



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2003130354/06, 14.10.2003**

(24) Дата начала действия патента: **14.10.2003**

(43) Дата публикации заявки: **10.04.2005**

(45) Опубликовано: **27.12.2005 Бюл. № 36**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **DE 1815100 B2, 17.09.1970. RU 2150150 C1, 27.05.2000. RU 2150151 C1, 27.05.2000. RU 2174718 C2, 10.10.2001. RU 2079170 C1, 10.05.1997. US 5465282 A, 07.11.1997.**

Адрес для переписки:

123060, Москва, а/я 369, ВНИИНМ, ОИС

(72) Автор(ы):

**Ватулин А.В. (RU),
Стецкий Ю.А. (RU),
Супрун В.Б. (RU),
Добрикова И.В. (RU),
Мишунин В.А. (RU),
Александров А.Б. (RU),
Енин А.А. (RU)**

(73) Патентообладатель(ли):

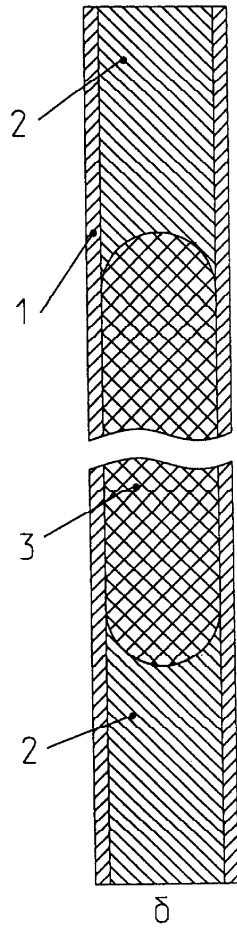
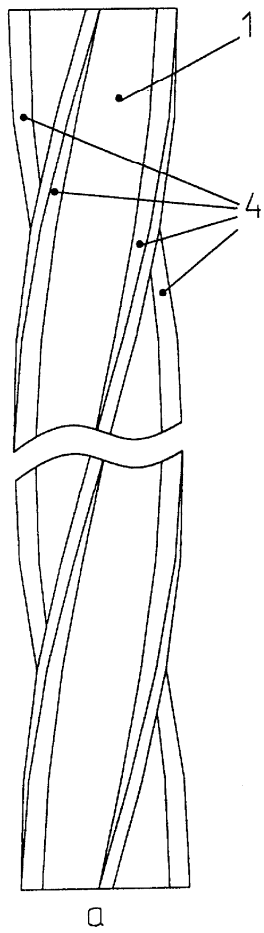
**Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов им. акад. А.А. Бочвара" (RU),
Министерство Российской Федерации по атомной энергии (RU)**

(54) ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РЕАКТОРОВ И ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩАЯ СБОРКА НА ЕГО ОСНОВЕ (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Изобретение относится к области ядерной энергетики и может быть использовано для изготовления тепловыделяющих элементов (далее твэлов) и тепловыделяющих сборок (далее ТВС) для исследовательских реакторов с ядерным топливом низкого (менее 20%) обогащения. Техническим результатом изобретения является расширение технологических возможностей по модернизации существующих исследовательских реакторов, активные зоны которых различаются своими размерами и формой, с использованием универсального стержневого твэла и ТВС на его основе. Твэл выполнен в виде трубчатой, герметизированной по торцам заглушками оболочки из сплава алюминия толщиной от 0,30 до 0,45 мм с четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами на наружной поверхности, диаметр описанной окружности поперечного сечения твэла составляет от 4,0 до 8,0 мм, каждое ребро выступает над оболочкой на высоту от 0,4 до

1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90 ° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом от 100 до 400 мм, преимущественно от 300 до 340 мм, внутри оболочки размещен топливный сердечник из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет от 63 до 315 мкм, а оболочка и сердечник имеют диффузионное сцепление между собой, полученное при изготовлении твэла методом совместного выдавливания через формирующую матрицу составной цилиндрической заготовки, состоящей из топливного сердечника заглушек и оболочки. На основе вышеуказанного твэла разработаны варианты тепловыделяющих сборок для исследовательских реакторов различных типов и с различной геометрической формой активной зоны. 4 н. и 6 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2003130354/06, 14.10.2003**

(24) Effective date for property rights: **14.10.2003**

(43) Application published: **10.04.2005**

(45) Date of publication: **27.12.2005 Bull. 36**

Mail address:
123060, Moskva, a/ja 369, VNIINM, OIS

(72) Inventor(s):

