

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 042963

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.04.10

(51) Int. Cl. G21C 3/32 (2006.01)

(21) Номер заявки
202092533

(22) Дата подачи заявки
2019.10.15

(54) ХВОСТОВИК ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

(43) 2022.07.04

(56) RU-C2-2325714

(86) PCT/RU2019/000735

RU-U1-52512

(87) WO 2021/075992 2021.04.22

RU-C1-2410771

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ТВЭЛ" (RU)

RU-C1-2312413

WO-A1-1992010839

(72) Изобретатель:
Иванов Роман Сергеевич, Шустов
Мстислав Александрович, Енин
Анатолий Алексеевич, Поляков
Дмитрий Леонидович, Юрий Петр
Михайлович (RU)

(74) Представитель:
Снегов К.Г. (RU)

(57) В изобретении хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора содержит соосно соединенные между собой опорный элемент, диффузор, шестигранную раму с ребрами переменной высоты, закрепленными в несмежные углы шестигранной рамы со смещением от плоскости симметрии углов таким образом, что торец одного ребра сопряжен с боковой поверхностью другого ребра. Профиль ребер выполнен с уступом на боковой поверхности ребер и утонением верхнего торца ребер, уступ служит для установки обода антидебрисного фильтра, а утонение - для упора в опорную решетку пучка тепловыделяющих элементов. Утонение ребер может быть выполнено в виде зубьев с плоскими вершинами. Техническим результатом является повышение надежности хвостовика и тепловыделяющей сборки в целом за счет снижения гидравлического сопротивления хвостовика и вибронагружения твэлов.

B1

042963

042963

B1

Область техники

Изобретение относится к атомной технике, а именно к тепловыделяющим сборкам ядерных энергетических реакторов с водой под давлением.

Предшествующий уровень техники

Для повышения надежности тепловыделяющей сборки и её защиты в процессе эксплуатации от повреждений дебрис-частицами в хвостовик тепловыделяющей сборки устанавливают антидебрисный фильтр, располагая его между ребрами хвостовика в наибольшее проходное сечение хвостовика с целью уменьшения гидравлического сопротивления. Как правило, современные антидебрисные фильтры состоят из фильтрующего элемента и обода, с помощью которого фильтр соединяется с хвостовиком.

Известен хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора 25 (патент РФ № 2079170, опубл. 10.05.1997 г.), снабженный ребрами, прилегающими своими торцами к нижней плоскости нижней опорной решетки между рядами отверстий для тепловыделяющих элементов (ТВЭЛОВ), недостатком которого является частичное перекрытие отверстий для прохода теплоносителя сквозь нижнюю опорную решетку, а также отсутствие возможности выравнивания поля скоростей потока теплоносителя по сечению в хвостовике.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому техническому решению является хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора (патент РФ № 2325714, опубл. 10.12.2007 г.), содержащий соединенные между собой соосно цоколь, опорный элемент, диффузор, шестигранную раму с закрепленными на упомянутой раме ребрами звездообразной формы для установки опорной решетки пучка ТВЭЛОВ тепловыделяющей сборки.

Недостатком данного хвостовика тепловыделяющей сборки является уменьшение его проходного сечения при установке антидебрисных фильтров, наличие в месте соединения ребер затененного участка для протока теплоносителя, возникновение турбулентности потока теплоносителя в месте соединения ребра хвостовика с ободом антидебрисного фильтра и, как следствие, повышение коэффициента гидравлического сопротивления, приводящего к повышенному вибронагружению ТВЭЛОВ.

Предлагаемая конструкция хвостовика тепловыделяющей сборки ядерного реактора устраняет указанные недостатки.

Сущность изобретения

Технической задачей изобретения является повышение надежности хвостовика и, соответственно, тепловыделяющей сборки в целом.

Для решения поставленной задачи необходимо создать конструкцию хвостовика, позволяющую исключить уменьшение проходного сечения, минимизировать затененный центральный участок, влияющие на проток теплоносителя, исключить турбулентность потока теплоносителя в местах контакта ребер хвостовика с ободом устанавливаемого антидебрисного фильтра и сохранить прочностные свойства хвостовика.

Повышенный коэффициент гидравлического сопротивления активной зоны приводит к снижению расхода теплоносителя через реактор и, как следствие, к ухудшению охлаждения активной зоны в номинальном режиме и режимах с нарушением нормальной эксплуатации. Увеличение перепада давления на активной зоне, вызванное увеличением ее коэффициента гидравлического сопротивления, приводит к снижению запаса до всплытия тепловыделяющей сборки.

Техническим результатом изобретения является снижение гидравлического сопротивления хвостовика и, как следствие, вибронагружения ТВЭЛОВ.

Технический результат достигается тем, что хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора содержит соосно соединенные между собой опорный элемент, диффузор и шестигранную раму, на которой закреплены ребра переменной высоты; закрепленные на шестигранной раме ребра установлены в несмежные углы рамы со смещением от плоскости симметрии углов таким образом, что торец одного ребра сопрягается с боковой поверхностью другого ребра;

на боковой поверхности закрепленных на шестигранной раме ребер выполнен уступ, на верхнем торце этих ребер выполнено утонение, уступ служит для установки обода антидебрисного фильтра, а утонение - для упора в опорную решетку пучка ТВЭЛОВ;

при выполнении утонения закрепленных на шестигранной раме ребер верхние кромки ребер изготавливаются в виде зубьев с плоскими вершинами, взаимодействующими с перемычками между проливными отверстиями опорной решетки пучка ТВЭЛОВ.

