



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G21C 3/04 (2021.08); G21C 3/06 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2020144158, 31.12.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.12.2020

Дата регистрации:
25.11.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.12.2020

(45) Опубликовано: 25.11.2021 Бюл. № 33

Адрес для переписки:

121165, г. Москва, Г-165, а/я 15, ЮСТИС,
Грунин Ефим Валерьевич

(72) Автор(ы):

Дворников Павел Александрович (RU),
Ковтун Сергей Николаевич (RU),
Кудряев Андрей Алексеевич (RU),
Бударин Алексей Александрович (RU),
Лукьянов Дмитрий Александрович (RU),
Шутов Павел Семенович (RU),
Шутов Сергей Семенович (RU),
Гормаков Алексей Геннадьевич (RU),
Мильшин Валерий Иванович (RU),
Ознобишина Мария Дмитриевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество «Научно-технический
центр «Диапром» (RU)

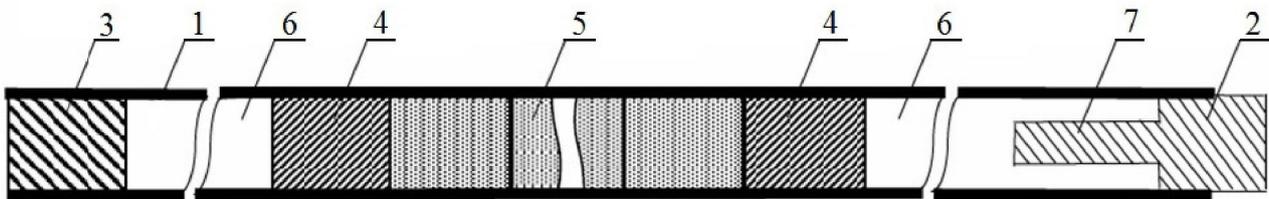
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2179751 C1, 20.02.2002. RU
2143141 C1, 20.12.1999. RU 2636931 C2,
29.11.2017. RU 2014154231 A, 10.06.2015. RU
2524681 C2, 10.08.2014. RU 2603355 C1,
27.11.2016. RU 2310930 C2, 20.11.2007. RU
2013108817 A, 10.09.2014. JP 2002116288 A,
19.04.2002.

(54) Тепловыделяющий элемент ядерного реактора

(57) Реферат:

Изобретение относится к изготовлению тепловыделяющих элементов (ТВЭлов) для ядерных реакторов и может найти применение на предприятиях, изготавливающих ТВЭлы. Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) ядерного реактора содержит трубчатую оболочку 1 с заглушками 2, 3 на ее торцах. Внутри оболочки 1 расположены фиксаторы 4, между которыми размещен топливный сердечник 5. Свободный от топливного сердечника 5 и фиксаторов 4 объем 6 заполнен газом. При этом по меньшей мере на одной заглушке 2 образован цилиндрический выступ 7, расположенный в свободном объеме 6.

Техническим результатом является повышение точности измерения концентрации газа внутри оболочки тепловыделяющего элемента неразрушающим тепловым методом, повышение качества ТВЭлов, снижение вероятности пропуска ТВЭлов в эксплуатацию с недопустимо низкой концентрацией гелия, снижение вероятности отбраковки ТВЭлов, имеющих допустимую концентрацию гелия, повышение надежности эксплуатации ТВЭлов в реакторе без изменения нейтронно-физических характеристик активных зон, собранных из таких ТВЭлов. 3 з.п. ф-лы, 1 ил.



R U 2 7 6 0 9 2 C 1

R U 2 7 6 0 4 9 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G21C 3/04 (2021.08); *G21C 3/06* (2021.08)

(21)(22) Application: **2020144158**, 31.12.2020

(24) Effective date for property rights:
31.12.2020

Registration date:
25.11.2021

Priority:

(22) Date of filing: 31.12.2020

(45) Date of publication: 25.11.2021 Bull. № 33

Mail address:

121165, g. Moskva, G-165, a/ya 15, YUSTIS, Grunin
Efim Valerevich

(72) Inventor(s):

**Dvornikov Pavel Aleksandrovich (RU),
Kovtun Sergei Nikolaevich (RU),
Kudriaev Andrei Alekseevich (RU),
Budarin Aleksei Aleksandrovich (RU),
Lukianov Dmitrii Aleksandrovich (RU),
Shutov Pavel Semenovich (RU),
Shutov Sergei Semenovich (RU),
Gormakov Aleksei Gennadevich (RU),
Milshin Valerii Ivanovich (RU),
Oznobishina Mariia Dmitrievna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo
«Nauchno-tehnicheskii tsentr «Diaprom» (RU)**