**Vatulin A.V. (RU),
Stetskij Ju.A. (RU),
Suprun V.B. (RU),
Dobrikova I.V. (RU),
Mishunin V.A. (RU),
Aleksandrov A.B. (RU),
Enin A.A. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatie "Vserossijskij nauchno-
issledovatel'skij institut neorganicheskikh
materialov im. akad. A.A. Bochvara" (RU),
Ministerstvo Rossijskoj Federatsii po
atomnoj ehnergii (RU)**

(54) HEAT-GENERATING ELEMENT FOR RESEARCH REACTORS AND A BASED ON IT HEAT-GENERATING ASSEMBLY (VERSIONS)

(57) Abstract:

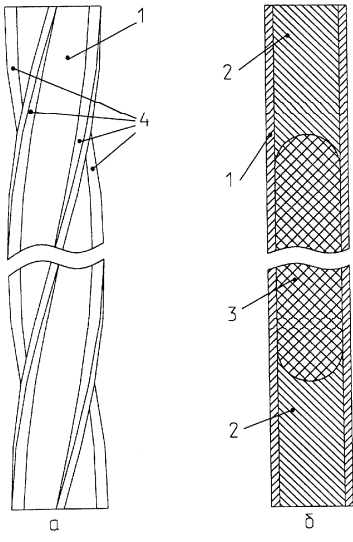
FIELD: nuclear power engineering; production of heat-generating elements and heat-generating assemblies for research reactors.

SUBSTANCE: the invention is pertaining to the field of nuclear power engineering, in particular, to production of heat-generating elements (further - fuel elements) and the heat-generating assemblies (further - fuel elements assemblies) for research reactors using a low (less than 20 %) enriched nuclear material. The technical result of the invention is enhancement of production capabilities for upgrading the existing research reactors, the fissile regions of which differ in dimensions and forms, using the universal rod-shaped fuel element and the based on it fuel elements assembly. The fuel element is made in the form of a tubular sealed on its end faces by plugs shell made out of an aluminum alloy of 0.30 up to 0.45 mm thick with four distancing screw-type ribs on the outer surface. The diameter of a circumscribed circle of a fuel element cross section makes from 4.0 - 8.0 mm. Each rib protrudes above the shell from 0.4 up to 1,0 mm in height and is placed in the cross section plane at an angle of 90° to the

neighboring rib and twisted in spiral with a step from 100 up to 400 mm, predominantly from 300 up to 340 m. Inside the shell there is a fuel core made out of a dispersive composition of uranium-containing particles and an aluminum alloy, in which a volumetric content of uranium-containing particles makes up to 45 %, the uranium-containing particles dimension makes from 63 up to 315 microns, and the shell and the core have a diffusion cohesion among themselves, formed at the fuel elements manufacture by the method of a joint extrusion through a forming array of a composite cylindrical blank consisting of the fuel element core, the plugs and the shell. On the basis of the aforesaid fuel element the versions of the heat-generating assemblies are developed for research reactors of different types with various geometrical forms of the fissile regions.

EFFECT: the invention ensures enhancement of production capabilities to upgrade the existing research reactors with different dimensions and forms of their fissile regions with the help of the universal rod-shaped fuel element and the based on it fuel elements assembly.

9 cl, 6 dwg



Фиг. 1

RU 2 2 6 7 1 7 5 C 2
5 7 1 7 9 2 2

RU 2 2 6 7 1 7 5 C 2

Изобретение относится к ядерной энергетике и может быть использовано для изготовления тепловыделяющих элементов (ТВЭлов) и тепловыделяющих сборок (ТВС) для исследовательских реакторов с ядерным топливом низкого (менее 20%) обогащения.

В связи с необходимостью снижения в несколько раз обогащения ядерного топлива исследовательских реакторов, возникла проблема изменения конструкции и технологии изготовления ТВЭлов и ТВС, которые могли бы быть использованы в уже существующих реакторах на территории России и за рубежом. При этом использование модернизированных ТВЭлов и ТВС не должно повлечь за собой существенных затрат на реконструкцию самого реактора или снижение эксплуатационных характеристик активных зон.

Известны результаты исследования по усовершенствованию пластинчатых ТВЭлов с оксидным урановым топливом с обогащением 20%, алюминиевой матрицей и алюминиевой оболочкой для их использования в исследовательских реакторах ("Trans. Amer. Nucl. Soc.", 1979, 32, Suppl. №1, 32). В этой работе на конкретном типе реактора было показано, что 18-пластинчатая ТВС с высокообогащенным оксидом урана может замещаться 14-пластинчатой с 20% обогащением при соответствующем увеличении объема топливной составляющей в топливном сердечнике. Уменьшение теплопередающей поверхности при таком решении может быть компенсировано выполнением на поверхности пластинчатого ТВЭла канавок.

Однако это и многие другие решения по модернизации полученных методами прокатки пластинчатых ТВЭлов не могут быть использованы для большинства существующих российских исследовательских реакторов, которые были спроектированы для трубчатых или стержневых ТВЭлов.

