

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046840**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.04.26

(51) Int. Cl. **G21C 19/30** (2006.01)

(21) Номер заявки
202393186

(22) Дата подачи заявки
2022.01.10

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ТЕПЛОЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКЕ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА**

(31) **2021118331**

Мстислав Александрович, Муравьев

(32) **2021.06.21**

Андрей Владимирович, Мяков

(33) **RU**

Сергей Александрович, Симановская

(43) **2024.02.29**

Ирина Евгеньевна, Шолин Евгений

(86) **PCT/RU2022/000003**

Васильевич, Угрюмов Александр

(87) **WO 2022/271049 2022.12.29**

Валерьевич (RU)

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ТВЭЛ"; ПУБЛИЧНОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"НОВОСИБИРСКИЙ ЗАВОД
ХИМКОНЦЕНТРАТОВ" (ПАО
"НЗХК") (RU)**

(74) Представитель:
**Микуцкая Т.Ю., Рогова Е.В.,
Файбисович А.С. (RU)**

(72) Изобретатель:
**Иванов Роман Сергеевич, Енин
Анатолий Алексеевич, Шустов**

(56) **RU-C1-2610913
RU-C2-2264666
RU-C1-2106027
WO-A1-2002075746
WO-A1-2002058075
US-A-5867551
US-A1-20130248434**

(57) Изобретение относится к устройству для улавливания твердых частиц в тепловыделяющей сборке (ТВС) ядерного реактора, установленному в хвостовике ТВС. Устройство состоит из двух скрепленных между собой фильтрующих элементов пластинчатого типа, расположенных друг над другом и имеющих каналы для прохода теплоносителя. В нижнем фильтрующем элементе каналы расположены под наклоном к оси ТВС, а в верхнем фильтрующем элементе - параллельно оси ТВС. Каналы могут быть выполнены, в частности, методом гидроабразивной резки в виде прорезей в поле пластины фильтрующего элемента, разделенных по длине вертикальными ребрами, а по ширине - перемычками. На вертикальных ребрах и перемычках между каналами каждого фильтрующего элемента выполнены скругления, а между вертикальными ребрами и перемычками каналов, выполненными в пластинах разных фильтрующих элементов, имеется зазор. Техническим результатом является возможность задерживать и улавливать твердые частицы любого размера, находящиеся в контуре теплоносителя, без уменьшения проходного сечения для теплоносителя.

B1

046840

046840

B1

Область техники

Изобретение относится к атомной энергетике и может быть использовано в тепловыделяющих сборках (ТВС) ядерных реакторов ВВЭР и PWR.

Предшествующий уровень техники

Известен антидебрисный фильтр тепловыделяющей сборки ядерного реактора (см. патент RU № 2264666, опубл. 20.11.2005), представляющий собой густо перфорированную плоскую пластину с отверстиями формы "шеvron" шириной 2 мм. Недостатком данного технического решения является малая толщина перемычек между отверстиями (0,3-0,6 мм) при толщине пластины 6-8 мм, что ведет к увеличению трудозатрат при изготовлении, а также существенное гидравлическое сопротивление.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому устройству является фильтр для задержания посторонних предметов в тепловыделяющей сборке ядерного реактора (см. патент RU № 2610913, опубл. 17.02.2017) - прототип, который установлен в хвостовике ТВС и состоит из двух фильтрующих элементов пластинчатого типа, расположенных в хвостовике друг над другом, содержащих две группы пересекающихся прямолинейных пластин, образующих вдоль оси ТВС ряд криволинейных каналов прямоугольного поперечного сечения для прохода теплоносителя, при этом каналы нижнего фильтрующего элемента расположены под углом к продольной оси ТВС, а каналы верхнего фильтрующего элемента, расположенного между нижним фильтрующим элементом и несущей решеткой, параллельны оси ТВС.

Недостатком данной конструкции является ее высокая трудоемкость изготовления, так как она состоит из отдельных пластин, и высокий коэффициент гидравлического сопротивления.

