

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202192667** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.10.03

(51) Int. Cl. *G21C 3/352* (2006.01)
G21C 3/322 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.10.28

**(54) ДИСТАНЦИОНИРУЮЩАЯ И ПЕРЕМЕШИВАЮЩАЯ РЕШЕТКА ТОПЛИВНОЙ
КАССЕТЫ ЯДЕРНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕАКТОРА**

(96) **2021000112 (RU) 2021.10.28**

(71) Заявитель:
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
"НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА" (НГТУ) (RU)**

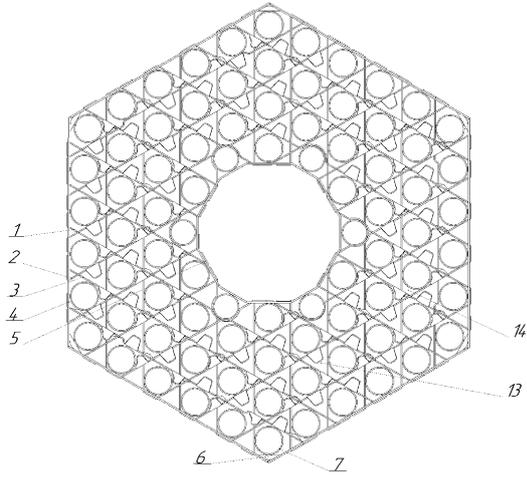
(72) Изобретатель:
**Дмитриев Сергей Михайлович,
Демкина Татьяна Дмитриевна,
Добров Александр Алексеевич,
Доронков Денис Владимирович,
Доронкова Дарья Сергеевна, Пронин
Алексей Николаевич, Рязанов Антон
Владимирович, Солнцев Дмитрий
Николаевич, Хробостов Александр
Евгеньевич, Легчанов Максим
Александрович (RU)**

(74) Представитель:
Куркин А.А. (RU)

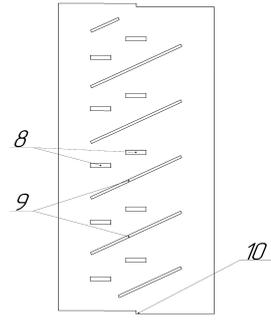
(57) Изобретение относится к области атомной промышленности, конкретно к конструкции дистанционирующих перемешивающих решеток для топливных кассет ядерных реакторов. Задачей заявляемого изобретения является создание более совершенной конструкции дистанционирующей перемешивающей решетки, которая будет гарантированно обеспечивать жесткую структуру геометрии пучка твэлов (7), а также будет нести дополнительную функцию перемешивания потока и тем самым обеспечивать интенсификацию теплообмена за счет применения специальных смесительных лопаток (19) и (20), прорезей (9) и отгибов (17). Технический результат - обеспечение геометрической стабильности пучка твэлов (7), гомогенизация температурного поля потока в поперечном сечении топливной кассеты, интенсификация теплообмена в пучке твэлов (7), исключение застойных зон течения теплоносителя в поперечном сечении кассеты и увеличение запаса до кризиса теплообмена, что в свою очередь повышает теплотехническую надежность топливной кассеты и активной зоны в целом. Технический результат достигается тем, что в дистанционирующей решетке с треугольной упаковкой тепловыделяющих элементов, взятой за прототип и состоящей из трех групп пересекающихся пластин, заключенных между двумя обечайками, была изменена форма внутренней обечайки на двенадцатигранник (фиг. 4), установлены дополнительные ребра жесткости (6) в углах внешней обечайки (4), конструкция пластин внешней обечайки (4) изменена, добавлением диагональных прорезей (9), на торцы двух групп пластин, расположенных между внутренней (5) и внешней (4) обечайками, установлены перемешивающие лопатки (19) и (20) двух видов формы профиля, а в одной из двух выделенных групп пластин (фиг. 2), которая обладает наибольшей шириной, дополнительно сделаны отгибы треугольной формы (17).

**202192667
A1**

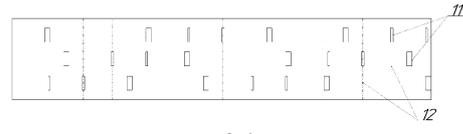
**202192667
A1**



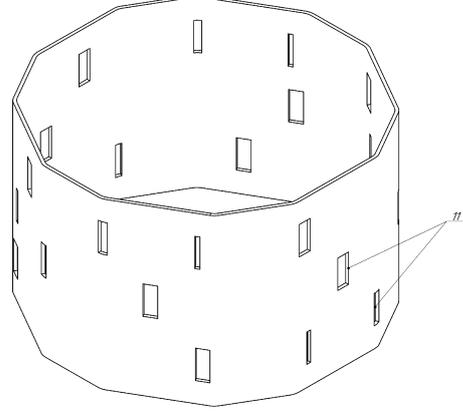
Фиг. 1



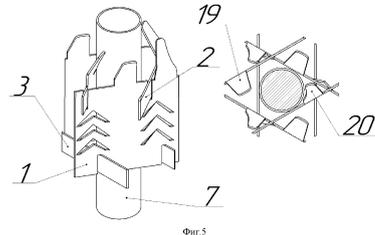
Фиг. 2



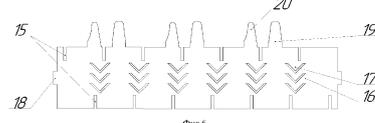
Фиг. 3



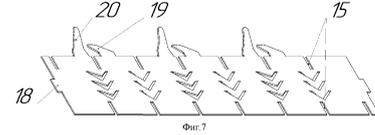
Фиг. 4



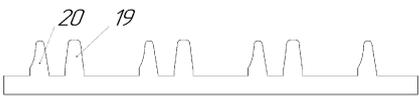
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

