



(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)



1-0031448

(51)⁷ G21C 15/10

(13) B

(21) 1-2016-02376

(22) 08/12/2014

(86) PCT/RU2014/000916 08/12/2014

(87) WO 2015/088390 18/06/2015

(30) 2013154529 10/12/2013 RU

(45) 25/04/2022 409

(43) 26/09/2016 342A

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

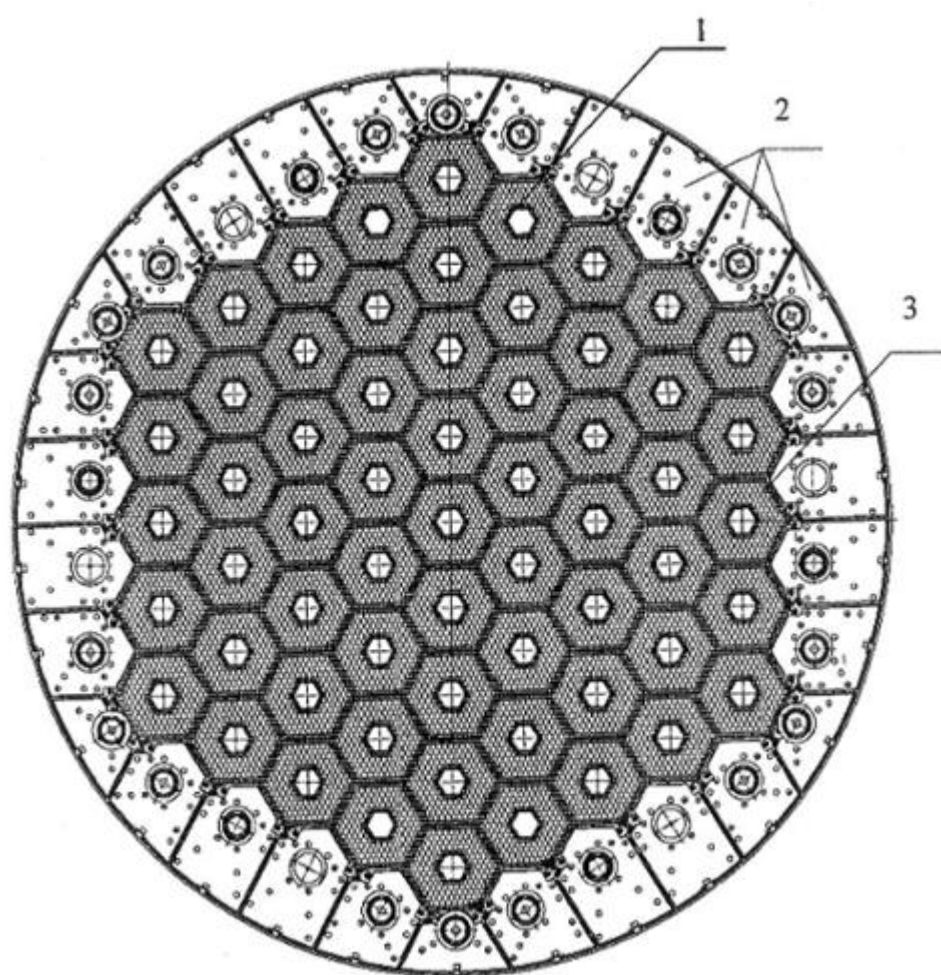
Ul. Pyatnitskaya, 13, str. 1 Moscow, 115035, Russia

(72) BULAVKIN, Sergey Viktorovich (RU).

(74) Công ty Luật TNHH ANT (ANT LAWYERS COMPANY LIMITED)

(54) Lò phản ứng nơtron nhanh và khối phản xạ nơtron của lò phản ứng nơtron nhanh