Закрепление ребер в несмежных углах рамы со смещением и сопряжением торца одного ребра с боковой поверхностью другого обеспечивает минимальное затенение для теплоносителя центральной части хвостовика без потери необходимой прочности конструкции и увеличение проходного сечения хвостовика с установленным антидебрисным фильтром. При этом снижается гидравлическое сопротивление хвостовика и, как следствие, вибронагружение ТВЭЛОВ.

Выполнение ребер с уступом на боковой поверхности ребер, утонением верхнего торца ребер и их соединение друг с другом посредством сопряжения торца одного ребра с боковой поверхностью другого, исключаящее необходимость наличия центрального соединительного узла, позволяет уменьшить металлоемкость изделия, а также номенклатуру и количество используемых при изготовлении изделия деталей.

Краткое описание чертежей

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых представлены:

фиг. 1 - тепловыделяющая сборка, общий вид;

фиг. 2 - хвостовик с ребрами, вид сверху;

фиг. 3 - хвостовик с установленными опорной решеткой и антидебрисным фильтром, вертикальный разрез;

фиг. 4 - ребро хвостовика, вид в двух проекциях;

фиг. 5 - ребро хвостовика с выполнением верхней кромки в виде зубьев с плоскими вершинами, главный вид.

Хвостовик 1 тепловыделяющей сборки 2 ядерного реактора содержит соединенные между собой соосно опорный элемент 3, диффузор 4, шестигранную раму 5. В несмежные углы шестигранной рамы 5 закреплены со смещением от плоскости симметрии углов ребра 6 переменной высоты. На ребрах 6 выполнены уступы 7 и утонения 8. В уступы 7 устанавливается обод антидебрисного фильтра 9. Утонение 8 контактирует с перемычками между проливными отверстиями опорной решетки 10 пучка твэлов. Верхнее утонение ребра 6 может быть выполнено в виде зубьев 11 с плоскими вершинами.

Работа хвостовика осуществляется следующим образом. Теплоноситель входит в хвостовик 1, снабженный антидебрисным фильтром 9, установленным своим ободом в уступы 7 профиля ребра 6, попадает в диффузор 4, свободно растекается также в радиальных направлениях вдоль ребер 6 и подходит к опорной решетке 10 пучка твэлов.

Закрепление ребер 6 в несмежные углы шестигранной рамы 5 со смещением от плоскости симметрии углов таким образом, что торец одного ребра сопрягается с боковой поверхностью другого ребра, создает условия для выравнивания поля скоростей теплоносителя при прохождении диффузора 4.

Опора на утонение 8 профиля ребра 6 опорной решетки 10 пучка твэлов перемычками между проливными отверстиями исключает перекрытие части проливных отверстий для прохода теплоносителя и создает возможность для перетечек теплоносителя для выравнивания локальных неоднородностей потока между смежными полостями, ограниченными общими ребрами 6.

Выровненный по скоростям в поперечном сечении поток имеет меньшие горизонтальные составляющие скоростей после прохождения опорной решетки 10 пучка твэлов, следовательно, создает меньшие вибродинамические нагрузки на твэлы и узлы их крепления в опорной решетке 10 пучка твэлов. Обеспечивается повышение надежности хвостовика 1 и тепловыделяющей сборки 2 в целом.

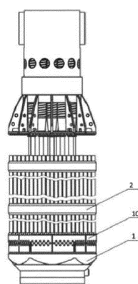
Промышленная применимость

Таким образом, применение предлагаемой конструкции хвостовика тепловыделяющей сборки ядерного реактора позволяет решить поставленную задачу повышения надежности хвостовика за счет снижения гидравлического сопротивления хвостовика и вибронагружения твэлов и целесообразно для использования в тепловыделяющих сборках ядерных энергетических реакторов с водой под давлением.

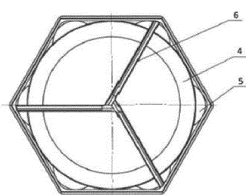
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Хвостовик тепловыделяющей сборки ядерного реактора, содержащий соосно соединенные между собой опорный элемент, диффузор, шестигранную раму, на которой закреплены ребра, отличающийся тем, что ребра выполнены переменной высотой и установлены в несмежные углы шестигранной рамы со смещением от плоскости симметрии углов таким образом, что торец одного ребра сопряжен с боковой поверхностью другого ребра, при этом профиль ребер выполнен с уступом на боковой поверхности ребер и утонением верхнего торца ребер, уступ служит для установки обода антидебрисного фильтра, а утонение - для упора в опорную решетку пучка тепловыделяющих элементов.

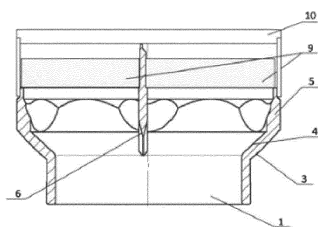
2. Хвостовик по п.1, отличающийся тем, что утонения ребер выполнены в виде зубьев с плоскими вершинами.



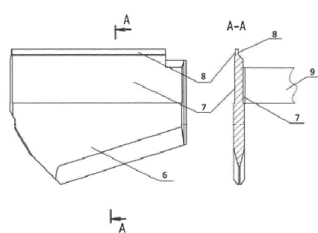
Фиг. 1



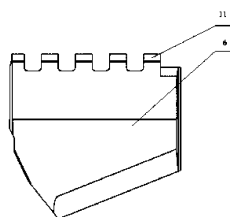
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