202192667

A1

A1

202192667

Дистанционирующая и перемешивающая решетка топливной кассеты ядерного энергетического реактора

Изобретение относится к области атомной промышленности, конкретно к конструкции дистанционирующих перемешивающих решеток для топливных кассет ядерных реакторов.

Известна дистанционирующая решетка (RU2127001, G21C3/34, 27.02.1999), имеющая шестигранный обод, в котором размещены соединенные с ободом и между собой ячейки четырехгранной, пятигранной и шестигранной формы, выполненные из циркониевой ленты, снабженной выступами и просечками. Соединение ячеек между собой осуществляется сварными точками по каждой грани.

Недостатком такой конструкции является вхождение тепловыделяющих элементов в ячейки дистанционирующей решетки с большим усилием. Из-за этого растет вероятность повреждения тепловыделяющих элементов, так как диаметр вписанной окружности между четырьмя точками, образованными выступами в решетке, несколько меньше, чем диаметр самого тепловыделяющего элемента. Наличие в решетке различных видов ячеек усложняет процесс изготовления решетки и ведет к удорожанию производства дистанционирующей решетки.

Известна конструкция перемешивающей решетки с расположением тепловыделяющих элементов согласно треугольной схемы (RU2389091, G21C3/344, 10.05.2010), состоящая из ячеек. Ячейки имеют форму трубок переменного сечения, при этом верхняя и нижняя части ячеек имеют форму многогранников, гранями которых они примыкают друг к другу.

Недостатком данной конструкции является недостаточная эксплуатационная надежность решетки и сложность технологии изготовления.

Наиболее близкой по технической сущности к предлагаемой структуре решетки является шестигранная дистанционирующая решетка с треугольной паковкой тепловыделяющих элементов (RU2399968, G21C3/32, 27.04.2010). Решетка имеет три группы пластин, параллельных друг другу в пределах группы. При этом пластины разных групп пересекаются между собой, смещение между пластинами, относящимися к двум любым группам, составляет 60 градусов. Пластины закреплены в решетке между внутренней и внешней обечайками, имеющие соответствующие отверстия под пластины.

Одна группа пластин снабжена прорезями с обеих сторон для фиксации трех групп пластин между собой и придания жёсткости всей конструкции.

Недостатком данной конструкции является выбор неоптимальной формы внутренней обечайки в виде шестигранника, что усложняет установку центрального вытеснителя внутри него, а также стороны внутренней обечайки касаются ряда тепловыделяющих элементов, находящегося около вытеснителя, что может привести к снижению эффективности теплоотвода от тепловыделяющих элементов.

Задачей заявляемого изобретения является создание более совершенной конструкции дистанционирующей перемешивающей решетки, которая будет гарантированно обеспечивать жесткую структуру геометрии пучка твэлов, а также будет нести дополнительную функцию перемешивания потока и тем самым обеспечивать интенсификацию теплообмена за счет применения специальных смесительных лопаток, прорезей и отгибов.

Технический результат – обеспечение геометрической стабильности пучка твэлов, гомогенизация температурного поля потока в поперечном сечении топливной кассеты, интенсификация теплообмена в пучке твэлов, исключение застойных зон течения теплоносителя в поперечном сечении кассеты и увеличение запаса до кризиса теплообмена, что в свою очередь повышает теплотехническую надежность топливной кассеты и активной зоны в целом.

Технический результат достигается тем, что в дистанционирующей решетке с треугольной упаковкой тепловыделяющих элементов, взятой за прототип, и состоящей из трех групп пересекающихся пластин, заключенных между двумя обечайками, была изменена форма внутренней обечайки на двенадцатигранник, установлены дополнительные ребра жесткости в углах внешней обечайки, конструкция пластин внешней обечайки изменена, добавлением диагональных прорезей, на торцы двух групп пластин, расположенных между внутренней и внешней обечайками, установлены перемешивающие лопатки двух видов формы профиля, а в одной из двух выделенных групп пластин, которая обладает наибольшей шириной, дополнительно сделаны отгибы треугольной формы.