(57) Sáng chế đề cập đến lò phản ứng nơtron nhanh và cụ thể hơn là thiết kế các khối phản xạ nơtron có thể tháo bỏ được cho các lò phản ứng nơtron nhanh được làm mát bằng kim loại lỏng nặng. Lò phản ứng nơtron nhanh theo sáng chế bao gồm một lõi có các thanh nhiên liệu được làm mát bằng kim loại nặng và các khối phản xạ nơtron, được đặt quanh lõi, các khối này bao gồm một phần vỏ thép với ít nhất một lỗ nạp ở các thành bên phía trên ranh giới của lõi, lỗ nạp nêu trên được thiết kế để chuyển hướng phần dòng chất làm mát từ không gian giữa các khối vào phần vỏ, và ít nhất một ống thẳng đứng lắp đặt trong phần vỏ, qua đó dòng chất làm mát được chuyển hướng, đi qua ranh giới trên và dưới của lõi, đi vào phần đáy của phần vỏ; còn ở mặt ngoài của phần vỏ, bên trên lỗ nạp, được lắp đặt thiết bị tiết lưu để tạo ra kháng thủy lực đến dòng chất làm mát trong không gian giữa các khối. Hiệu quả kỹ thuật thu được là tăng mức độ an toàn khi hoạt động và hiệu suất của lò phản ứng nơtron nhanh và giảm bề mặt trao đổi nhiệt của nồi hơi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật hạt nhân, và cụ thể hơn sáng chế đề cập đến các lò phản ứng neutron nhanh được làm mát bằng kim loại lỏng nặng chứa các khối phản xạ neutron có thể tháo bỏ được.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Giải pháp kỹ thuật đã biết bộc lộ các lò phản ứng neutron nhanh được làm mát bằng kim loại lỏng nặng chứa một khối phản xạ [Tài liệu phi Sáng chế 1, Tài liệu Sáng chế 1 công bố ngày 27/12/2010].

Các khối phản xạ của một lò phản ứng neutron nhanh được làm mát bằng kim loại lỏng nặng phải đáp ứng các yêu cầu sau: Bảo vệ lớp vỏ không thể lắp lại và không thể tháo bỏ được của các nhà máy phản ứng đặt ngoài các thiết bị phản xạ khỏi bị bức xạ neutron và gamma; Sự giải phóng năng lượng của các phép đo thể tích trong kết cấu thép của các tấm phản xạ ít hơn 2-3 lần so với các thanh nhiên liệu, và dòng chất làm mát để làm mát cho các khối phản xạ làm mát chất làm mát từ phần thanh nhiên liệu của lõi bằng cách trộn, sao cho khối phản xạ giảm thiểu dòng làm mát đi qua khối này; giảm thiểu lượng vật liệu cấu thành trong các mặt cắt ngang của khối phản xạ để giảm thu hút neutron tạp.

Hiện nay, các nhà máy điện hạt nhân (NPP) với lò phản ứng neutron nhanh được làm mát bằng natri hoạt tính sử dụng thiết kế trong đó khối phản xạ bao gồm ba phần: phần đầu, phần giữa, và phần đế.

Một khối phản xạ như vậy được gắn vào phần vỏ của lò phản ứng để cấp chất làm mát để làm mát cho khối tại phần đế.

Chất làm mát natri trong khối được tiết lưu bằng cách sử dụng một thiết bị làm sạch được lắp đặt trong không gian lõi của khối, và chất làm mát làm sạch

bằng natri trong không gian giữa các khối được tiết lưu qua các ống mẫn sông ở bên ngoài phần đế và ở phần trên của phần vỏ bằng cách sử dụng thiết bị làm sạch.

Tất cả các cấu trúc tiết lưu trong chất làm mát natri là khá nhỏ vì tốc độ natri tại chỗ có thể tăng lên 8-10 m/giây, và đường dẫn dòng chảy tiết lưu có thể được thiết kế với diện tích mặt cắt ngang nhỏ cho chất làm mát.

Tài liệu Sáng chế 1: Bằng Sáng chế Nga số RU 2408094 C2

Tài liệu phi Sáng chế 1: <http://www.atomic-energy.ru/technology/36000>

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề được giải quyết bởi sáng chế là thiết kế một khối phản xạ cho lò phản ứng neutron nhanh cải thiện dòng nhiệt của nhà máy phản ứng được làm mát bằng kim loại lỏng nặng bằng cách đưa ra giới hạn trên và dưới cho chất làm mát kim loại lỏng nặng xét về tỷ lệ làm sạch của cấu trúc.

Mục đích của sáng chế là tăng mức độ an toàn hoạt động của lò phản ứng neutron nhanh dựa vào nhiệt độ làm mát giảm của lớp sơn phủ nhiên liệu bằng cách cân bằng nhiệt độ của chất làm mát dọc theo bán kính lõi; nhiệt độ của chất làm mát đi qua các khối phản xạ được tăng lên bằng cách tăng nhiệt độ của chất làm mát qua các khối phản xạ. Hiệu suất của lò phản ứng neutron nhanh được cải thiện dựa vào nhiệt độ trộn chất làm mát tại cửa xả của lõi, tức là nhiệt độ của chất làm mát đi qua phần thanh nhiên liệu của lõi, và nhiệt độ của chất làm mát đi qua khối phản xạ.