(54) **FUEL ELEMENT OF NUCLEAR REACTOR**

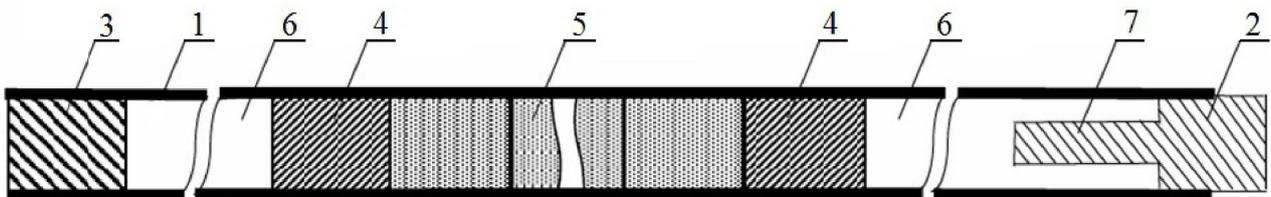
(57) Abstract:

FIELD: nuclear technology.

SUBSTANCE: invention relates to manufacture of fuel elements (FE) for nuclear reactors and can be applied in enterprises manufacturing FEs. The fuel element (FE) of a nuclear reactor comprises a tubular shell 1 with plugs 2, 3 at the ends thereof. Located inside the shell 1 are fasteners 4, wherein a fuel core 5 is placed between said fasteners. The volume 6 free of the fuel core 5 and the fasteners 4 is filled with gas. A cylindrical protrusion 7 located in the free volume 6 is therein formed on at least one plug 2.

EFFECT: increase in the accuracy of measurement of the concentration of gas inside the shell of the fuel element by the non-destructive heat method, improved quality of FEs, reduced probability of FEs with an unacceptably low concentration of helium being approved for operation, reduction in the probability of rejection of FEs with an acceptable concentration of helium, increase in the reliability of operation of FEs in the reactor without changing the neutron-physical characteristics of active areas composed from such FEs.

4 cl, 1 dwg



RU 2 760 492 C1

RU 2 760 492 C1

Изобретение относится к области ядерной техники, в частности к изготовлению тепловыделяющих элементов (ТВЭлов) для ядерных реакторов и может найти применение на предприятиях, изготавливающих ТВЭлы.

5 Из уровня техники широко известны тепловыделяющие элементы различных конструкций. Общими элементами большинства конструкций ТВЭлов является наличие герметичной оболочки, выполненной на основе металлической трубки, загерметизированной по торцам заглушками. Внутри герметичной оболочки размещен топливный сердечник, удерживаемый по высоте оболочки фиксаторами. Свободный от топливного сердечника и его фиксаторов объем заполнен газом определенного

10 состава и давления.

Наличие под оболочкой ТВЭла атмосферы определенного состава (гелия) и давления (атмосферного) является одним из требований к конструкции ТВЭла. Необходимая атмосфера под оболочкой ТВЭла создается при их изготовлении. Однако, возможные технические сбои при заполнении свободного объема ТВЭла приводят к загрязнению

15 атмосферы под оболочкой ТВЭла, что снижает эксплуатационные характеристики ТВЭла. В связи с этим контроль атмосферы под оболочкой ТВЭла после его герметизации, включающий измерения концентрации гелия под оболочкой ТВЭла, приобретает важное значение.

Так, из уровня техники известен тепловыделяющий элемент, содержащий

20 цилиндрическую оболочку, в которую помещен топливный сердечник в виде таблеток, последовательно состыкованных между собой и выполненных с торцевыми фасками с образованием поперечных канавок сердечника, оболочка выполнена с поперечными гофрами, расположенными в канавках сердечника (см. Патент RU 2393559, опубликован 27.06.2010).

Также из уровня техники известна конструкция тепловыделяющего элемента, содержащая трубчатую оболочку с заглушками на ее торцах, внутри оболочки размещен сердечник из таблеток делящегося материала, а также образован компенсационный

25 объем, заполненный гелием (см. Патент RU 2636931, опубликован 29.11.2017).

