



(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)



1-0028867

(51)⁷ G21C 1/03; G21C 3/28

(13) B

(21) 1-2015-02156

(22) 26/11/2012

(86) PCT/RU2012/000980 26/11/2012

(87) WO 2014/081333 30/05/2014

(45) 25/07/2021 400

(43) 26/10/2015 331A

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

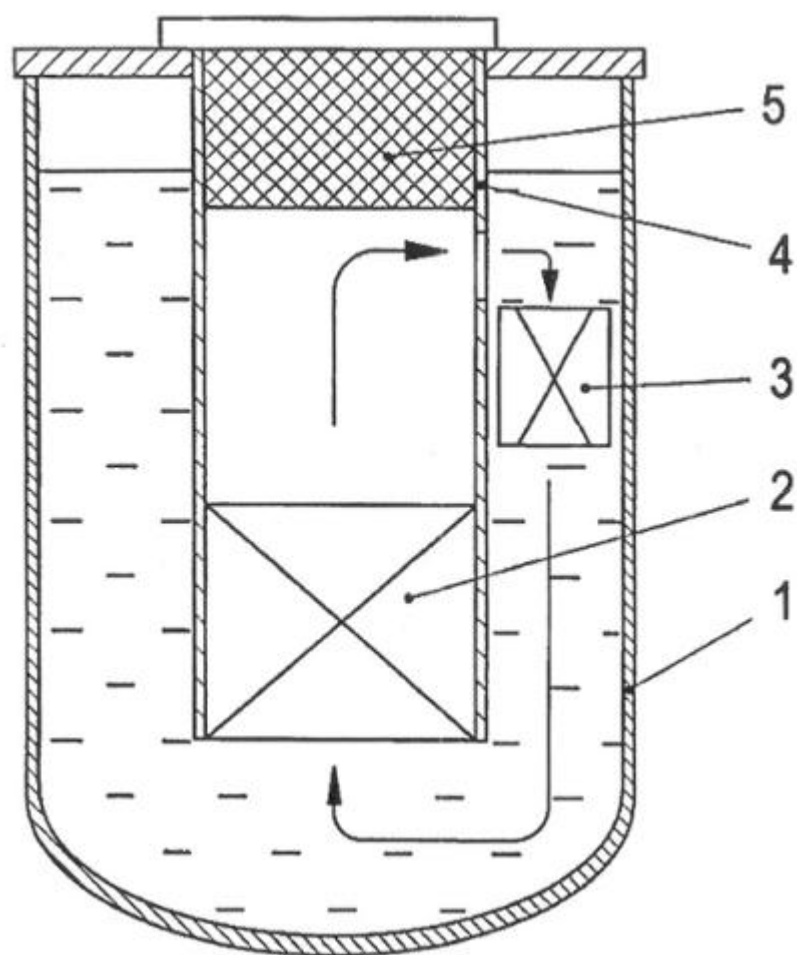
ul. Pyatnitskaya, 13, str. 1 Moscow, 115035, Russian Federation

(72) TOSHINSKY, Georgy Iliich (RU).

(74) Công ty TNHH Trà và cộng sự (TRA & ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) LÒ PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

(57) Sáng chế đề cập đến lò phản ứng hạt nhân bao gồm thân có khu vực hoạt động bố trí trong đó chứa một bó các thanh nhiên liệu dạng thanh bao gồm vỏ bọc hình ống và được ngâm trong chất làm mát sơ cấp để tuần hoàn giữa khu vực hoạt động và ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt. Để giảm mức áp suất của mảnh phân hạch dạng khí tích trữ bên dưới vỏ bọc của thanh nhiên liệu và cho phép sự phân phối đều nhất có thể trường vận tốc của chất làm mát mạch sơ cấp tại cửa nạp đến phần hoạt động của các thanh nhiên liệu, các thanh nhiên liệu đã nói được bố trí ở các phần trên của chúng với các khu vực hoạt động, được nạp đầy nhiên liệu, và các khu vực làm việc rỗng, được đặt dưới các khu vực hoạt động đã nói.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực công nghệ năng lượng hạt nhân, cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến thiết kế của các lò phản ứng hạt nhân nơtron nhanh, đặc biệt là các lò phản ứng hạt nhân loại bể bơi có chất làm mát kim loại lỏng nặng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lò phản ứng hạt nhân có chất làm mát kim loại lỏng đã biết bao gồm một bó các thanh nhiên liệu đặt trong thân được đóng bằng nắp di chuyển được, các thanh đã nối được cố định nhờ giá đỡ đã khớp. Mỗi thanh nhiên liệu bao gồm phần dưới, phần giữa và phần trên. Phần giữa và phần trên được tạo ra bởi các thanh nhiên liệu hình khuyên được bọc trong vỏ bọc hình ống và cho phép các mảnh phân hạch dạng khí đi qua. Phần dưới được tạo ra bởi các thanh nhiên liệu dạng hình cầu đặc, vì các yêu cầu cung cấp đường dẫn cho các mảnh phân hạch dạng khí đối với phần dưới là không cao (GB 2163888, 1986).