Сущность технического решения поясняется чертежами, где
на фиг. 1 Поперечное сечение дистанционирующей перемешивающей решетки
на фиг. 2 Пластина внешнего обода дистанционирующей перемешивающей решетки
на фиг. 3 Развертка внутренней обечайки дистанционирующей перемешивающей решетки

на фиг. 4 Общий вид внутренней обечайки

на фиг. 5 Ориентация пластин дистанционирующей перемешивающей решетки относительно тепловыделяющего элемента

на фиг. 6 Широкая пластина с перфорацией и смесительными лопатками

на фиг. 7 Схема отгиба смесительных лопаток и треугольных отгибов на широкой пластине

на фиг. 8 Узкая пластина со смесительными лопатками

на фиг. 9 Схема отгиба смесительных лопаток на узкой пластине

Дистанционирующая перемешивающая решетка, поперечное сечение которой представлено на (фиг. 1) представляет собой набор пластин трех типов 1, 2, 3, параллельных друг другу в пределах одного типа, расположенных в межтвэльном пространстве и заключенных между внешней 4 и внутренней 5 обечайками.

В углы правильного шестиугольника, образованного внешней обечайкой, установлены ребра жесткости 6, выполненные в виде прямоугольных пластин, имеющих длину равную длине обода внешней обечайки. Благодаря ребрам жесткости осуществляется позиционирование угловых тепловыделяющих элементов 7, их жесткая фиксация внутри решетки и повышается прочность конструкции самой решетки.

Внешняя обечайка 4 состоит из пластин, размещенных в виде правильного шестиугольника. Каждая пластина, представленная на (фиг. 2), снабжена пазами прямоугольной формы 8 для крепления пластин 1, 2, 3, а также перфорацией 9, выполненной в виде прямоугольных прорезей, повернутых на угол 25 градусов и шириной меньшей чем прорези 8 и предназначенных для дополнительной турбулизации потока в периферийной области топливной кассеты. Торцевые части пластин (фиг. 2) внешней обечайки снабжены выступами 10 так, что пластины совмещались с отсутствием поперечного смещения.

Внутренняя обечайка 5 (фиг. 3, фиг. 4) представляет собой пластину, согнутую в двенадцати угольник, для облегчения установки центрального вытеснителя, а также для уменьшения затеснения поперечного сечения. Внутренняя обечайка снабжена пазами прямоугольной формы 11 для фиксации пластин 1, 2, 3, обеспечивающих дистанционирование тепловыделяющих элементов. На (фиг. 3) представлены в виде пунктирных линий места изгиба 12 пластины внутренней обечайки 5.

Пластины 1, 2, 3 (фиг. 1), расположенные между внешней и внутренней обечайками 4, 5, пересекаясь, образуют ячейки двух видов: свободные ячейки 13, выполненные в виде треугольников и не занятые тепловыделяющими элементами 7, и регулярные ячейки 14, выполненные в виде неправильных шестиугольников, в которые устанавливаются тепловыделяющие элементы 7 и надежно позиционируются на все время эксплуатации

топливной кассеты. Причем пластины 1, 2, 3 расположены на трех уровнях, таким образом, чтобы касание тепловыделяющего элемента 7 происходило только с пластиной одного из уровней (фиг.5).

Пластины 1, 2, 3, расположенные между внешней и внутренней обечайками 4, 5 разделены на три группы.

Первая группа – широкие пластины 1 (фиг.6, фиг.7). На пластинах 1, отнесенных к первой группе, выполнены пазы 15 для фиксации, наклонно расположенных пластин 2, 3 и образования свободных и регулярных ячеек 13, 14 (фиг. 1). В пластинах первой группы имеется перфорация 16, а уголки 17, образованные перфорацией, отогнуты на угол в 20 градусов. Схема расположения прорезей представлена на (фиг.6), а направления отгиба уголков представлены на (фиг.7). Отогнутые уголки 17, находящиеся на широкой пластине 1 на одной линии, проходящей параллельно тепловыделяющим элементам 7, направлены в одну сторону. Отогнутые уголки 17 несут функцию дополнительной турбулизации теплоносителя внутри решетки. На боковых торцах пластин сделаны выступы 18 (фиг.6, фиг.7) для крепления пластин между внешней и внутренней обечайками 4, 5.

На торце широкой пластины 1 (фиг.6, фиг.7), расположенном со стороны выхода из решетки установлены смесительные лопатки 19, 20, двух видов, представленные на (фиг. 6, фиг. 7). Первый вид лопатки 19 – имеет трапециевидную форму профиля с отгибом внутрь свободной ячейки 13 на угол в 30 градусов. Форма отгиба смесительной лопатки 19 представлена на (фиг. 7). Второй вид лопатки 20 – ассиметричен, с одной стороны имеется вырез, выполненный для соблюдения зазора до соприкосновения с тепловыделяющим элементом 7. Смесительная лопатка 20 находится в ячейках, в которых располагаются тепловыделяющие элементы 7. Лопатка 20 отгибается на угол в 30 градусов в сторону тепловыделяющего элемента 7. Форма отгиба смесительной лопатки 20 представлена на (фиг. 7). Смесительные лопатки 19, 20 и пластины, на которых они расположены представляют собой единое тело.

Вторая группа пластин – узкие пластины 2 (фиг.8, фиг.9), повернутые относительно широких пластин 1 на угол в 60 градусов. Они вставляются в пазы 15 широких пластин 1, находящихся со стороны выхода из решетки. Форма узких пластин 2 представлена на (фиг. 8, фиг. 9). На узких пластинах 2 располагаются перемешивающие лопатки, имеющие форму, углы отгиба и схему расположения аналогичные лопаткам 19, 20, расположенным на широкой пластине 1.