Giải pháp kỹ thuật theo sáng chế là lò phản ứng neutron nhanh bao gồm một lõi thanh nhiên liệu được làm mát bằng kim loại lỏng nặng, và một khối phản xạ neutron đặt quanh lõi, với ít nhất một lỗ nạp ở thành bên. Phần vỏ có một phần mà trong đó lỗ nạp chuyển hướng một phần dòng chất làm mát từ không gian giữa các khối vào phần vỏ, và ít nhất một ống thẳng đứng được gắn trong phần vỏ, hình thành ranh giới trên và dưới của lõi. Một thiết bị tiết lưu được lắp đặt để tạo ra kháng thủy lực đến dòng chất làm mát trong không gian giữa các khối,

bao gồm một ống thẳng đứng qua đó dòng chất làm mát được chuyển hướng, đi qua đó và vào đáy của phần vỏ, phía trên lỗ nạp ở ngoài phần vỏ.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế có đề xuất khối phản xạ neutron của lò phản ứng neutron nhanh, có phần vỏ với ít nhất một lỗ nạp ở thành bên, trong đó lỗ nạp này chặn phần của dòng chất làm mát. Bên ngoài của phần vỏ, bao gồm phần vỏ chuyển hướng từ không gian bên ngoài vào phần vỏ và ít nhất một ống thẳng đứng được lắp đặt trong phần vỏ, qua đó dòng chất làm mát được chuyển hướng đi vào đáy của phần vỏ. Bên trên lỗ nạp, một thiết bị tiết lưu được lắp đặt để tạo ra kháng thủy lực đến dòng chất làm mát trong không gian giữa các khối.

Sau khi đi qua giữa các khối phản xạ, chất làm mát chảy qua 30 lỗ ở thành vỏ, qua các ống thẳng đứng, và giữa ranh giới dưới (lỗ nạp của lõi) và ranh giới trên (cửa xả của lõi) ba lần. Vì vậy, chất làm mát được làm nóng ba lần hoặc nhiều lần hơn do hấp thụ bức xạ của chính chất làm mát, và tiếp tục làm nóng dọc theo hướng dòng chất làm mát trong quy trình làm mát của kết cấu thép của khối phản xạ, để giải phóng năng lượng nhờ hấp thụ bức xạ chất ion hóa.

Do vậy, dòng chất làm mát được đổi thành đường dẫn dòng chảy dài hơn mà không cần sử dụng thiết bị tiết lưu với tốc độ chất làm mát cục bộ lớn.

Ở đây, kháng thủy lực cao đạt được do sự chuyển hướng của đường dẫn dòng chất làm mát bên trong phần vỏ của khối phản xạ và do mất ma sát dọc theo hướng của đường dẫn dòng chảy dài hơn.

Cùng lúc, kháng thủy lực của các khối phản xạ tăng.

Ngoài ra, khối phản xạ và thanh nhiên liệu mở rộng song song trong mạch sơ cấp của nhà máy phản ứng thủy lực.

Tức là, sự khác biệt của dòng chảy bình thường trong lõi phản ứng giống nhau.

Vì vậy, tốc độ dòng chất làm mát lớn hơn được chuyển hướng đến phần thanh nhiên liệu của lõi.

Điều này đảm bảo nhiệt độ nước làm mát đồng đều tăng dọc theo bán kính của lõi.

Việc cân bằng nhiệt độ của chất làm mát chảy qua các lõi và các khối phản xạ làm giảm nhiệt độ tối đa của lớp mạ nhiên liệu (nhiệt độ điểm nóng) bằng cách tăng dòng chất làm mát đi vào các thanh nhiên liệu của lõi.

Đây là một yếu tố giới hạn chính trong việc xác định các tiêu chuẩn hiệu suất của lớp mạ nhiên liệu trong các lò phản ứng neutron nhanh được làm mát bằng kim loại lỏng nặng.

Ngoài ra, trong phương án cụ thể của sáng chế, ống thẳng đứng được nối với phần vỏ trên ranh giới lõi trên.

Ngoài ra, trong phương án ưu tiên của sáng chế, phần vỏ của khối phản xạ neutron được làm bằng lớp cấu trúc mactensit-ferit.

