



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G21D 3/00 (2020.08)*

(21)(22) Заявка: 2020114867, 23.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.04.2020

Дата регистрации:  
26.02.2021

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 23.04.2020

(45) Опубликовано: 26.02.2021 Бюл. № 6

Адрес для переписки:  
119017, Москва, ул. Б. Ордынка, 24,  
Департамент правовой и корпоративной  
работы

(72) Автор(ы):  
Басков Петр Борисович (RU),  
Кириченко Григорий Павлович (RU),  
Мосягина Ирина Владимировна (RU),  
Сахаров Вячеслав Васильевич (RU),  
Худин Александр Сергеевич (RU),  
Ивкина Ольга Викторовна (RU),  
Мушин Илья Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Российская Федерация, от имени которой  
выступает Государственная корпорация по  
атомной энергии "Росатом" (Госкорпорация  
"Росатом") (RU),  
Акционерное общество "Ведущий  
научно-исследовательский институт  
химической технологии" (АО "ВНИИХТ")  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2501040 C2, 10.12.2013. RU  
2516854 C2, 20.05.2014. RU 67292 U1, 10.10.2007.  
RU 2701189 C1, 25.09.2019. US 20190146104 A1,  
16.05.2019. JP 6602659 B2, 06.11.2019. RU 184552  
U1, 30.10.2018. CN 0101236254 B, 18.08.2010. CN  
206515476 U, 22.09.2017. KR 101741245 B1,  
15.06.2017.

(54) Ионизационная камера деления для регистрации быстрых нейтронов

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам измерения нейтронных потоков, в частности к оборудованию систем управления и защиты ядерных реакторов, и используется в качестве первичного преобразователя внутриреакторного канала контроля плотности потока нейтронов. Предлагаемое изобретение основано на коаксиальной электродной системе, радиаторным материалом в которой является покрытие из оксида тория ThO<sub>2</sub>. Содержание изотопа <sup>232</sup>Th (имеет пороговое значение сечения деления

нейтронами в 1 МэВ) в природном сырье составляет 100%, что исключает снижение информативности сигнала при регистрации быстрых нейтронов из-за присутствия изотопов, чувствительных к тепловым нейтронам. Техническим результатом является регистрация исключительно «быстрой» компоненты нейтронного потока (от 1 эВ до 20 МэВ) в активной зоне реактора в условиях стационарного режима эксплуатации, переходных периодов остановки, запуска и вывода на полную мощность ядерного реактора без необходимости

использования замедлителей.

RU 2743849 C1

RU 2743849 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G21D 3/00 (2020.08)*

(21)(22) Application: **2020114867, 23.04.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**23.04.2020**

Registration date:  
**26.02.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **23.04.2020**

(45) Date of publication: **26.02.2021** Bull. № 6

Mail address:

**119017, Moskva, ul. B. Ordynka, 24, Departament  
pravovoj i korporativnoj raboty**

(72) Inventor(s):

**Baskov Petr Borisovich (RU),  
Kirichenko Grigorij Pavlovich (RU),  
Mosyagina Irina Vladimirovna (RU),  
Sakharov Vyacheslav Vasilevich (RU),  
Khudin Aleksandr Sergeevich (RU),  
Ivkina Olga Viktorovna (RU),  
Mushin Ilya Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Rossijskaya Federatsiya, ot imeni kotorj  
vystupaet Gosudarstvennaya korporatsiya po  
atomnoj energii "Rosatom" (Goskorporatsiya  
"Rosatom") (RU),  
Aktionerhoe obshchestvo "Vedushchij  
nauchno-issledovatel'skij institut khimicheskij  
tehnologii" (AO "VNIKHT") (RU)**

(54) **IONISATION FISSION CHAMBER FOR DETECTING FAST NEUTRONS**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to neutron flux measurement devices, in particular to equipment for control and protection systems of nuclear reactors, and is used as a primary converter of an in-reactor neutron flux density monitoring channel. Proposed invention is based on coaxial electrode system, radiator material in which is Thorium oxide ThO<sub>2</sub> coating. Content of isotope <sup>232</sup>Th (has threshold value of fission cross section by neutrons in 1 MeV) in natural raw material

is 100 %, which eliminates reduction of information content of signal when detecting fast neutrons due to presence of isotopes sensitive to thermal neutrons.

EFFECT: technical result is registration of exclusively "fast" component of neutron flow (from 1 eV to 20 MeV) in active zone of reactor in conditions of stationary operation mode, transient periods of stopping, starting and outputting nuclear reactor to full capacity without using retarders.

1 cl

Настоящее изобретение относится к устройствам измерения нейтронных потоков, в частности, к оборудованию систем управления и защиты ядерных реакторов и используется в качестве первичного преобразователя внутриреакторного канала контроля плотности потока нейтронов.