Третья группа пластин – узкие пластины 3, расположенные на входе в решетку, имеют форму аналогичную форме второй группы пластин (узкие пластины 2), но с отсутствием смесительных лопаток. Узкие пластины 3 вставляются в широкие пластины 1

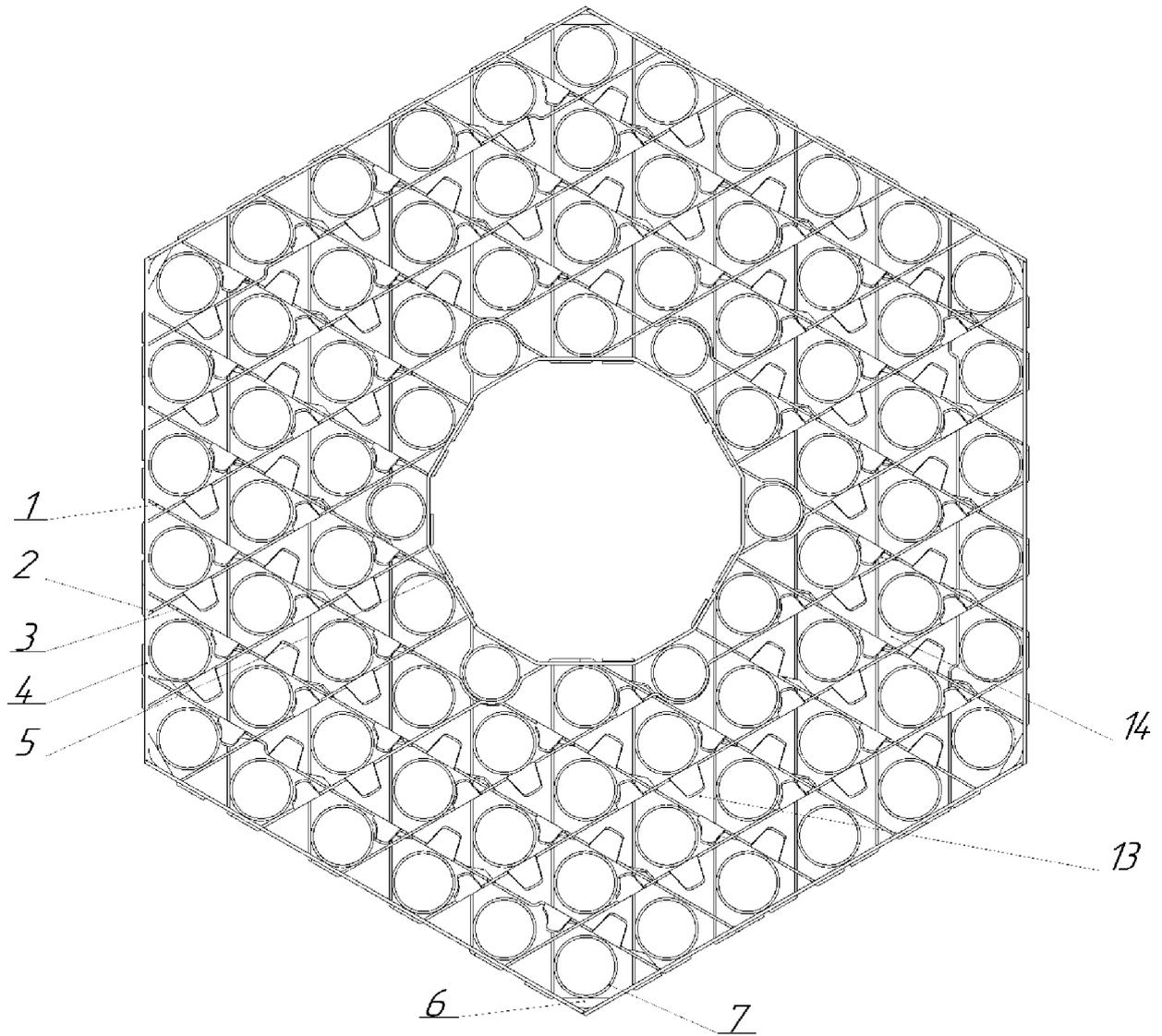
в соответствующие пазы 15. Относительно широких пластин 1 эта группа пластин также повернута на 60 градусов, но в другую сторону.

Фиксация широких пластин 1 между внешней и внутренней обечайками 4, 5 производится за счет выступов 18 в торцах пластин (фиг. 6, фиг. 7) и прорезей прямоугольной формы 8 во внешней обечайке и прорезей прямоугольной формы 11 во внутренней обечайке. Фиксация узких пластин 2, 3 производится за счет их крепления в пазах 15 (фиг. 6, фиг. 7), расположенных на широких пластинах 1 и в прорезях прямоугольной формы 8 во внешней обечайке и в прорезях прямоугольной формы 11 во внутренней обечайке.

