



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2020125869, 22.01.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

22.01.2018 US 62/619,925;

22.01.2019 US 16/254,019

(43) Дата публикации заявки: 24.02.2022 Бюл. № 6

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 24.08.2020

(86) Заявка РСТ:

US 2019/014606 (22.01.2019)

(87) Публикация заявки РСТ:

WO 2019/164617 (29.08.2019)

Адрес для переписки:

190900, г. Санкт-Петербург, ВОХ 1125, Нилова  
Мария Иннокентьевна

(71) Заявитель(и):

**УЛЬТРА СЕЙФ НУКЛЕАР  
КОРПОРЕЙШН (US)**

(72) Автор(ы):

**ВЕННЕРИ, Франческо (US),  
ВЕННЕРИ, Паоло Франческо (US),  
СНИД, Лэнс Льюис (US)**(54) **КОМПОЗИТНЫЙ ЗАМЕДЛИТЕЛЬ ДЛЯ СИСТЕМ С ЯДЕРНЫМ РЕАКТОРОМ**

(57) Формула изобретения

1. Система с ядерным реактором, содержащая активную зону ядерного реактора, включающую в себя сборку топливных элементов и среду композитного замедлителя, образованную из двух или более замедлителей; в которой два или более замедлителей содержат материал с низкими замедляющими свойствами и материал с высокими замедляющими свойствами и материал с высокими замедляющими свойствами обладает более высокой способностью замедлять нейтроны по сравнению с материалом с низкими замедляющими свойствами.

2. Система с ядерным реактором по п. 1, в которой материал с низкими замедляющими свойствами содержит замедляющую матрицу из карбида кремния (SiC) или оксида магния (MgO); а материал с высокими замедляющими свойствами распределен внутри замедляющей матрицы и содержит бериллий (Be), бор (B) или их соединение.

3. Система с ядерным реактором по п. 2, в которой материал с высокими замедляющими свойствами содержит по меньшей мере одно из боридов бериллия (Be<sub>2</sub>B, Be<sub>4</sub>B, BeB<sub>2</sub> или BeB<sub>6</sub>), карбида бериллия (Be<sub>2</sub>C), бериллида циркония (ZrBe<sub>13</sub>), бериллида титана (TiBe<sub>12</sub>), оксида бериллия (BeO) или карбида бора (B<sub>4</sub>C).

4. Система с ядерным реактором по п. 2, в которой материал высокими замедляющими свойствами инкапсулирован внутри материала с низкими замедляющими свойствами таким образом, что материал с высокими замедляющими свойствами не выходит за

пределы материала с низкими замедляющими свойствами.

5. Система с ядерным реактором по п. 4, в которой каждый из топливных элементов содержит топливный блок с композитным замедлителем, образованный из среды композитного замедлителя и ядерного топлива; топливный блок с композитным замедлителем содержит топливные отверстия и ядерное топливо расположено внутри топливных отверстий таким образом, что ядерное топливо оказывается внутри среды композитного замедлителя.

6. Система с ядерным реактором по п. 5, в которой топливный блок с композитным замедлителем также содержит каналы теплоносителя для прохождения охлаждающего газа или охлаждающей жидкости.

7. Система с ядерным реактором по п. 5, в которой ядерное топливо содержит топливные компактные элементы, которые состоят из частиц трехструктурно-изотропического (TRISO) топлива, внедренных в карбид-кремниевую матрицу; или частиц трехструктурно-изотропического (TRISO) топлива, внедренных в графитовую матрицу.

8. Система с ядерным реактором по п. 5, в которой активная зона ядерного реактора также содержит по меньшей мере одну зону отражателя, которая содержит блоки композитного замедлителя и отражателя, образованные из среды композитного замедлителя.

9. Система с ядерным реактором по п. 5, в которой активная зона ядерного реактора содержит зону внутреннего отражателя и зону периферийного отражателя; зона внутреннего отражателя содержит блоки композитного замедлителя и внутреннего отражателя; зона периферийного отражателя содержит блоки композитного замедлителя и периферийного отражателя и блоки композитного замедлителя и внутреннего отражателя и блоки композитного замедлителя и периферийного отражателя образованы из среды композитного замедлителя.

10. Система с ядерным реактором по п. 9, в которой сборка топливных элементов окружает зону внутреннего отражателя и зона периферийного отражателя окружает сборку топливных элементов.

11. Способ, включающий

выбор двух или более замедлителей, включая материал с низкими замедляющими свойствами и материал с высокими замедляющими свойствами для образования среды композитного замедлителя;

выбор спекающей добавки и процента по массе (мас.%) спекающей добавки в смеси композитного замедлителя на основе материала с низкими замедляющими свойствами;

смешивание двух или более замедлителей с выбранной спекающей добавкой с выбранным процентом по массе (мас.%) с получением смеси композитного замедлителя и

искровое плазменное спекание смеси композитного замедлителя для фабрикации блока композитного замедлителя, образованного из среды композитного замедлителя.

12. Способ по п. 11, в котором искровое плазменное спекание смеси композитного замедлителя включает засыпку смеси композитного замедлителя в матрицу и запрессовку заготовки в матрицу для применения технологической температуры и давления к смеси композитного замедлителя для фабрикации блока композитного замедлителя, образованного из среды композитного замедлителя.

13. Способ по п. 12, в котором материал с низкими замедляющими свойствами содержит карбид кремния (SiC) или оксид магния (MgO); а материал с высокими замедляющими свойствами содержит бериллий (Be), бор (B) или их соединение.

14. Способ по п. 13, в котором материал с высокими замедляющими свойствами содержит по меньшей мере одно из боридов бериллия ( $Be_2B$ ,  $Be_4B$ ,  $BeB_2$  или  $BeB_6$ ),

карбида бериллия ( $\text{Be}_2\text{C}$ ), бериллида циркония ( $\text{ZrBe}_{13}$ ), бериллида титана ( $\text{TiBe}_{12}$ ), оксида бериллия ( $\text{BeO}$ ) или карбида бора ( $\text{B}_4\text{C}$ ).

15. Способ по п. 13, в котором материал с низкими замедляющими свойствами содержит карбид кремния ( $\text{SiC}$ ); а спекающая добавка содержит оксид иттрия ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ) или оксид алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

16. Способ по п. 15, в котором выбранный процент по массе (мас.%) спекающей добавки в смеси композитного замедлителя составляет от 4 до 10 процентов по массе (мас.%) оксида иттрия или оксида алюминия.

17. Способ по п. 15, в котором технологическая температура находится в диапазоне от  $1400^\circ$  по Цельсию (C) до  $1800^\circ$  по Цельсию (C).

18. Способ по п. 13, в котором материал с низкими замедляющими свойствами содержит оксид магния ( $\text{MgO}$ ); а спекающая добавка содержит литий.

19. Способ по п. 18, в котором выбранный процент по массе (мас.%) спекающей добавки в смеси композитного замедлителя составляет от 3 до 10 процентов по массе (мас.%) лития.

20. Способ по п. 19, в котором технологическая температура находится в диапазоне от  $1300^\circ$  по Цельсию (C) до  $1600^\circ$  по Цельсию (C).

А  
6  
9  
8  
5  
2  
1  
0  
2  
0  
2  
R  
U

R  
U  
2  
0  
2  
0  
1  
2  
5  
8  
6  
9  
A