Giải pháp tương tự gần nhất với sáng chế là lò phản ứng hạt nhân, đặc biệt là phản ứng hạt nhân loại bể bơi, chứa lõi bao gồm một bó các thanh nhiên liệu được ngâm trong chất làm mát mạch sơ cấp tuần hoàn giữa lõi và ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt. Các thanh nhiên liệu kéo dài theo trục dọc song song tương ứng và có các khu vực hoạt động tương ứng bố trí ở đầu phía dưới của thanh nhiên liệu và được ngâm trong chất làm mát mạch sơ cấp, vì vậy tạo ra lõi, và các khu vực làm việc tương ứng được đặt bên trên các khu vực hoạt động (WO2009040644, 2009).

Giải pháp gần nhất này có hai nhược điểm cơ bản sau.

1) Việc bố trí các khu vực làm việc của thanh nhiên liệu bên trên các khu vực hoạt động dẫn đến các khu vực làm việc, trong đó chủ yếu tích trữ mảnh phân hạch dạng khí theo thể tích (xenon và chất đồng vị krypton), được làm sạch bởi chất làm mát có nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ cửa xả của lõi và cao hơn đáng kể so với nhiệt độ của chất làm mát tại cửa nạp của lõi, dẫn đến tăng áp suất khí hoạt động trên vỏ bọc kín thanh nhiên liệu và ứng suất cơ học trong đó. Để giảm áp suất khí và ứng suất cơ học trong vỏ bọc, cần thiết, tùy thuộc các điều kiện bằng nhau khác, phải tăng chiều

dài của khu vực làm việc, điều này dẫn đến sức kháng thủy lực của lõi cao hơn, tăng công suất đầu vào để bơm chất làm mát, cần thiết phải tăng chiều cao của thân lò phản ứng cũng như hiệu suất thấp.

2) Trong trường hợp có thể lõi xảy ra trong điều kiện hoạt động bình thường, lõi có thể xảy ra sau khi vật thể bên ngoài đi vào cửa nạp của lõi, sự phân phối vận tốc của chất làm mát trong lõi sẽ trở lên không đều, điều này sẽ dẫn đến sự tăng nhiệt độ thanh nhiên liệu trong các phần lõi đó nơi vận tốc của chất làm mát và tốc độ dòng chảy giảm. Để ngăn nhiệt độ thanh nhiên liệu tăng một cách không thể chấp nhận, trong trường hợp phát hiện ra việc tăng nhiệt độ như vậy, cần giảm công suất lò phản ứng, điều này sẽ dẫn đến hiệu suất kém hơn, mặt khác các thanh nhiên liệu sẽ bị hỏng và sẽ gây ra các tai nạn bức xạ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đảm bảo độ tin cậy và an toàn của lò phản ứng hạt nhân, đặc biệt là lò phản ứng hạt nhân loại bể bơi có chất làm mát kim loại lỏng.

Để khắc phục các nhược điểm trên của giải pháp tương ứng gần nhất, sáng chế đề xuất bố trí khu vực thanh nhiên liệu không có nhiên liệu (khu vực làm việc rỗng) bên dưới, khu vực làm việc (khu vực nhiên liệu hoạt động) trong lò phản ứng hạt nhân, cụ thể là lò phản ứng hạt nhân loại bể bơi, tốt hơn là có chất làm mát kim loại lỏng, lõi của nó bao gồm một bó các thanh nhiên liệu được ngâm trong chất làm mát mạch sơ cấp tuần hoàn giữa lõi và ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt.