Раскрытие изобретения

Технической задачей, на решение которой направлено изобретение, является повышение надежности тепловыделяющих сборок при их длительной эксплуатации в ядерном реакторе, уменьшение коэффициента гидравлического сопротивления с одновременным снижением трудоемкости изготовления.

Техническим результатом изобретения является создание устройства, способного задерживать и улавливать твердые частицы любого размера, находящиеся в контуре теплоносителя, без уменьшения проходного сечения для теплоносителя.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве для улавливания твердых частиц в ТВС ядерного реактора, установленном в хвостовике ТВС и состоящем из двух скрепленных между собой фильтрующих элементов пластинчатого типа, расположенных друг над другом и имеющих каналы для прохода теплоносителя определенной длины и ширины, при этом в нижнем фильтрующем элементе расположенные под наклоном к оси ТВС, а в верхнем фильтрующем элементе расположенные параллельно оси ТВС, согласно изобретению, каналы для прохода теплоносителя выполнены, например, методом гидроабразивной резки, в виде прорезей в поле пластины фильтрующего элемента, разделенных по длине вертикальными ребрами, а по ширине - перемычками, при этом на вертикальных ребрах и перемычках между каналами каждого фильтрующего элемента выполнены скругления, а между вертикальными ребрами и перемычками каналов, выполненными в пластинах разных фильтрующих элементов, имеется зазор.

Поставленная задача решается также тем, что скругления вертикальных ребер и перемычек выполнены со стороны зазора между ними.

Поставленная задача решается также тем, что перемычки верхнего и нижнего фильтрующих элементов смещены друг относительно друга.

Поставленная задача решается также тем, что перемычки верхнего фильтрующего элемента расположены под углом к оси тепловыделяющей сборки в сторону, противоположную наклону каналов нижнего фильтрующего элемента.

Предложенная конструкция устройства для улавливания позволяет решить поставленную задачу. При эксплуатации ТВС в ядерном реакторе поток теплоносителя, в среде которого находятся твердые частицы, поступает на вход ТВС. Известно, что частицы, способные вызвать фреттинг-износ оболочек тепловыделяющих элементов, в основном, представляют собой фрагменты проволоки различных размеров. При движении в потоке теплоносителя данные частицы располагаются длинной стороной по линиям тока, то есть, по линиям меньшего сопротивления. Таким образом, частицы двигаются своей длинной осью параллельно оси ТВС. При взаимодействии с фильтрующим элементом, имеющим наклонные каналы, частицы ориентируются параллельно этим каналам и попадают в зазор между перемычками каналов пластин разных фильтрующих элементов, застревая в них. Наличие скруглений на вертикальных ребрах и перемычках между каналами уменьшает образование вихрей после перемычек, что способствует снижению коэффициента гидравлического сопротивления.

Так как основная масса вихрей образуется в зазоре между пластинами, выполнение скруглений вертикальных ребер и перемычек только со стороны зазора между ними позволяет уменьшить коэффициент гидравлического сопротивления фильтрующего элемента по сравнению с прототипом.

Выполнение каналов для прохода теплоносителя в виде прорезей, например, методом гидроабразивной резки, в пластине фильтрующего элемента позволяет упростить изготовление устройства для улавливания твердых частиц, тем самым снизить трудозатраты и повысить производительность труда.

Смещение перемычек верхнего и нижнего фильтрующих элементов друг относительно друга по-

звоняет улавливать более мелкие частицы в теплоносителе.

Расположение перемычек верхнего фильтрующего элемента под углом к оси тепловыделяющей сборки в сторону, противоположную наклону каналов нижнего фильтрующего элемента, позволяет улучшить фильтрующую способность устройства.

Изготовление каналов из цельной пластины позволит повысить надежность фильтрующих элементов и ТВС в целом.

Краткое описание чертежей

Сущность изобретения поясняется чертежами.