Известны ТВС с трубчатыми ТВЭлами, которые используются в российских исследовательских реакторах бассейнового типа, например реакторов ИРТ-М, ВВР-М, ИВВ-М (Гончаров В.В. и др. «Труды Второй Международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Женева, 1958». Т.2. М., Атомиздат, 1959, стр.243; Гончаров В.В. и др. Доклад №323 (СССР), представленный на третью международную конференцию по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1964). Каждая такая ТВС состоит из несущего наружного, ТВЭла с квадратной, шестиугольной или круглой формой в поперечном сечении, к которому жестко присоединены верхние и нижние концевые детали, фиксирующие с зазором между собой несколько внутренних концентрично расположенных трубчатых ТВЭлов. В зависимости от типа реактора количество трубчатых ТВЭлов в ТВС может изменяться от трех до восьми. В поперечном сечении активная часть трубчатого ТВЭла состоит из наружной и внутренней оболочек, изготовленных, например, из алюминиевого сплава, между которыми расположен дисперсионный топливный сердечник. По торцам ТВЭлов сердечник герметизирован торцевыми заглушками кольцевой формы. Для уменьшения теплового сопротивления и снижения температуры ТВЭла оболочки сердечник и заглушки имеют между собой диффузионное сцепление.

Однако при использовании топлива с обогащением по урану-235 менее 20% изготовление трубчатых ТВЭлов с требуемыми характеристиками по существующей технологии совместного выдавливания сопряжено со значительными технологическими трудностями. Эти трудности связаны с ограничением максимальной величины объемной доли частиц топливной составляющей в сердечнике, которая не может по этой технологии превышать 30%.

Известна сборка стержневых тепловыделяющих элементов, включающих герметичную цилиндрическую оболочку с топливом, на которой выполнены дистанционирующие винтовые ребра (пат. ФРГ №1815100, кл. G 21 C 3/32). Сборка заключена в кожух, причем винтовые ребра соседних ТВЭлов в сборке перекрещиваются и контактируют торцевыми кромками в нескольких поперечных плоскостях. На некоторых ТВЭлах, размещенных на периферии сборки у стенки кожуха, предложено увеличивать число ребер вдвое или уменьшать на 1/3 шаг их навивки.

Известное изобретение позволяет оптимизировать распределение потока теплоносителя, однако оно не может быть использовано для модернизации отечественных исследовательских реакторов бассейнового типа. Это техническое решение является наиболее близким к заявляемому тепловыделяющему элементу и тепловыделяющей сборке на его основе и принято за протопит.

Технической задачей предлагаемого изобретения является расширение технологических возможностей по модернизации существующих исследовательских реакторов, активные зоны которых различаются своими размерами и формой, на основе универсального стержневого ТВЭЛ и ТВС на его основе.

Поставленная задача достигается тем, что тепловыделяющий элемент для исследовательских реакторов выполнен в виде трубчатой оболочки, герметизированной по торцам заглушками, оболочка изготовлена из сплава алюминия и выполнена с дистанционирующими винтовыми ребрами на наружной поверхности, а внутри оболочки размещен топливный сердечник, причем толщина оболочки составляет от 0,30 до 0,45 мм, наружная поверхность оболочки снабжена четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами, диаметр описанной окружности поперечного сечения тепловыделяющего элемента составляет от 4,0 до 8,0 мм, каждое винтовое ребро выступает над оболочкой на высоту от 0,4 до 1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом от 100 до 400 мм, преимущественно от 300 до 340 мм, топливный сердечник изготовлен из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет от 63 до 315 мкм, а оболочка и топливный сердечник имеют диффузионное сцепление между собой, полученное методом совместного выдавливания через формирующую матрицу составной цилиндрической заготовки металлокерамического сердечника, заглушек и оболочки.

В частном варианте топливный сердечник выполнен в поперечном сечении в форме круга.

В другом частном варианте топливный сердечник выполнен в поперечном сечении в форме квадрата, а винтовые ребра выполнены на наружной поверхности оболочки по углам квадрата.

В другом частном варианте топливный сердечник выполнен в поперечном сечении в форме четырехлучевой звезды, периметр которой сформирован четырьмя одинаковыми кривыми, а винтовые ребра выполнены на наружной поверхности трубчатой оболочки по вершинам четырехлучевой звезды.