Ưu điểm của sáng chế

Ưu điểm của sáng chế bao gồm, thứ nhất, đảm bảo, nếu có thể, mức áp suất thấp của mảnh phân hạch dạng khí chứa trong vỏ bọc thanh nhiên liệu bằng cách hạ thấp nhiệt độ của khí có trong khu vực lạnh phía dưới của thanh nhiên liệu, mức thấp đó xác định tuổi thọ với tiêu chí độ bền dài hạn, và thứ hai có thể đảm bảo sự phân phối đều vận tốc của chất làm mát mạch sơ cấp trong khu vực làm việc (nhiên liệu) của thanh nhiên liệu, bao gồm các trường hợp vật thể bên ngoài có thể xâm nhập vào mặt cắt ngang cửa nạp của lõi, do việc chuyển ngang chất làm mát trong khu vực làm việc phía dưới của lõi thực hiện chức năng của lưới điều chỉnh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được minh họa bằng các hình vẽ, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dạng biểu đồ minh họa lò phản ứng hạt nhân (không có máy bơm).

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt của thanh nhiên liệu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được giải thích dưới đây cùng ví dụ cụ thể mà không bao gồm tất cả các phương án thực hiện có thể của sáng chế.

Lò phản ứng hạt nhân, cụ thể lò phản ứng hạt nhân loại bể bơi, tốt hơn là có chất làm mát kim loại lỏng, bao gồm thân hình trụ 1 chứa lõi 2, ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt 3 và ít nhất một máy bơm. Ngoài ra, cũng có thể tính tới lò phản ứng hạt nhân, trong đó không dùng máy bơm (các máy bơm), và chất làm mát được tuần hoàn do đối lưu tự nhiên.

Thiết bị trao đổi nhiệt 3 và máy bơm (nếu dùng) được bố trí trong không gian hình khuyên tạo ra bởi thân hình trụ 1 và vỏ ngăn hình trụ 4. Lõi 2 được đặt bên trong vỏ ngăn hình trụ 4, và nút chặn 5 được bố trí ở trên đỉnh.

Lõi 2 bao gồm, để hỗ trợ lắp và tháo, cấu trúc nhiên liệu gồm một bó các thanh nhiên liệu và vòi phun ở đáy. Các thanh nhiên liệu được nối theo bó bởi các lưới đệm và lưới đỡ phía dưới cố định trên vòi phun ở đáy của cấu trúc nhiên liệu. Lưới đệm và lưới đỡ phía dưới, giữ sự bố trí qua lại của các thanh nhiên liệu trong một mặt cắt, do đó sự phân phối đều chất làm mát trong mặt cắt của lõi 2 được đảm bảo và sự không ổn định thủy lực được giảm khi chất làm mát chảy quanh các thanh nhiên liệu. Cùng lúc, cấu trúc siết chặt các thanh nhiên liệu cho phép chuyển động theo hướng trục của chúng loại bỏ ứng suất cơ học phát sinh do chênh lệch về ứng suất nhiệt độ của thanh nhiên liệu.

Thanh nhiên liệu dạng thanh có dạng hình trụ tạo bởi vỏ bọc hình ống mà không gian rỗng chứa nhiên liệu, tức là hạt nhiên liệu.

Các thanh nhiên liệu kéo dài theo trục dọc tương ứng của cấu trúc nhiên liệu và có khu vực (nhiên liệu) hoạt động 6 tại đầu phía trên của chúng. Phần dưới của thanh nhiên liệu tạo ra khu vực (làm việc) rỗng 7 của vỏ bọc hình ống 8 không chứa nhiên liệu. Khu vực (làm việc) rỗng 7 được đặt thấp hơn khu vực (nhiên liệu) hoạt động 6

của các thanh nhiên liệu. Các thanh nhiên liệu được ngâm trong chất làm mát mạch sơ cấp và tạo ra lõi 2. Các viên nhiên liệu 9 được giữ bằng thiết bị giữ (không được thể hiện trong hình vẽ) tại mức thiết lập trong phần trên của vỏ bọc ống 8, trong đó các thanh (viên) 9 được làm bằng vật liệu được dùng cho thiết bị phản xạ neutron cuối hoặc vật liệu các phản ứng nhân (ví dụ, có thể dùng U-238).