Формула изобретения

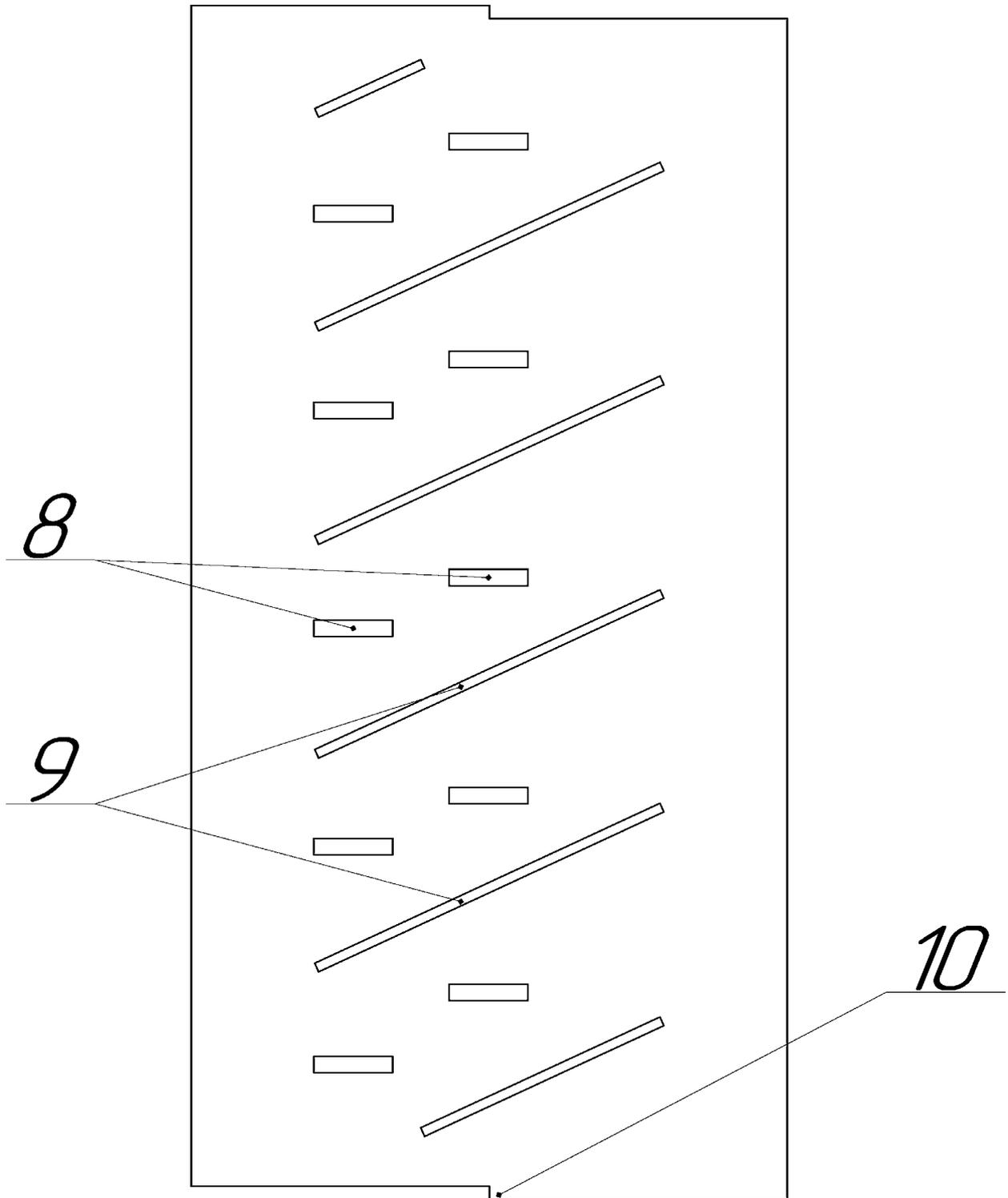
1. Дистанционирующая перемешивающая решетка, состоящая из трех рядов пластин, заключенных между внешней и внутренней обечайками, отличающаяся тем, что внешняя обечайка и один из рядов пластин снабжены перфорацией разной формы для дополнительной турбулизации потока, при чем в пластинах происходит отгиб уголков, образованных перфорацией, что способствует дополнительной интенсификации перемешивания теплоносителя; на торцах широких и узких пластин, расположенных со стороны выхода из решетки размещены смесительные лопатки, создающие продолжительные по длине твэльного пучка направленные конвективные течения теплоносителя; была изменена форма внутренней обечайки на более совершенную, облегчающую установку центрального вытеснителя; в углах шестиугольника, образованного внешней обечайкой установлены дополнительные ребра прямоугольной формы, обеспечивающие дополнительную жесткость конструкции и стабильность пучка тепловыделяющих элементов.