Поставленная задача достигается также тем, что тепловыделяющая сборка на основе тепловыделяющего элемента для исследовательских реакторов (типа ИРТ) включает кожух, выполненный в поперечном сечении в форме квадрата, по торцам которого установлены концевые детали, внутри кожуха расположены тепловыделяющие элементы и дистанционирующие решетки для их размещения, причем тепловыделяющий элемент выполнен в виде трубчатой оболочки, герметизированной по торцам заглушками, оболочка изготовлена из сплава алюминия и выполнена с четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами на наружной поверхности, а внутри оболочки размещен топливный сердечник, толщина оболочки составляет от 0,30 до 0,45 мм, диаметр описанной окружности поперечного сечения тепловыделяющего элемента составляет от 4,0 до 8,0 мм, каждое винтовое ребро выступает над оболочкой на высоту от 0,4 до 1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом от 100 до 400 мм, преимущественно от 300 до 340 мм, топливный сердечник изготовлен из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет от 63 до 315 мкм, а оболочка и топливный сердечник имеют диффузионное сцепление между собой, причем количество тепловыделяющих элементов составляет от 144 до 225.

В частном варианте внутри кожуха выполнена продольная полость без тепловыделяющих элементов, которая ограничена стенками внутреннего кожуха, а наружная поверхность стенок кожуха контактирует с винтовыми ребрами всех близлежащих тепловыделяющих элементов.

5 Поставленная задача достигается также тем, что тепловыделяющая сборка на основе тепловыделяющего элемента для исследовательских реакторов (типа ВВР) включает кожух, выполненный в поперечном сечении в форме шестиугольника, по торцам которого
10 установлены концевые детали, внутри кожуха расположены тепловыделяющие элементы и дистанционирующие решетки для их размещения, причем тепловыделяющий элемент выполнен в виде трубчатой оболочки, герметизированной по торцам заглушками, оболочка
15 изготовлена из сплава алюминия и выполнена с четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами на наружной поверхности, а внутри оболочки размещен топливный сердечник, толщина оболочки составляет от 0,30 до 0,45 мм, диаметр описанной окружности поперечного сечения тепловыделяющего элемента составляет от 4,0 до 8,0 мм,
20 каждое винтовое ребро выступает над оболочкой на высоту от 0,4 до 1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом от 100 до 400 мм, преимущественно, от 300 до 340 мм, топливный сердечник
25 изготовлен из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет от 63 до 315 мкм, а оболочка и топливный сердечник имеют диффузионное сцепление между собой, причем тепловыделяющие
30 элементы размещены внутри кожуха в треугольной упаковке и их количество составляет от 37 до 55 штук.

В частном варианте внутри кожуха выполнена продольная полость без
25 тепловыделяющих элементов, которая ограничена стенками внутреннего кожуха, а наружная поверхность стенок кожуха контактирует с дистанционирующими ребрами всех близлежащих тепловыделяющих элементов.

Поставленная задача достигается также тем, что тепловыделяющая сборка на основе тепловыделяющего элемента для исследовательских реакторов (типа ИРТ) включает
30 кожух, выполненный в поперечном сечении в форме шестиугольника, по торцам которого установлены концевые детали, внутри кожуха расположены тепловыделяющие элементы и дистанционирующие решетки для их размещения, причем тепловыделяющий элемент выполнен в виде трубчатой оболочки, герметизированной по торцам заглушками, оболочка
35 изготовлена из сплава алюминия и выполнена с четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами на наружной поверхности, а внутри оболочки размещен топливный сердечник, толщина оболочки составляет от 0,30 до 0,45 мм, диаметр описанной окружности поперечного сечения тепловыделяющего элемента составляет от 4,0 до 8,0 мм,
40 каждое винтовое ребро выступает над оболочкой на высоту от 0,4 до 1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом от 100 до 400 мм, преимущественно от 300 до 340 мм, внутри оболочки
45 размещен топливный сердечник, изготовленный из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет от 63 до 315 мкм, а оболочка и топливный сердечник имеют диффузионное сцепление
50 между собой, причем тепловыделяющие элементы размещены внутри кожуха в треугольной упаковке и их количество составляет от 144 до 225 штук, а две противоположные стенки кожуха, которые обращены к смещенным рядам тепловыделяющих элементов, выполнены гофрированными для обеспечения их контакта с винтовыми ребрами периферийных тепловыделяющих элементов в каждом ряду.

В частном варианте внутри кожуха выполнена продольная полость без тепловыделяющих элементов, которая ограничена стенками внутреннего кожуха, а наружная поверхность стенок кожуха контактирует с винтовыми ребрами всех близлежащих тепловыделяющих элементов.

Площадь проходного сечения теплоносителя, суммарные площади твэлов, топливных сердечников и теплопередающей поверхности в элементарной ячейке реактора можно корректировать, изменяя размеры поперечного сечения твэла и его форму в заявленных выше пределах.

5 Сущность заявляемого изобретения поясняется чертежами.

