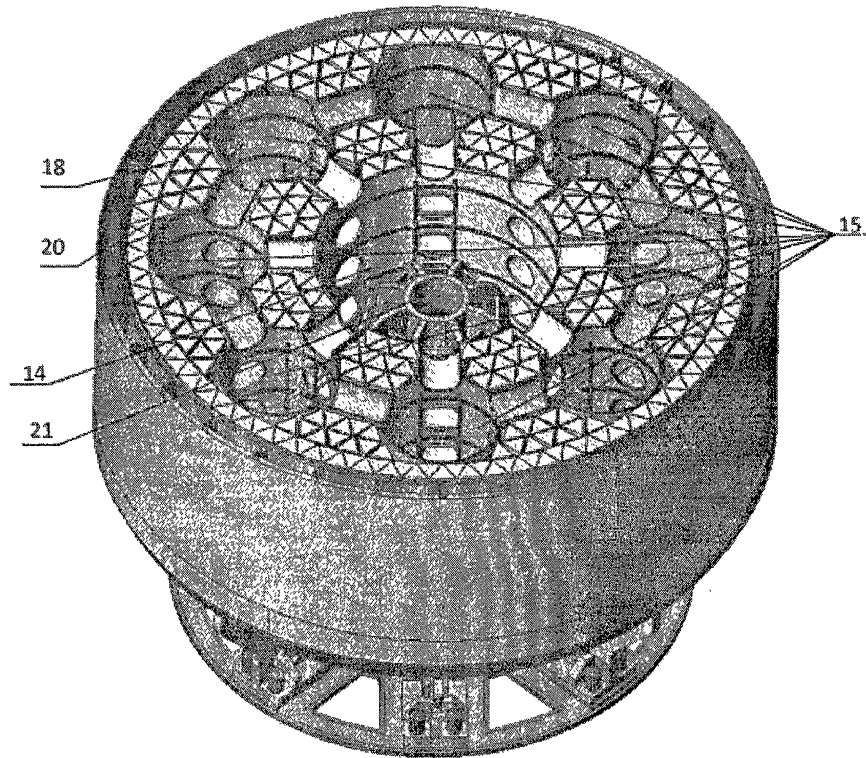
4. Thiết bị định vị chất nóng chảy theo điểm 1, khác biệt ở chỗ bộ giảm chấn được lắp đặt trong kênh lưu trữ trung tâm thẳng đứng kết hợp, và bao gồm vỏ trung tâm, các sườn chịu lực được nối với vỏ trung tâm, các tấm nghiêng nằm giữa các sườn chịu lực, và kẹp giữ chặt bộ giảm chấn ép vào hộp được làm mát.



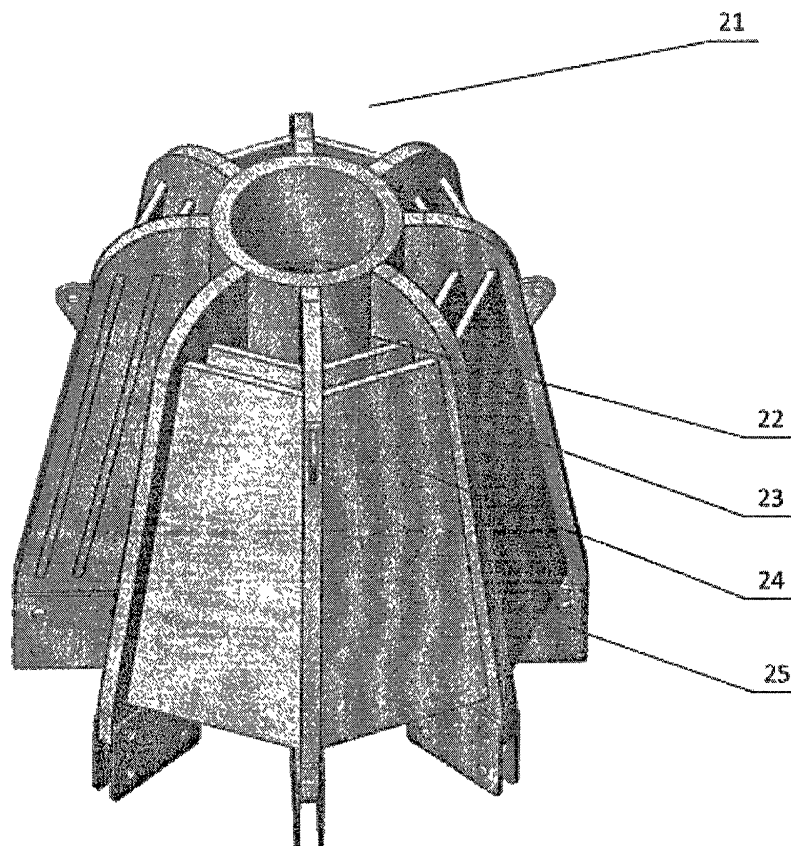
Hình 1



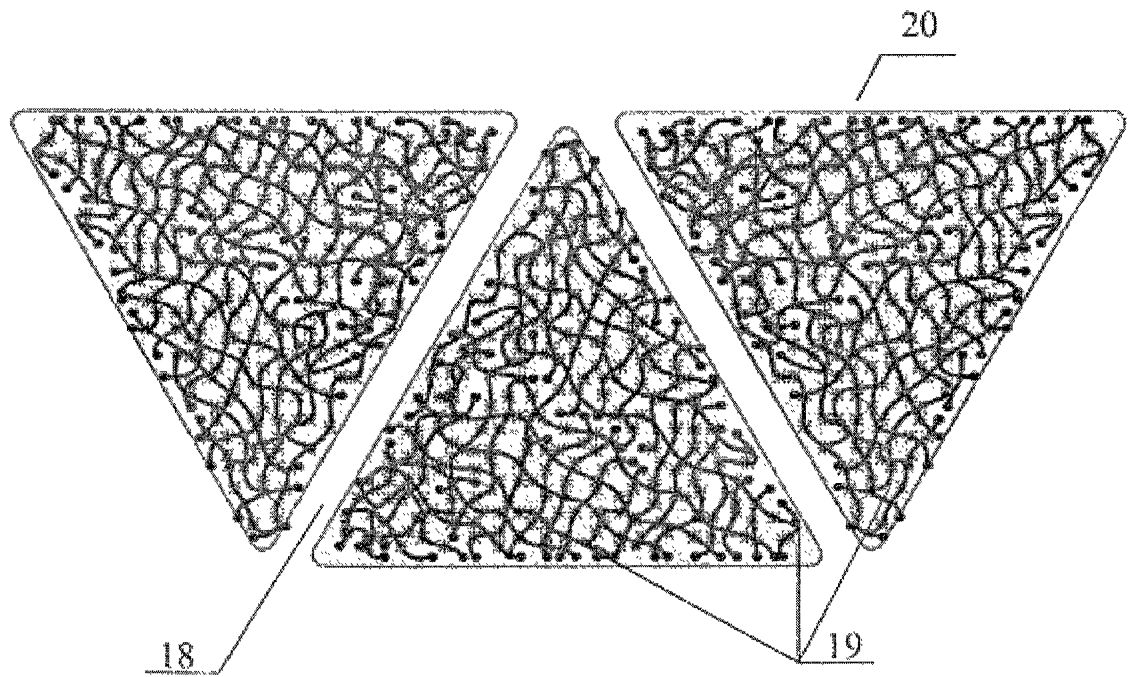
Hình 2



Hình 3



Hình 4



Hình 5