На фиг. 1 представлена тепловыделяющая сборка ядерного реактора с устройством для улавливания твердых частиц, общий вид:

- а) ТВС ВВЭР;
- б) ТВС PWR.

На фиг. 2 представлено устройство для улавливания твердых частиц в тепловыделяющей сборке, сектор.

На фиг. 3 представлено устройство для улавливания твердых частиц в тепловыделяющей сборке, фрагмент:

- а) - со скруглением на вертикальных ребрах и перемычках между каналами;
- б) - со смещением перемычек верхнего и нижнего фильтрующих элементов;
- в) - с расположением перемычек верхнего фильтрующего элемента с наклоном к оси тепловыделяющей сборки.

Устройство для улавливания твердых частиц 1 тепловыделяющей сборки ядерного реактора (ТВС) 2 закреплено в хвостовике 3 и представляет собой два скрепленных между собой фильтрующих элемента пластинчатого типа - пластина 4, в которой выполнены каналы 5, параллельные оси ТВС, и пластина 6 с каналами 7, выполненными с наклоном к оси ТВС. По длине пластин 4, 6 каналы разделены вертикальными ребрами 8, по ширине - перемычками 9. Длина каналов 5, 7 определяется шагом вертикальных ребер 8, а ширина каналов 5, 7 - шагом и положением перемычек 9. На вертикальных ребрах 8 и перемычках 9 выполнены скругления 10. Перемычки 9 верхнего фильтрующего элемента 4 могут быть выполнены с наклоном к оси ТВС в сторону, противоположную наклону каналов 7 пластины 6.

Лучший вариант осуществления изобретения

Устройство для улавливания твердых частиц в тепловыделяющей сборке ядерного реактора работает следующим образом.

Устройство 1 изготовлено из двух скрепленных между собою пластин 4, 6, расположенных друг над другом, в которых, например, методом гидроабразивной резки выполнены прорезы - каналы 5, 7, разделенные по длине пластины вертикальными ребрами 8, а по ширине пластины - перемычками 9. Каналы 5 верхней пластины 4 параллельны оси ТВС 2, каналы 7 нижней пластины 6 наклонны по отношению к оси ТВС 2. На вертикальных ребрах 8 каналов и перемычках 9 могут быть выполнены скругления 10. Между вертикальными ребрами 8 и перемычками 9 разных пластин имеется зазор (на фигуре не показан). Изготовленное таким образом устройство располагается в хвостовике ТВС. При эксплуатации тепловыделяющей сборки в ядерном реакторе поток теплоносителя, в среде которого находятся твердые частицы, поступает на вход ТВС. Частицы, способные вызвать фреттинг-износ оболочек тепловыделяющих элементов, представляют собой, в основном, фрагменты проволоки различных размеров. При движении в потоке теплоносителя данные частицы располагаются длинной стороной по линиям тока, то есть, по линиям меньшего сопротивления. Таким образом, частицы двигаются своей длинной осью параллельно оси ТВС. При взаимодействии с наклонными каналами частицы ориентируются параллельно каналам и попадают в зазор между ребрами 8 и перемычками 9 разных пластин 4, 6 устройства для улавливания. Наличие скруглений 10 на ребрах 8 и перемычках 9 уменьшает образование вихрей после перемычек, что способствует снижению коэффициента гидравлического сопротивления. Выполнение фильтрующих элементов из целых пластин дополнительно повышает надежность как устройства, так и ТВС в целом. Выполнение перемычек 9 верхнего фильтрующего элемента 4 с наклоном к оси ТВС улучшает фильтрующую способность, позволяя фильтру улавливать посторонние частицы с меньшими линейными размерами.

По окончании работы тепловыделяющая сборка 2 выгружается из реактора, удержанные устройством 1 для улавливания твердые частицы выгружаются вместе с ней.