На фиг.1 представлен внешний вид (а) и продольное сечение (б) универсального стержневого твэла.

На фиг.2 приведены варианты формы поперечного сечения топливного сердечника твэла: а - квадратная; б - круглая; в - четырехлучевая звезда.

10 На фиг.3 приведено поперечное сечение ТВС с активной зоной квадратной формы и квадратной упаковкой твэлов.

На фиг.4 приведено поперечное сечение ТВС с активной зоной шестиугольной формы и треугольной упаковкой твэлов.

15 На фиг.5 приведено поперечное сечение ТВС с активной зоной квадратной формы и треугольной упаковкой твэлов.

На фиг.6 приведено поперечное сечение ТВС с активной зоной квадратной формы, треугольной упаковкой твэлов, в которой выполнена продольная полость.

Стержневой твэл в соответствии с заявляемым изобретением включает (см. фиг.1 - фиг.2) оболочку 1, герметизированную по торцам заглушками 2, оболочка и заглушки
20 выполнены из сплава алюминия. Внутри оболочки 1 размещен топливный сердечник 3 из дисперсионной композиции на основе матрицы из сплава алюминия и топливных частиц, содержащих уран. На участках, прилегающих к торцам твэла, могут быть выполнены проточки или отверстия (на фиг.1 и фиг.2 не показаны) для позиционирования и фиксации твэлов в дистанционирующих решетках ТВС. Оболочка 1 выполнена толщиной от 0,30 до
25 0,45 мм, на наружной поверхности оболочки 1 выполнены четыре дистанционирующих винтовых ребра 4. Диаметр описанной окружности поперечного сечения твэла составляет от 4,0 до 8,0 мм, каждое ребро 4 выступает над оболочкой 1 на высоту от 0,4 до 1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90° к соседнему и закручено по спирали с шагом от 100 до 400 мм, преимущественно, от 300 до 340 мм. Объемное
30 содержание топливных частиц в сердечнике, выполненных, например, из диоксида урана, составляет до 45%, размер частиц составляет от 63 до 315 мкм. Оболочка 1 и сердечник имеют диффузионное сцепление между собой. Сердечник твэла 3 в поперечном сечении может быть выполнен (см. фиг.2) в форме круга, в форме квадрата или в форме четырехлучевой звезды, периметр которой сформирован четырьмя одинаковыми кривыми.
35 В случае выполнения твэла с формой поперечного сечения в виде квадрата или четырехлучевой звезды дистанционирующие винтовые ребра выполнены на оболочке по углам квадрата или вершинам звезды.

В ТВС с поперечным сечением кожуха 5 в форме квадрата (см. фиг.3), которые
используются, например, в исследовательском реакторе бассейнового типа ИРТ,
40 описанные выше стержневые твэлы 6, размещают внутри кожуха 5 ТВС в квадратной упаковке. Количество твэлов, в зависимости от конструкции ТВС и шага расположения твэлов в ТВС, составляет от 144 до 225 штук.

Площадь проходного сечения теплоносителя, суммарные площади твэлов, топливных сердечников и теплопередающей поверхности в элементарной ячейке реактора можно
45 корректировать, изменяя размеры поперечного сечения твэла и его форму в заявленных выше пределах. На длине шага закрутки поперечного сечения каждый твэл имеет 20 касаний с окружающими его четырьмя соседними твэлами в двух взаимно перпендикулярных направлениях в пяти зонах самодистанционирования. Протяженность зоны самодистанционирования прямо пропорциональна толщине ребра и величине шагу закрутки.
50

В ТВС с поперечным сечением кожуха 7 в форме правильного шестиугольника (см. фиг.4), которые используются, например, в исследовательском реакторе бассейнового типа ВВР, описанные выше стержневые твэлы размещают внутри кожуха 7 ТВС в

треугольной упаковке. Количество твэлов, в зависимости от конструкции ТВС и шага расположения твэлов в ТВС составляет от 37 до 55 штук. Площадь проходного сечения теплоносителя, суммарные площади твэлов, топливных сердечников и теплопередающей поверхности в элементарной ячейки реактора можно корректировать, изменяя размеры поперечного сечения твэла и его форму в заявленных выше пределах. На длине шага закрутки поперечного сечения каждый твэл имеет 26 касаний с окружающими его соседними твэлами в определенном направлении в тринадцати зонах самодистанционирования. Протяженность зоны самодистанционирования прямо пропорциональна толщине ребра и величине шага закрутки.