Наиболее близким к предложенному решению является тепловыделяющий элемент

30 с топливным сердечником, заключенным в герметичную оболочку, имеющий свободный от топливной композиции заполненный газом объем, верхняя и/или нижняя заглушка снабжена плавким предохранительным клапаном, выполненным из металла, температура плавления которого ниже температуры плавления оболочки ТВЭла и выбранного из условий эксплуатации и анализа аварийных ситуаций реакторной

35 установки (см. Патент RU 2179751, опубликован 20.02.2002).

Общим недостатком известных ТВЭлов является невысокая точность осуществления измерений концентрации газа внутри ТВЭлов такой конструкции, которая при всем этом требует использования сложных устройств контроля и разбраковки тепловыделяющих элементов.

40 Технической проблемой, решаемой изобретением, является повышение качества тепловыделяющих элементов, а также снижение издержек на их производство.

Техническим результатом изобретения является повышение точности измерения концентрации газа внутри оболочки тепловыделяющего элемента неразрушающим тепловым методом.

45 Технический результат изобретения достигается благодаря тому, что тепловыделяющий элемент (ТВЭл) ядерного реактора, содержащий трубчатую оболочку с заглушками на ее торцах, внутри оболочки расположены фиксаторы, между которыми размещен топливный сердечник, свободный от топливного сердечника и фиксаторов

объем заполнен газом, по меньшей мере на одной заглушке образован цилиндрический выступ, расположенный в свободном объеме, при этом внешний диаметр цилиндрического выступа меньше внутреннего диаметра трубчатой оболочки на 0,3 – 1,5 миллиметра, а длина цилиндрического выступа составляет от полутора до трех с половиной внешних диаметров трубчатой оболочки.

Кроме того, цилиндрический выступ расположен, преимущественно, соосно трубчатой оболочке и выполнен металлическим.

Кроме того, цилиндрический выступ может быть выполнен за одно целое со своей заглушкой.

Изобретение поясняется чертежом, на фигуре которого схематично показана конструкция предложенного тепловыделяющего элемента ядерного реактора.

Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) ядерного реактора содержит герметичную оболочку, выполненную из металлической трубки 1 (трубчатая оболочка 1), на концах (на противоположных торцах) которой герметично установлены заглушки 2 и 3. Внутри трубчатой оболочки 1 расположены фиксаторы 4, а между фиксаторами 4 размещен топливный сердечник 5, удерживаемый по высоте трубчатой оболочки фиксаторами 4. Топливный сердечник представляет собой стержень (или набор топливных таблеток). Свободный от топливного сердечника 5 и фиксаторов 4 объем 6 заполнен под атмосферным давлением газом, представляющим собой смесь гелия и загрязняющим его газом (азотом).

На одной из заглушек (например, на заглушке 2) образован металлический цилиндрический выступ 7, расположенный в свободном объеме 6 и направленный в сторону топливного сердечника 5. Такой цилиндрический выступ 7 также может быть одновременно образован и на заглушке 3 (при необходимости). Выступ 7 представляет собой своего рода адаптер, перераспределяющий тепловую энергию в процессе измерения концентрации газа под оболочкой ТВЭЛ.

Один торец цилиндрического выступа 7 жестко соединен с заглушкой 2 (и/или с заглушкой 3), причем выступ 7 расположен соосно заглушке 2 и, соответственно, соосно трубчатой оболочке 1. Выступ 7 может быть выполнен за одно целое с заглушкой 2, т.е. представлять собой единый конструктивный элемент.

Внешний диаметр цилиндрического выступа 7 может быть меньше внутреннего диаметра трубчатой оболочки 1 на любую величину из диапазона 0,3 – 1,5 миллиметра, а длина цилиндрического выступа 7 может иметь любое значение из диапазона от полутора до трех с половиной внешних диаметров трубчатой оболочки 1.

При этом оптимальным экспериментально выбранным диапазоном значений величины кольцевого зазора между внутренним диаметром трубчатой оболочки 1 и внешним диаметром выступа 7 является такой диапазон, когда внешний диаметр выступа 7 меньше внутреннего диаметра трубчатой оболочки 1 на величину от 0,5 до 1 мм. Такие значения обеспечивают лучшие показатели точности результатов измерения концентрации гелия под оболочкой 1 ТВЭЛ. А оптимальная экспериментально выбранная длина выступа 7 составляет от двух до трех внешних диаметров трубчатой оболочки 1. При этом длина выступа 7 соответствует длине участка трубки 1, на который воздействуют тепловым потоком при использовании теплового метода контроля параметров газовой среды под оболочкой ТВЭЛ.