Trong quá trình hoạt động của lò phản ứng, chất làm mát kim loại lỏng của mạch sơ cấp, ví dụ chì hoặc chì bitmut eutecti, như được chuyển bằng máy bơm (nếu được dùng) hoặc tuần hoàn do sự đối lưu tự nhiên, di chuyển qua lõi 2 và thiết bị trao đổi nhiệt 3 trong đó chất làm mát nóng của mạch sơ cấp truyền nhiệt đến chất làm mát mạch thứ cấp.

Áp suất của các sản phẩm phân hạch dạng khí chứa bên dưới vỏ bọc của thanh nhiên liệu là thấp hơn áp suất của các thanh nhiên liệu đã biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Điều này là vì các sản phẩm phân hạch dạng khí được chứa trong khu vực làm việc rỗng của thanh nhiên liệu, cụ thể là trong khu vực (làm việc) rỗng 7. Ngoài ra, tính không đều về trường vận tốc chất làm mát của chất làm mát mạch sơ cấp được loại bỏ ngay khi chất làm mát “lạnh” đi qua bó các thanh nhiên liệu đã nổi với lưới đệm. Dòng chất làm mát đều hơn sẽ đi vào khu vực (nhiên liệu) hoạt động 6 của các thanh nhiên liệu và điều này cho phép tránh quá nhiệt ở khu vực (nhiên liệu) hoạt động 6 của các thanh nhiên liệu.

Yêu cầu bảo hộ

1. Lò phản ứng hạt nhân, bao gồm thân chứa khu vực hoạt động gồm một bó các thanh nhiên liệu, có vỏ bọc hình ống và được ngâm trong chất làm mát sơ cấp tuần hoàn giữa lõi và ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt, và sự tuần hoàn của chất làm mát qua lõi được dẫn lên phía trên qua các phần rỗng của các thanh nhiên liệu đến các vùng hoạt động của chúng, đặc trưng ở chỗ, các thanh nhiên liệu được liên kết với nhau bởi các lưới đệm và lưới đỡ phía dưới gắn vào cấu trúc nhiên liệu, được tạo ra ở phần trên với các vùng hoạt động, được nạp nhiên liệu, và các phần hoạt động rỗng được đặt bên dưới các vùng hoạt động.