Дистанционирующая и перемешивающая решетка топливной кассеты ядерного энергетического реактора



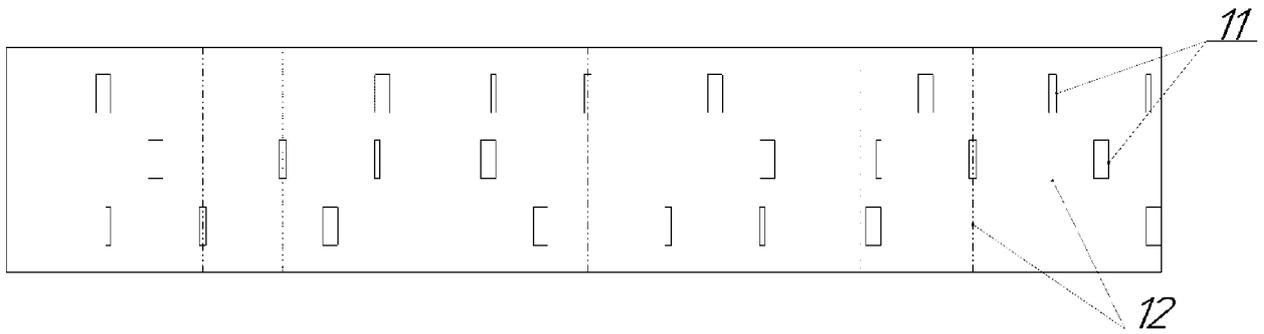
Фиг. 1

Дистанционирующая и перемешивающая решетка топливной кассеты ядерного энергетического реактора

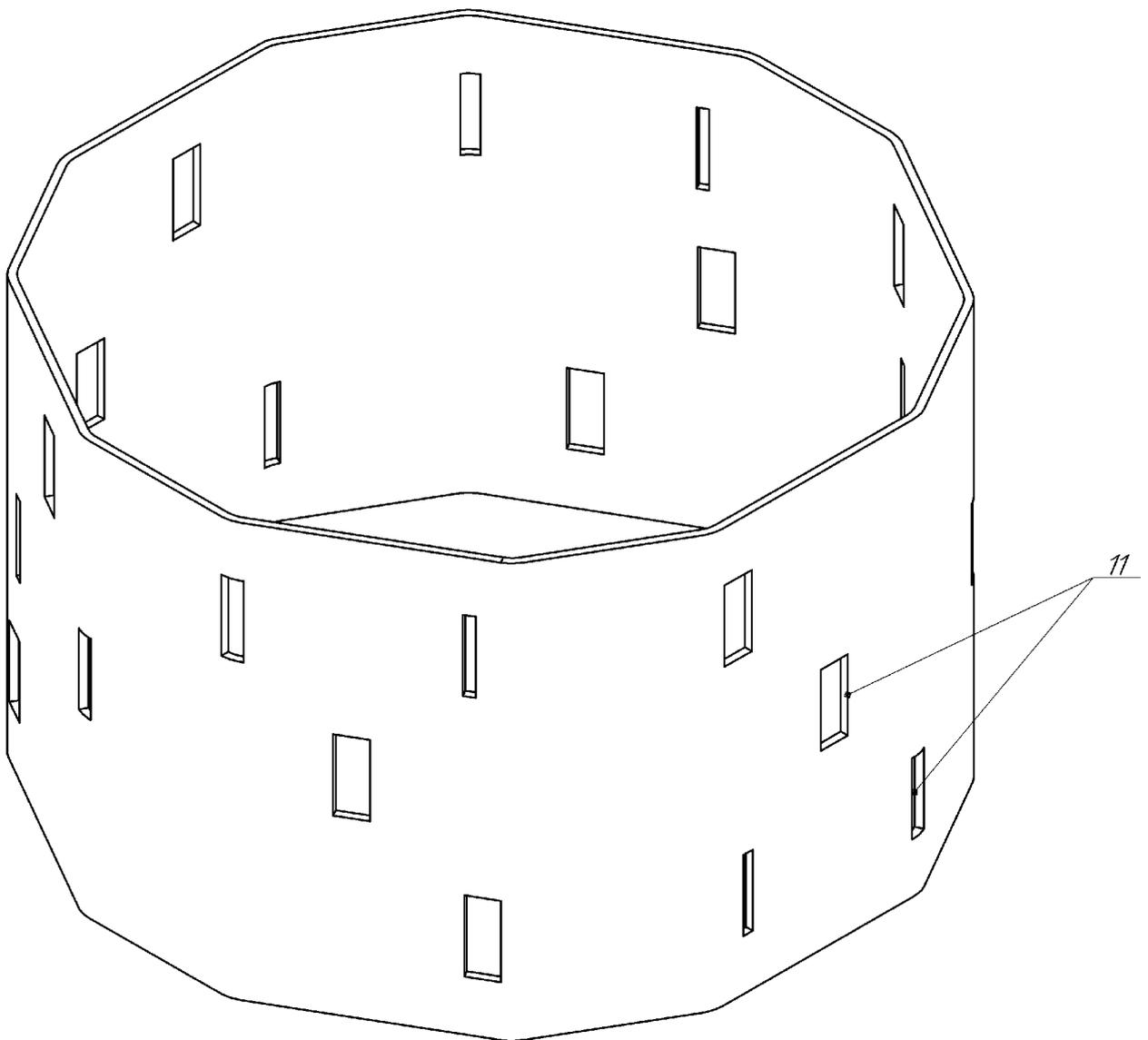


Фиг.2

Дистанционирующая и перемешивающая решетка топливной кассеты ядерного энергетического реактора