5 Ионизационная камера деления относится к газоразрядным датчикам нейтронов, принцип работы которой основан на (n,f)-преобразовании энергии нейтронов в электрический сигнал в объеме камеры. В реакторах на ядерном топливе величина нейтронного потока является ключевой информацией о характере протекающих в  
10 тепловыделяющих сборках (ТВС) физических процессах. В реакторах на быстрых нейтронах деление ядер в топливных элементах происходит под действием нейтронов «быстрого» спектра (с энергией от 1 до 20 МэВ), поэтому для диагностики активной зоны применяются камеры деления на основе нейтрон-делящихся изотопов, имеющих пороговое сечение захвата быстрых нейтронов. Наиболее распространенными являются радиаторные покрытия на основе изотопа U-238. Кроме того, для регистрации потоков  
15 в активной зоне камера деления должна иметь диаметр не более 5-6 мм (в зависимости от типа реакторной установки), т.е. относится к малогабаритным устройствам.

Известна ионизационная камера деления (Малышев Е.К., Стабровский С.А. Малогабаритные ионизационные камеры и их применение на ядерных реакторах// Атомная техника за рубежом, 1983, №12, с. 10-22), относящаяся к малогабаритным  
20 камерам и содержащая радиатор в виде смеси изотопов  $^{235}\text{U} + ^{238}\text{U}$  для снижения интенсивности выгорания материала. Недостатком устройства является отсутствие возможности регистрации только «быстрой» компоненты спектра.

Известна ионизационная камера деления (СА1214289 А, опубл. 27.04.84), предназначенная для диагностики активной зоны реактора и имеющая диаметр не  
25 более 4,78 мм. Авторами изобретения подробно рассмотрены вопросы конструкционных материалов в камере, однако не указан нуклидный состав радиатора, не уточняется энергетический диапазон регистрации нейтронов.

Наиболее близким аналогом к заявляемому изобретению является камера деления  
30 (CN 101236254 В, опубл. 05.03.2008), в которой трубчатый электрод покрыт слоем  $^{238}\text{U}$  и обеспечивает регистрацию нейтронов в области энергий около 20 МэВ. Авторами заявляется простота конструкции, низкая стоимость и способность легкой модернизации устройства. Недостатком камеры является тот факт, что получении радиатора с 100% содержанием  $^{238}\text{U}$  невозможно, обедненный уран всегда содержит примесь  $^{235}\text{U}$ , а,  
35 значит, информативность сигнала будет нарушаться, т.к. сечение захвата уран-235 тепловых нейтронов в 500 раз больше сечения захвата быстрых нейтронов изотопом уран-238. Следовательно, камера деления будет оставаться «чувствительной» к тепловой составляющей спектра.

Техническим результатом является регистрация исключительно «быстрой»  
40 компоненты нейтронного потока (от 1 эВ до 20 МэВ) в активной зоне в условиях стационарного режима эксплуатации, переходных периодов останковки, запуска и вывода на полную мощность ядерного реактора.

Технический результат достигается тем, что предлагаемое изобретение основано на коаксиальной электродной системе, радиаторным материалом в которой является  
45 покрытие из оксида тория  $\text{ThO}_2$ . Содержание изотопа  $^{232}\text{Th}$  (имеет пороговое значение сечения деления нейтронами в 1 МэВ) в природном сырье составляет 100%, что исключает снижение информативности сигнала при регистрации быстрых нейтронов из-за присутствия изотопов, чувствительных к тепловым нейтронам.

Перед авторами стояла задача создать малогабаритную (не более 5 мм в диаметре) ионизационную камеру деления (ИКД) на основе трубчатых, коаксиально-расположенных электродов, для детектирования «быстрой» компоненты нейтронного спектра (1 эВ÷20 МэВ). Такая конструкция камеры обеспечивает возможность избирательной регистрации быстрых нейтронов в активной зоне реактора без необходимости использования замедлителей.

Основу конструкции составляет коаксиальная сборка цилиндрических металлических электродов с радиатором ThO<sub>2</sub>. В осесимметричной сборке диаметры трубчатых электродов увеличиваются в модели арифметической прогрессии. Радиатор в виде оксида тория наносится методом низкотемпературного термодеструкционного разложения карбоксилата тория.

В ходе выполнения исследований был собран опытный образец ториевой малогабаритной камеры деления с диаметром 5 мм, длиной чувствительной части 280 мм, длиной корпуса 380 мм. Испытания проводились на импульсном исследовательском реакторе при различных режимах его работы. Наклон вольт-счетной характеристики ториевой камеры составил 0,03%/В. Чувствительность камеры к потоку быстрых нейтронов составила  $2,54 \cdot 10^{-6}$  имп/(нейтр/(см<sup>2</sup>·с)). Скорость счета импульсов в поле тепловых нейтронов (плотность потока  $1 \cdot 10^8$  нейтр/(см<sup>2</sup>·с)) - менее 1 имп/с. Полученные характеристики ториевой камеры превосходят аналогичные показатели камеры деления на основе <sup>238</sup>U.

#### (57) Формула изобретения

Ионизационная камера деления для регистрации быстрых нейтронов на основе системы коммутируемых трубчатых электродов с нанесенными нейтрон-делящимися покрытиями (радиаторами), коаксиально-расположенными в металлическом корпусе, заполненном рабочим газом, отличающаяся тем, что радиатор изготовлен из природного тория, имеющего 100%-ное содержание изотопа <sup>232</sup>Th.