Ngoài ra, trong một phương án cụ thể của sáng chế, các khối phản xạ neutron còn bao gồm một chân đế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện sự sắp xếp tổng thể của các phần tử lõi;

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc của khối phản xạ trong Fig. 1;

Mô tả chi tiết sáng chế

Lò phản ứng neutron nhanh có cách bố trí các phần tử được thể hiện trên FIG.1 bao gồm một lõi 1 bao gồm các thanh nhiên liệu và chất làm mát kim loại lỏng nặng chủ yếu được làm bằng chì hoặc hợp kim eutectic chì-bitmut.

Lõi 1 có ranh giới dưới H_1 (lỗ nạp của lõi) và ranh giới trên H_2 (cửa xả của lõi).

Các khối phản xạ neutron 3 được đặt quanh lõi 1 và được thiết kế để giảm rò rỉ neutron và đưa neutron trở lại lõi 1.

Các khối phản xạ neutron được thể hiện trên FIG. 2 là một phần vỏ thép 4 có ít nhất một lỗ nạp 5 trên thành bên, và một phần của dòng chất làm mát 6 được chuyển từ không gian giữa các khối đến phần vỏ. Một phần vỏ thép chuyển hướng sang ống phun hồi chuyển 5¹ và ít nhất một ống thẳng đứng 7 qua dòng chất làm mát được chuyển hướng 6 đi vào đáy của phần vỏ 4 và được hàn. Một ống thẳng đứng được nối với phần vỏ thông qua một ống phun 5¹.

Ống thẳng đứng 7 có thể được lắp dọc theo trục đứng của khối phản xạ, hoặc có thể được xoắn với trục đứng.

Thiết bị tiết lưu 8 được gắn vào mặt ngoài của phần vỏ 4 đến đầu ra của khối phản xạ từ lỗ nạp 5.

Thiết kế tạo ra kháng thủy lực đáng kể cho dòng chất làm mát được chuyển hướng trong tiết diện theo chiều đứng của không gian giữa các khối, làm tăng dòng chất làm mát từ không gian giữa các khối đến phần vỏ 4.

Tốc độ của chất làm mát trong thiết bị tiết lưu 8 không vượt quá 2 đến 2,5 m/giây để giảm sứt lún/ăn mòn của phần vỏ 4 được làm sạch. Trong phương án ưu tiên, thiết bị tiết lưu 8 bao gồm tám thép xếp chồng trên một mặt được hàn vào thành của phần vỏ 4, tấm mà được thay đổi dần dần hoặc tạo hình sóng từ bề mặt thành của phần vỏ để cải thiện dòng chất làm mát bên dưới. Bằng cách thiết lập chiều rộng và chiều dài của bề mặt cắt, tám xếp chồng được tạo rãnh để điều chỉnh tốc độ dòng chảy của chất làm mát chảy dưới tám xếp chồng. Mặt ngoài của tám xếp chồng của một khối phản xạ tiếp xúc với hoặc tạo khe với mặt ngoài của tám xếp chồng của khối phản xạ liền kề. Để tăng hiệu suất của thiết bị tiết lưu 8, một tám xếp chồng được đặt trên mỗi thành của phần vỏ 4 của khối phản xạ trên ranh giới lõi trên H₂ để phủ tất cả các rãnh giữa các khối phản xạ. Thành của phần vỏ 4 của khối phản xạ dưới tám xếp chồng của thiết bị tiết lưu 8 có thể mỏng dần để tăng dòng chất làm mát dưới tấm. Khối phản xạ còn bao gồm thêm một chân đế 9 được gắn vào đế của lò phản ứng. Trong phương án ưu tiên, có thể có một phần vỏ 4 của khối phản xạ làm bằng thép kết cấu martensite-ferrite. Khi loại thép này được sử dụng làm môi trường làm mát kim

loại nặng dạng lỏng, nó có khả năng chống ăn mòn và duy trì độ dẻo rất tốt trong điều kiện bức xạ neutron cao. Ống thẳng đứng 7 không được gắn giữa ranh giới dưới H_1 và trên H_2 của lõi 1 để giảm độ chiếu xạ của mối hàn tại điểm nối của ống 7. Tốt hơn là nó được gắn trong phần vỏ 4 phía trên ranh giới trên H_2 của lõi 1. Điều này là do dòng neutron cao hơn đi qua giữa H_1 và H_2 trong lõi 1, và đường dẫn dòng của chất làm mát được tăng lên do lỗ mở hướng lên dọc theo phần vỏ của khối phản xạ. Phần vỏ 4 của khối phản xạ có thể có tiết diện hình tam giác, hình vuông, hình lục giác hoặc bất kỳ hình dạng nào khác, phụ thuộc vào cách sắp xếp của các thanh nhiên liệu 2 đã được sử dụng.