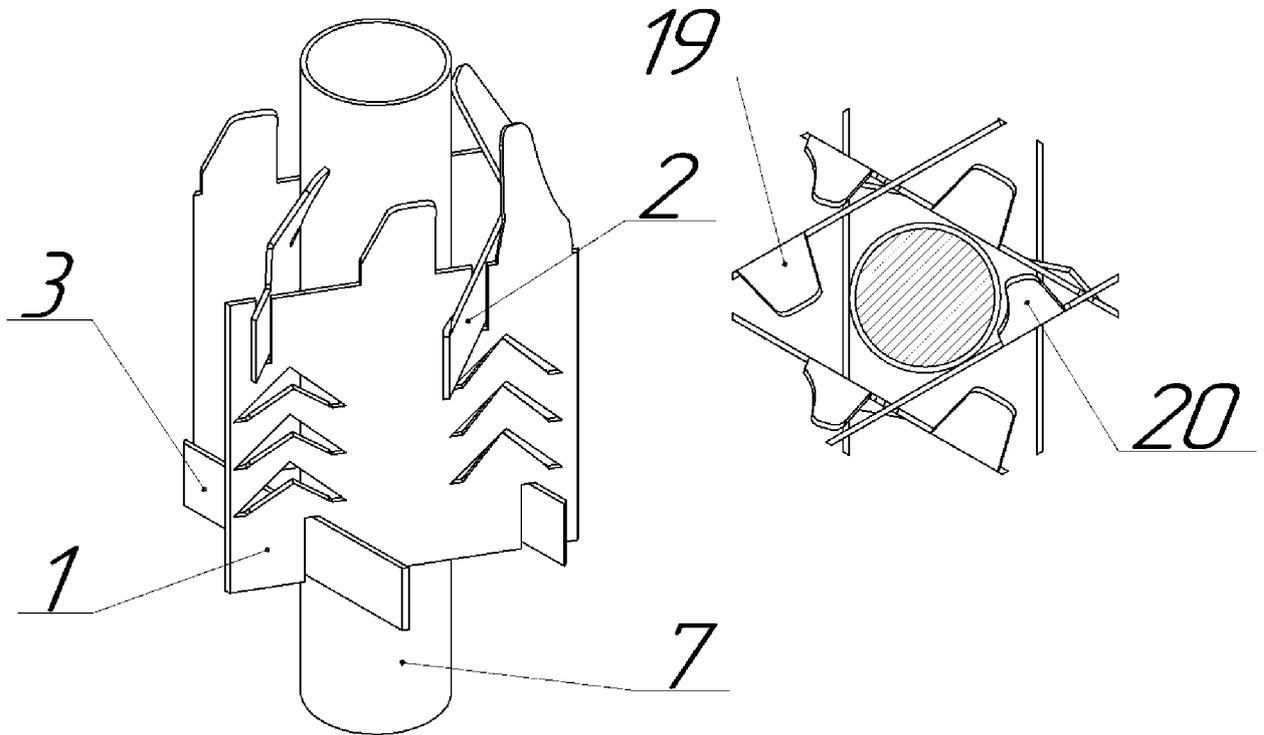


Фиг.3

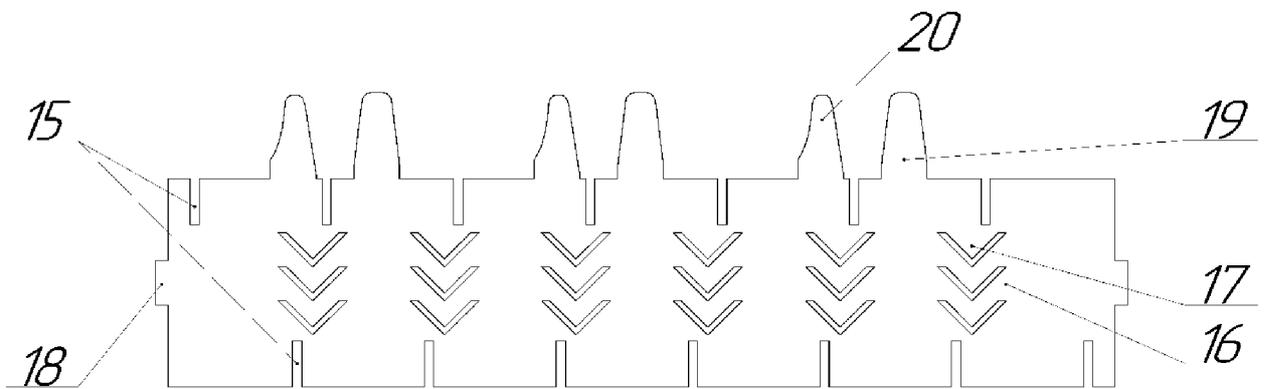


Фиг.4

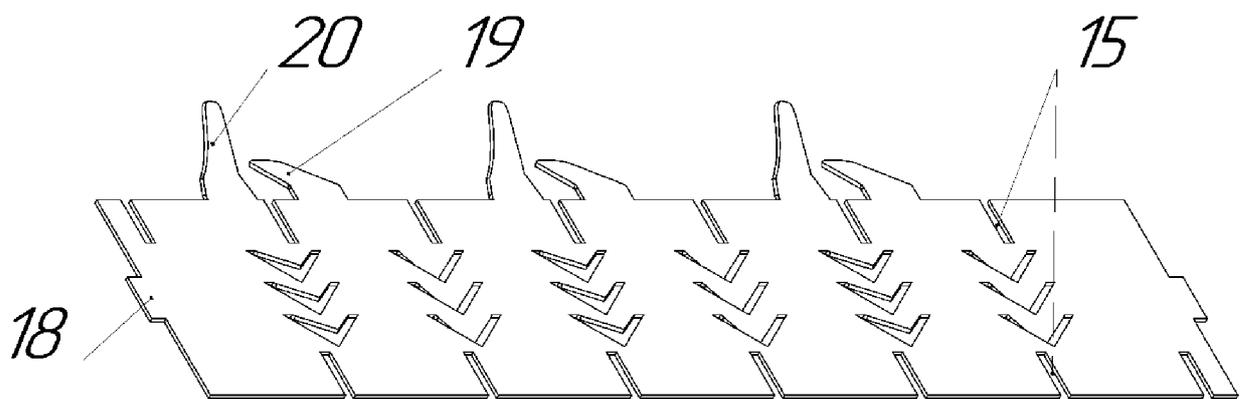
Дистанционирующая и перемешивающая решетка топливной кассеты ядерного энергетического реактора



Фиг. 5

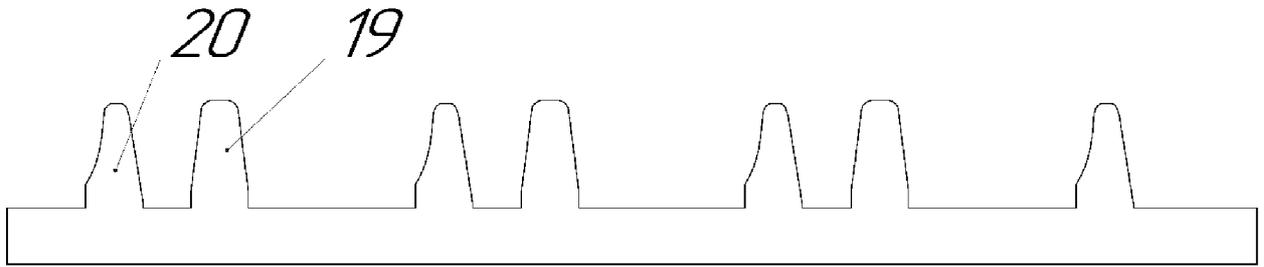


Фиг. 6

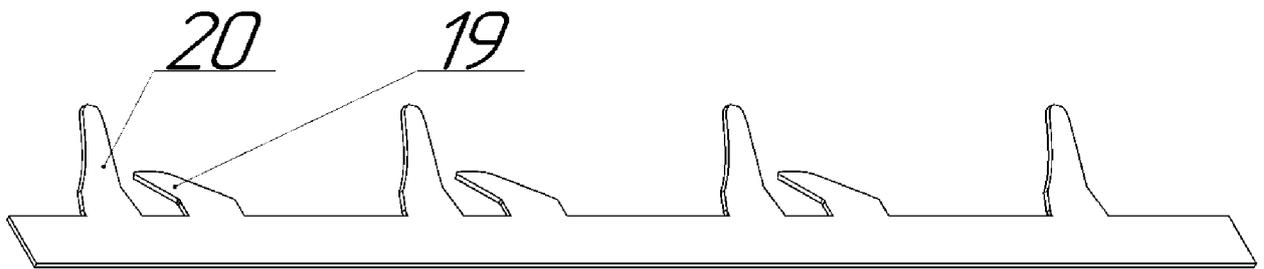


Фиг. 7

Дистанционирующая и перемешивающая решетка топливной кассеты ядерного энергетического реактора



Фиг.8



9

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202192667

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

G21C 3/352 (2006.01)

G21C 3/322 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

G21C 3/34, G21C 3/32

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
Espacenet, ЕАПАТИС, Google Patents

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
Y	GB 2277191 A (BRITISH NUCLEAR FUELS PLC) 19 октября 1994, реферат, фиг.1, 2, 5	1
D, Y	RU 2399968 C2 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО МАШИНОСТРОЕНИЯ ИМЕНИ И.И. АФРИКАНТОВА" и др.) 20 сентября 2010, реферат, фиг.1, пункт 5 формулы	1
Y	US 4021300 A (THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE UNITED STATES ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT ADMINISTRATION) 3 мая 1977, фиг.4, поз.26, столбец 5 описания	1
A	DE 19915444 A1 (SIEMENS AG) 19 октября 2000, весь документ	1

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **19/05/2022**

Уполномоченное лицо:

Заместитель начальника отдела механики,
физики и электротехники


М.Н. Юсупов