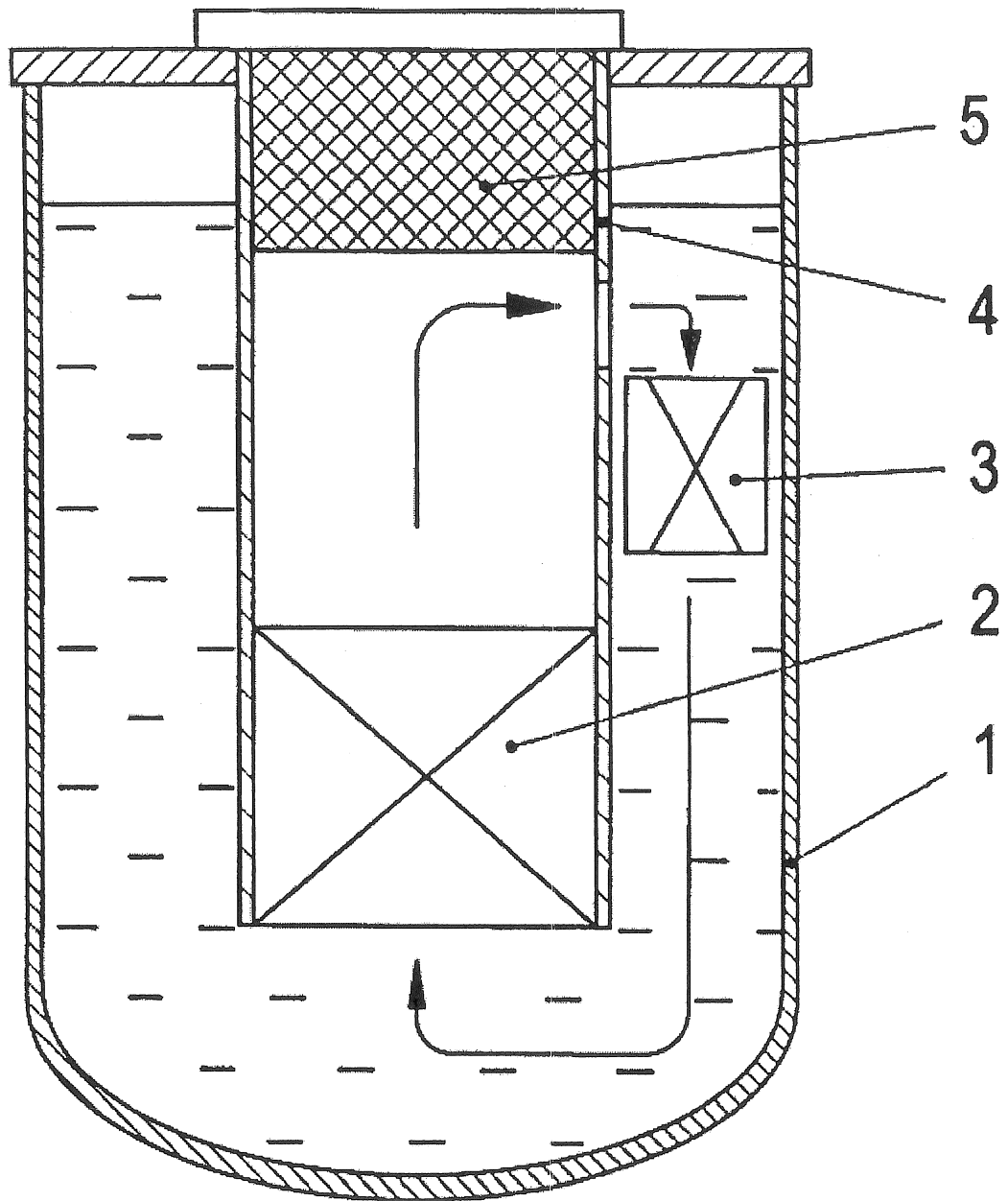


Fig. 1

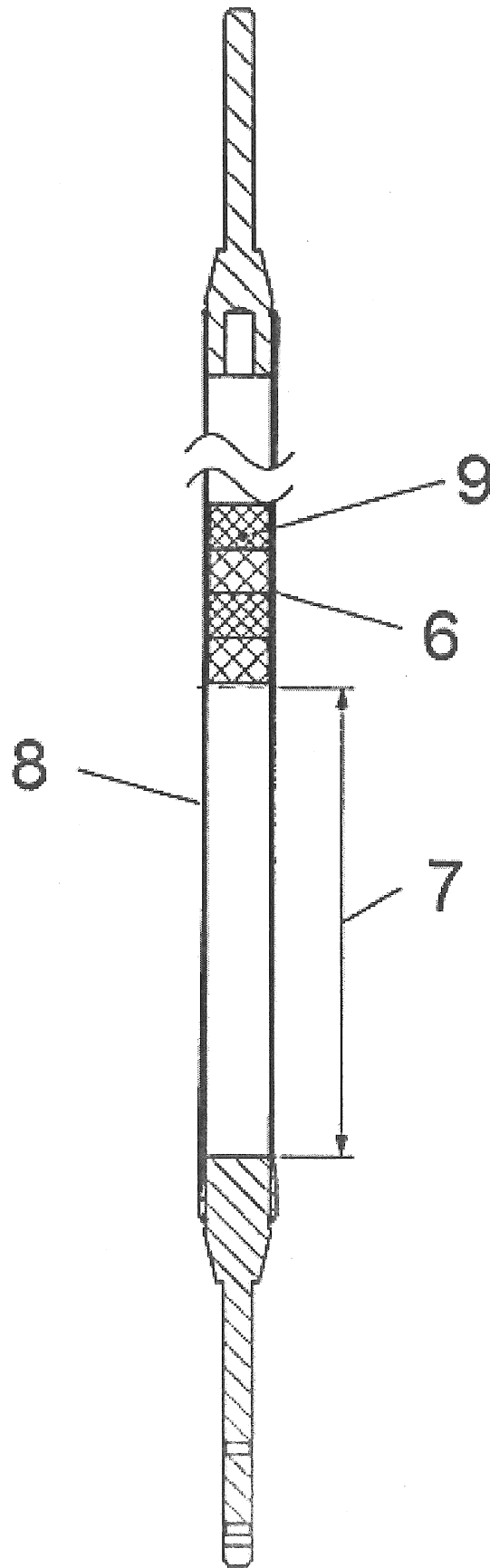


Fig. 2