Cấu trúc nhiên liệu hạt nhân có các thanh nhiên liệu 2 được lắp vào lõi 1 của lò phản ứng neutron nhanh.

Khối phản xạ neutron 3 được bố trí quanh lõi 1 sao cho lỗ nạp 5 trên thành bên của phần vỏ 4 được đặt trên ranh giới trên H_2 của lõi 1. Nhờ vậy, phần dòng chất làm mát 6 đi qua ranh giới trên H_2 của lõi 1 đi qua lỗ nạp 5 và vòi phun 5¹ từ không gian giữa các khối để đi vào phần vỏ 4 của khối phản xạ. Tức là, nó quay 90° từ đáy đến đỉnh từ dòng chất làm mát đồng thời giữa các khối. Sau đó, bằng cách quay thêm 90°, dòng chất làm mát 6 được chuyển hướng chảy xuôi dòng qua ống thẳng đứng 7 để đi qua ranh giới trên H_2 của lõi 1 tới đáy của phần vỏ 4. Sau đó, dòng chất làm mát 6 quay 180°, chảy ngược dòng trong phần vỏ 4, và qua lại ranh giới dưới H_1 và ranh giới trên H_2 của lõi 1 cho đến khi ra khỏi phần vỏ 4 của khối phản xạ.

Do đó, đường dẫn của dòng chất làm mát 6 được chuyển hướng trong phần vỏ 4 của khối phản xạ dọc theo sự tăng nhiệt của chất làm mát đi qua khối phản xạ và dọc theo bán kính lõi 1 trong vùng trộn. Trong vùng trộn, dòng chất làm mát đi qua các thanh nhiên liệu và khối phản xạ được trộn lẫn dưới dạng một phần của dòng chất làm mát đi qua ba lần giữa ranh giới trên H_2 và ranh giới dưới H_1 của lõi 1.

Do đó, nó được làm nóng ba lần hoặc nhiều lần hơn bằng cách hấp thụ bức xạ bằng chất làm mát và bằng cách làm nóng liên tục khi giải phóng năng lượng

ra khỏi kết cấu thép của khối phản xạ 3. Khi biên dạng nhiệt độ dọc theo bán kính lõi 1 được đồng nhất, nhiệt độ trộn trung bình của chất làm lạnh phía trên ranh giới trên H_2 của lõi 1 cũng tăng. Nhiệt độ trộn trung bình là nhiệt độ đạt được khi trộn dòng chất làm mát đi qua các thanh nhiên liệu của lõi 1 và dòng chất làm mát đi qua khối phản xạ 3. Sự cân bằng như vậy diễn ra do tăng nhiệt độ của chất làm mát đi qua khối phản xạ 3. Bằng cách tăng nhiệt độ trộn trung bình làm mát ở ranh giới trên H_2 của lõi 1, hiệu suất của nhà máy phản ứng được cải thiện. Tức là, công suất qua chất làm mát trong mạch thứ cấp trong tuabin (không được thể hiện trong hình) có thể được tăng lên bởi cùng một công suất nhiệt trong lõi 1. Enpati của nước tăng tại cùng tốc độ dòng của mạch thứ cấp. Bằng cách tăng nhiệt độ trộn trung bình ở cửa xả của lõi 1, bề mặt trao đổi nhiệt của nồi hơi có thể giảm ở đầu ra của cùng mạch thứ cấp (không được thể hiện trên hình vẽ).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Lò phản ứng neutron nhanh có một lõi bao gồm các phần tử nhiên liệu được làm mát bằng kim loại lỏng nặng, các khối phản xạ neutron đặt quanh lõi nêu trên, khác biệt ở chỗ, các khối phản xạ neutron này bao gồm phần vỏ, trong các thành bên của vỏ có ít nhất một lỗ nạp để chuyển hướng một phần dòng chất làm mát từ không gian bên ngoài của khối phản xạ neutron bên trong phần vỏ và ít nhất một ống thẳng đứng lắp đặt trong phần vỏ này, chảy qua ống này là dòng chất làm mát được chuyển hướng nêu trên, đi qua ranh giới trên và dưới của lõi, đi vào phần dưới của vỏ, còn ống thẳng đứng nêu trên được nối với phần vỏ ở bên trên ranh giới trên của lõi, còn ở phía bên ngoài của phần vỏ (phía trên lỗ nạp nêu trên) một thiết bị tiết lưu được lắp đặt để tạo ra kháng thủy lực với dòng chất làm mát trong không gian giữa các khối nêu trên.
2. Khối phản xạ neutron của lò phản ứng neutron nhanh bao gồm phần vỏ, ở các thành bên của vỏ có ít nhất một lỗ nạp được tạo ra để chuyển hướng một phần dòng chất làm mát từ khối phản xạ neutron vào bên trong phần vỏ và tại ít nhất một ống thẳng đứng được lắp đặt trong phần vỏ, hướng dòng chất làm mát được chuyển hướng nêu trên đi vào phần dưới của phần vỏ, khác biệt ở chỗ ống thẳng đứng nêu trên được nối với phần vỏ bên trên ranh giới trên của lõi, còn trên mặt ngoài của phần vỏ (phía trên lỗ nạp) một thiết bị tiết lưu được lắp đặt để tạo ra kháng thủy lực với dòng chất làm mát trong không gian giữa các khối.
3. Khối phản xạ theo điểm 2, khác biệt ở chỗ phần vỏ của khối phản xạ neutron nêu trên được làm bằng thép kết cấu mactensit-ferit.
4. Khối phản xạ theo điểm 2, trong đó khối phản xạ này khác biệt ở chỗ khối phản xạ neutron bao gồm thêm đầu chân đế.