Промышленная применимость

Таким образом, устройство для улавливания твердых частиц в тепловыделяющей сборке ядерного реактора позволяет повысить надежность тепловыделяющих сборок при их длительной эксплуатации в ядерном реакторе, уменьшить коэффициент гидравлического сопротивления, снизить трудоемкость изготовления.

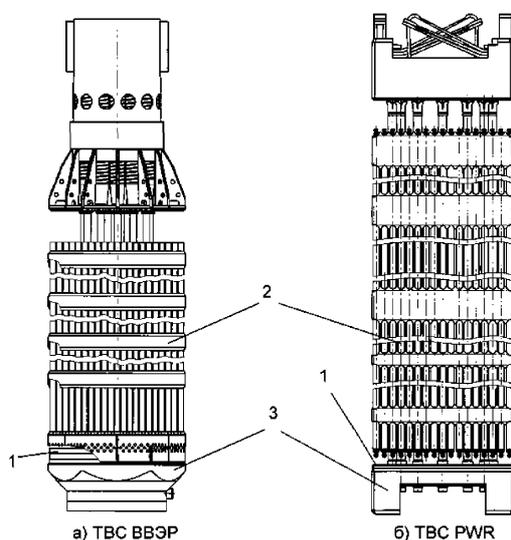
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для улавливания твердых частиц в тепловыделяющей сборке ядерного реактора, установленное в хвостовике тепловыделяющей сборки и состоящее из двух скрепленных между собой фильтрующих элементов пластинчатого типа, расположенных друг над другом и имеющих каналы для прохода теплоносителя определенной длины и ширины, в нижнем фильтрующем элементе расположенные под наклоном к оси ТВС, а в верхнем фильтрующем элементе расположенные параллельно оси ТВС, отличающееся тем, что каналы для прохода теплоносителя выполнены в виде прорезей в поле пластины фильтрующего элемента, разделенных по длине вертикальными ребрами, а по ширине - перемычками, при этом на вертикальных ребрах и перемычках между каналами каждого фильтрующего элемента выполнены скругления, а между вертикальными ребрами и перемычками каналов, выполненными в пластинах разных фильтрующих элементов, имеется зазор.

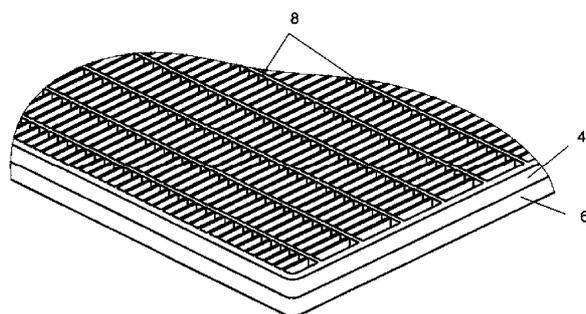
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что скругления вертикальных ребер и перемычек выполнены со стороны зазора между ними.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что перемычки верхнего и нижнего фильтрующих элементов смещены относительно друг друга.

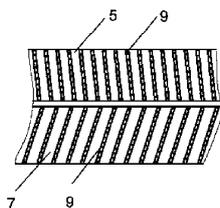
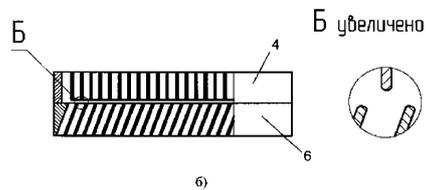
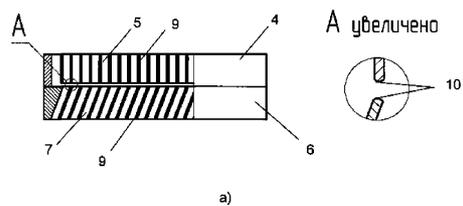
4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что перемычки верхнего фильтрующего элемента расположены под углом к оси тепловыделяющей сборки в сторону, противоположную наклону каналов нижнего фильтрующего элемента.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