Осуществление контроля концентрации газа (гелия) внутри герметичной оболочки 1 ТВЭЛ осуществляют следующим образом.

ТВЭЛ устанавливают на позицию измерения концентрации гелия под его оболочкой. После измерения начальной температуры оболочки 1 ТВЭЛ, на участок оболочки 1,

соответствующий длине выступа 7, воздействуют импульсным (кратковременным) тепловым потоком и в течение необходимого временного промежутка измеряют его температуру (с фиксацией значений измеренной температуры). Полученную зависимость сравнивают с эталонной зависимостью, полученной ранее при измерении температуры оболочки 1, внутри которой имелась известная концентрация гелия. По результатам сравнения определяют концентрацию гелия в контролируемом твэле. Функция выступа 7 (адаптера) в измерениях концентрации гелия тепловым методом заключается в том, что после нагрева участка оболочки 1 тепловая энергия рассеивается не только непосредственно с поверхности нагретого участка оболочки 1 в окружающую среду, но часть ее передается от оболочки 1 через газовый кольцевой зазор (между выступом 7 и внутренним диаметром трубки 1) к менее нагретому выступу 7 (адаптеру), и далее к заглушке 2, которая имеет еще меньшую температуру, что увеличивает время выступу 7 быть более холодным по сравнению с оболочкой 1. С учетом того, что коэффициенты теплопроводности гелия и загрязняющего его газа (азота) значительно различаются (для гелия он в 5,5 раз больше при температуре от 0 до 200°C), то тепловое сопротивление газового зазора между оболочкой 1 и выступом 7 изменяется в зависимости от концентрации гелия, что, в свою очередь, приводит к изменению температуры оболочки во времени. Сформированные тепловые потоки на участке нагрева оболочки 1 с использованием выступа 7 существенно повышает величину изменения температуры оболочки 1 твэла от замены в нем гелия на азот. Это обстоятельство является основой повышения чувствительности теплового метода. Эксперименты с использованием имитатора твэла БН-800, в составе которого находился выступ 7 (адаптер), выполненный в едином исполнении с заглушкой 2, показали, что в диапазоне концентрации гелия под оболочкой 1 твэла от 90 до 100 % не исключенная случайная составляющая абсолютной погрешности измерения концентрации гелия под оболочкой 1 твэла не превышала ± 2 %.

Полученная оценка точности определения концентрации гелия под оболочкой 1 твэла удовлетворяет требованиям, предъявляемым к твэлам перспективных ядерных реакторов.

Таким образом, благодаря наличию цилиндрического выступа 7 внутри оболочки 1 твэла и образованию кольцевого зазора между поверхностью выступа 7 и внутренним диаметром трубчатой оболочки 1, существенно повышается точность результатов измерения концентрации газа (гелия) внутри оболочки 1. А высокая точность измерения концентрации газа внутри оболочки твэл позволяет:

- повысить качество твэлов;
- снизить трудовые и экономические издержки на производство твэлов;
- снизить вероятность пропуска твэлов в эксплуатацию с недопустимо низкой концентрацией гелия;
- повысить надежность эксплуатации твэлов в реакторе;
- снизить вероятность отбраковки твэлов, имеющих допустимую концентрацию гелия.

Кроме того, предложенная конструкция твэла не изменяет нейтронно-физические характеристики активных зон, собранных из таких твэлов.

(57) Формула изобретения

1. Тепловыделяющий элемент (твэл) ядерного реактора, содержащий трубчатую оболочку с заглушками на ее торцах, внутри оболочки расположены фиксаторы, между которыми размещен топливный сердечник, свободный от топливного сердечника и

фиксаторов объем заполнен газом, по меньшей мере на одной заглушке образован цилиндрический выступ, расположенный в свободном объеме, при этом внешний диаметр цилиндрического выступа меньше внутреннего диаметра трубчатой оболочки на 0,3–1,5 миллиметра, а длина цилиндрического выступа составляет от полутора до
5 трех с половиной внешних диаметров трубчатой оболочки.

2. Твэл по п.1, в котором цилиндрический выступ расположен соосно трубчатой оболочке.

3. Твэл по п.1, в котором цилиндрический выступ выполнен металлическим.

4. Твэл по п.1, в котором цилиндрический выступ выполнен за одно целое со своей
10 заглушкой.

15

20

25

30

35

40

45