В ТВС с поперечным сечением кожуха 8 в форме квадрата (см. фиг.5), которые используются, например, в исследовательском реакторе бассейнового типа ИРТ, описанные выше стержневые твэлы 6, размещают внутри кожуха 8 ТВС в треугольной упаковке, количество твэлов, в зависимости от конструкции ТВС и шага расположения твэлов в ТВС, составляет от 144 до 225 штук. Площадь проходного сечения теплоносителя, суммарные площади твэлов, топливных сердечников и теплопередающей поверхности в элементарной ячейки реактора можно корректировать, изменяя размеры поперечного сечения твэла и его форму в заявленных выше пределах. На длине шага закрутки поперечного сечения каждый твэл имеет 20 касаний с окружающими его четырьмя соседними твэлами в двух взаимно перпендикулярных направлениях в пяти зонах самодистанционирования. Протяженность зоны самодистанционирования прямо пропорциональна толщине ребра и величине шагу закрутки.

В частных вариантах выполнения описанных выше ТВС (см. фиг.6) внутри кожуха 8 выполнена продольная полость 9 без твэлов, которая ограничена стенками внутреннего кожуха 10, причем наружная поверхность стенок кожуха для надежной фиксации рядов твэлов должна контактировать с дистанционирующими винтовыми ребрами всех близлежащих твэлов.

Таким образом, в заявляемом изобретении расчетно-экспериментальным методом установлены оптимальные диапазоны изменения параметров стержневого твэла, который может быть использован для модернизации существующих исследовательских реакторов с различной геометрической формой активной зоны. Создание такого универсального стержневого твэла простой конструкции и технологии, имеющего высокие технические и экономические параметры, обеспечивающего сохранение габаритных размеров и эксплуатационных характеристик существующих ТВС любого исследовательского реактора бассейнового типа, позволяет решить проблему снижения обогащения ядерного топлива при минимальных затратах.

В предлагаемой ТВС для исследовательских реакторов бассейнового типа вся имеющаяся номенклатура трубчатых твэлов заменяется на один универсальный твэл с изменением характеристик в заявленных диапазонах. При этом сохраняются размеры и эксплуатационные характеристики известных ТВС, что дает возможность использовать существующие конструкции исследовательских реакторов и сохранить основные их параметры: форму и размеры элементарной ячейки, конструкцию перегрузочных устройств, состав активных зон, соотношение металл - вода в активной зоне, условия эксплуатации активных зон и другие.

Формула изобретения

1. Тепловыделяющий элемент для исследовательских реакторов, выполненный в виде трубчатой оболочки, герметизированной по торцам заглушками, оболочка изготовлена из сплава алюминия и выполнена с дистанционирующими винтовыми ребрами на наружной поверхности, а внутри оболочки размещен топливный сердечник, отличающийся тем, что толщина оболочки составляет 0,30-0,45 мм, наружная поверхность оболочки снабжена четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами, диаметр описанной окружности поперечного сечения тепловыделяющего элемента составляет 4,0-8,0 мм, каждое винтовое ребро выступает над оболочкой на высоту 0,4-1,0 мм, расположено в плоскости

поперечного сечения под углом 90° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом 100-400 мм, преимущественно, 300-340 мм, топливный сердечник изготовлен из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет 63-315 мкм, а оболочка и топливный сердечник имеют диффузионное сцепление между собой, полученное методом совместного выдавливания через формирующую матрицу составной цилиндрической заготовки металлокерамического сердечника, заглушек и оболочек.

2. Тепловыделяющий элемент по п.1, отличающийся тем, что топливный сердечник выполнен в поперечном сечении в форме круга.

3. Тепловыделяющий элемент по п.1, отличающийся тем, что топливный сердечник выполнен в поперечном сечении в форме квадрата, а винтовые ребра выполнены на наружной поверхности оболочки по углам квадрата.

4. Тепловыделяющий элемент по п.1, отличающийся тем, что топливный сердечник выполнен в поперечном сечении в форме четырехлучевой звезды, периметр которой сформирован четырьмя одинаковыми кривыми, а винтовые ребра выполнены на наружной поверхности трубчатой оболочки по вершинам четырехлучевой звезды.

5. Тепловыделяющая сборка на основе тепловыделяющего элемента для исследовательских реакторов, включающая кожух, выполненный в поперечном сечении в форме квадрата, по торцам которого установлены концевые детали, внутри кожуха расположены тепловыделяющие элементы и дистанционирующие решетки для их размещения, отличающаяся тем, что тепловыделяющий элемент выполнен в виде трубчатой оболочки, герметизированной по торцам заглушками, оболочка изготовлена из сплава алюминия и выполнена с четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами на наружной поверхности, а внутри оболочки размещен топливный сердечник, толщина оболочки составляет 0,30-0,45 мм, диаметр описанной окружности поперечного сечения тепловыделяющего элемента составляет 4,0-8,0 мм, каждое винтовое ребро выступает над оболочкой на высоту 0,4-1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом 100-400 мм, преимущественно 300-340 мм, топливный сердечник изготовлен из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет 63-315 мкм, а оболочка и топливный сердечник имеют диффузионное сцепление между собой, причем количество тепловыделяющих элементов составляет 144-225 штук.