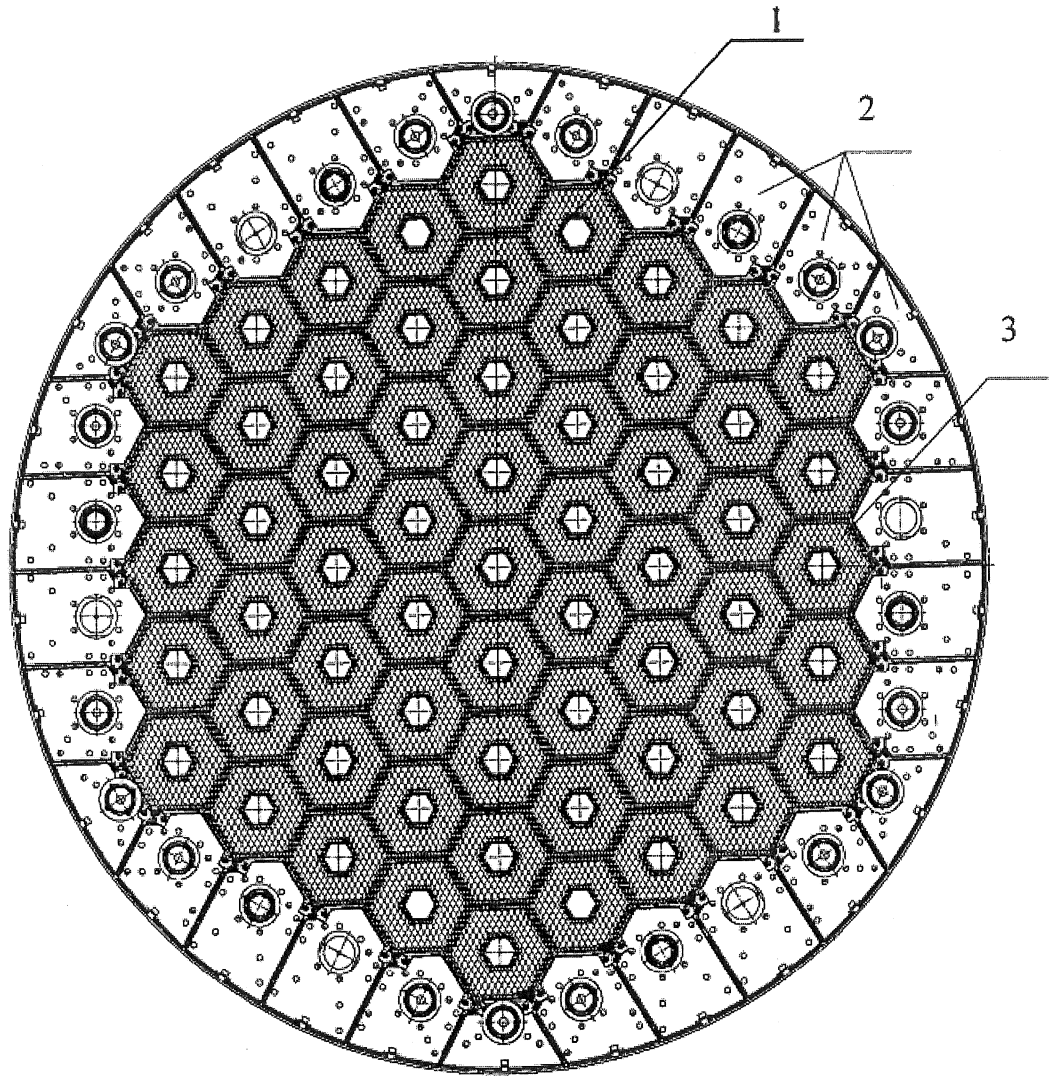


Fig. 1