6. Тепловыделяющая сборка по п.5, отличающаяся тем, что внутри кожуха выполнена продольная полость без тепловыделяющих элементов, которая ограничена стенками внутреннего кожуха, а наружная поверхность стенок кожуха контактирует с винтовыми ребрами всех близлежащих тепловыделяющих элементов.

7. Тепловыделяющая сборка на основе тепловыделяющего элемента для исследовательских реакторов, включающая кожух, выполненный в поперечном сечении в форме шестиугольника, по торцам которого установлены концевые детали, внутри кожуха расположены тепловыделяющие элементы и дистанционирующие решетки для их размещения, отличающаяся тем, что тепловыделяющий элемент выполнен в виде трубчатой оболочки, герметизированной по торцам заглушками, оболочка изготовлена из сплава алюминия и выполнена с четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами на наружной поверхности, а внутри оболочки размещен топливный сердечник, толщина оболочки составляет 0,30-0,45 мм, диаметр описанной окружности поперечного сечения тепловыделяющего элемента составляет 4,0-8,0 мм, каждое винтовое ребро выступает над оболочкой на высоту 0,4-1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом 100-400 мм, преимущественно, 300-340 мм, топливный сердечник изготовлен из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет

63-315 мкм, а оболочка и топливный сердечник имеют диффузионное сцепление между собой, причем тепловыделяющие элементы размещены внутри кожуха в треугольной упаковке и их количество составляет 37-55 штук.

5 8. Тепловыделяющая сборка по п.7, отличающаяся тем, что внутри кожуха выполнена продольная полость без тепловыделяющих элементов, которая ограничена стенками внутреннего кожуха, а наружная поверхность стенок кожуха контактирует с дистанционирующими ребрами всех близлежащих тепловыделяющих элементов.

10 9. Тепловыделяющая сборка на основе тепловыделяющего элемента для исследовательских реакторов, включающая кожух, выполненный в поперечном сечении в форме шестиугольника, по торцам которого установлены концевые детали, внутри кожуха расположены тепловыделяющие элементы и дистанционирующие решетки для их размещения, отличающаяся тем, что тепловыделяющий элемент выполнен в виде трубчатой оболочки, герметизированной по торцам заглушками, оболочка изготовлена из сплава алюминия и выполнена с четырьмя дистанционирующими винтовыми ребрами на 15 наружной поверхности, а внутри оболочки размещен топливный сердечник, толщина оболочки составляет 0,30-0,45 мм, диаметр описанной окружности поперечного сечения тепловыделяющего элемента составляет 4,0-8,0 мм, каждое винтовое ребро выступает над оболочкой на высоту 0,4-1,0 мм, расположено в плоскости поперечного сечения под углом 90° к соседнему ребру и закручено по спирали с шагом 100-400 мм, преимущественно, 300- 20 340 мм, внутри оболочки размещен топливный сердечник, изготовленный из дисперсионной композиции ураносодержащих частиц и сплава алюминия, в котором объемное содержание ураносодержащих частиц составляет до 45%, размер ураносодержащих частиц составляет 63-315 мкм, а оболочка и топливный сердечник имеют диффузионное сцепление между собой, причем тепловыделяющие элементы размещены 25 внутри кожуха в треугольной упаковке и их количество составляет 144-225 штук, а две противоположные стенки кожуха, которые обращены к смещенным рядам тепловыделяющих элементов, выполнены гофрированными для обеспечения их контакта с винтовыми ребрами периферийных тепловыделяющих элементов в каждом ряду.

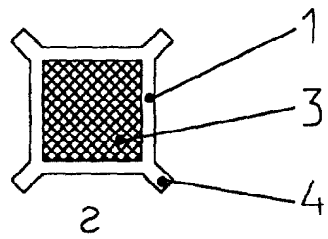
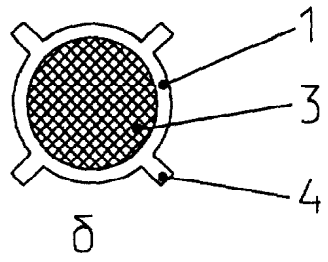
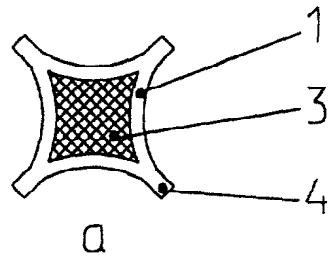
30 10. Тепловыделяющая сборка по п.9, отличающаяся тем, что внутри кожуха выполнена продольная полость без тепловыделяющих элементов, которая ограничена стенками внутреннего кожуха, а наружная поверхность стенок кожуха контактирует с винтовыми ребрами всех близлежащих тепловыделяющих элементов.

35

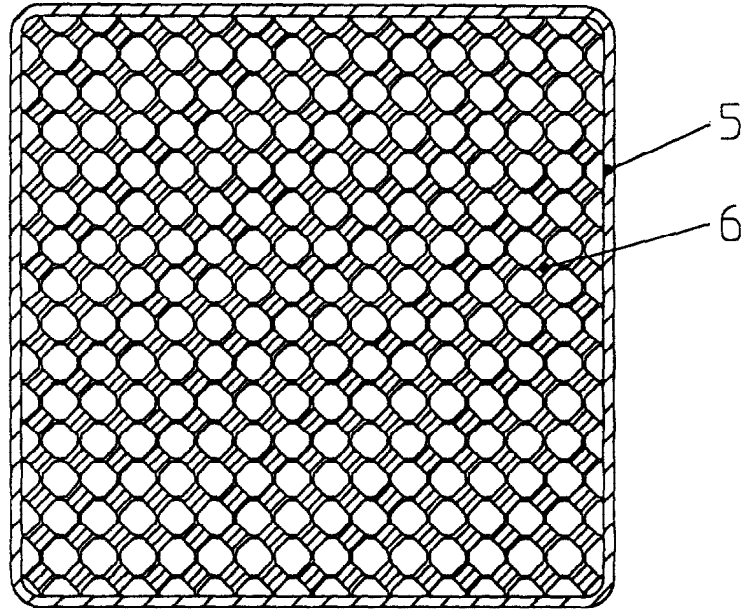
40

45

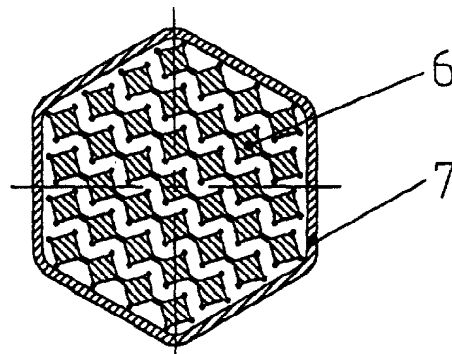
50



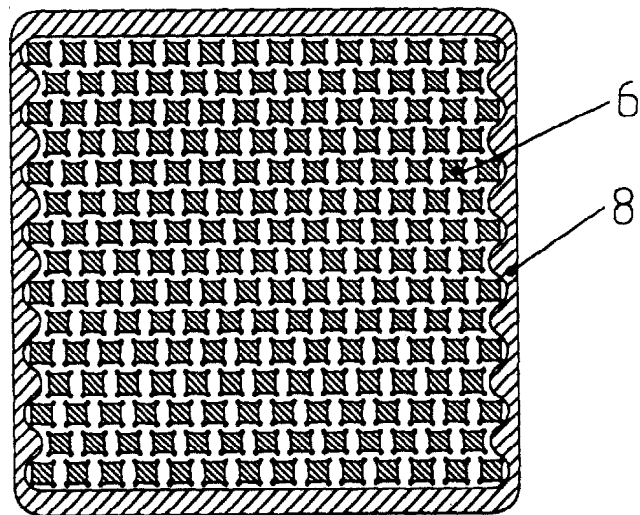
Фиг. 2



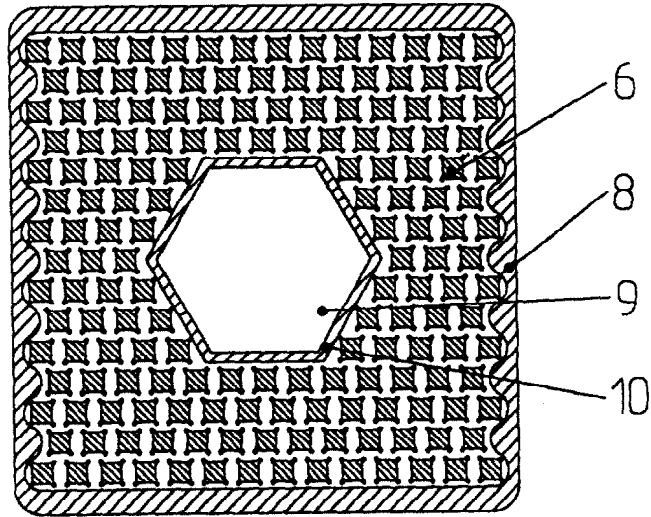
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6