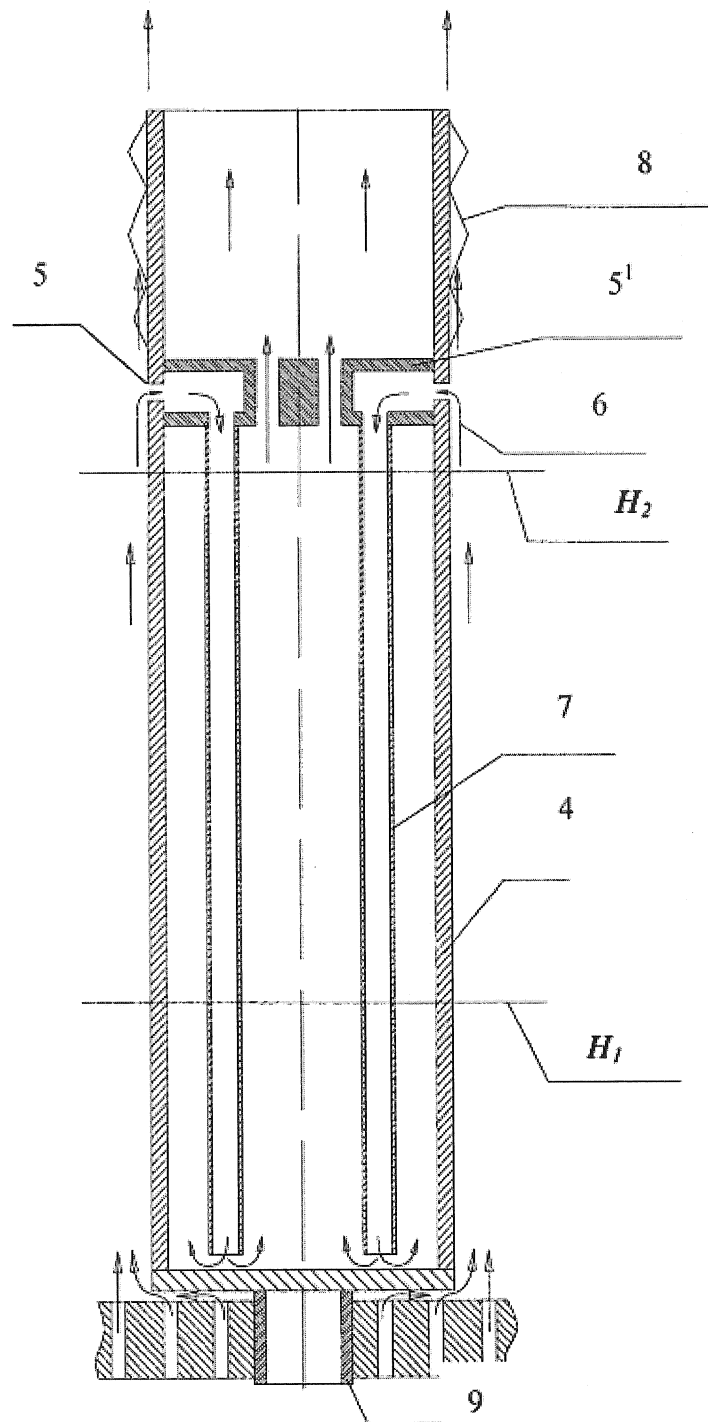


Fig. 2