

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202393064

(13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.01.22

(51) Int. Cl. G21C 3/32 (2006.01)
G21C 3/33 (2006.01)
G21C 3/34 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.06.02

(54) ХВОСТОВИК И ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩАЯ СБОРКА, СОДЕРЖАЩАЯ ТАКОЙ ХВОСТОВИК

(31) 21305746.6

(72) Изобретатель:

(32) 2021.06.03

Бен Аисса Мхамед (FR), Бланк

(33) EP

Паскаль, Мессингшлагер Марко (DE)

(86) PCT/EP2022/065092

(74) Представитель:

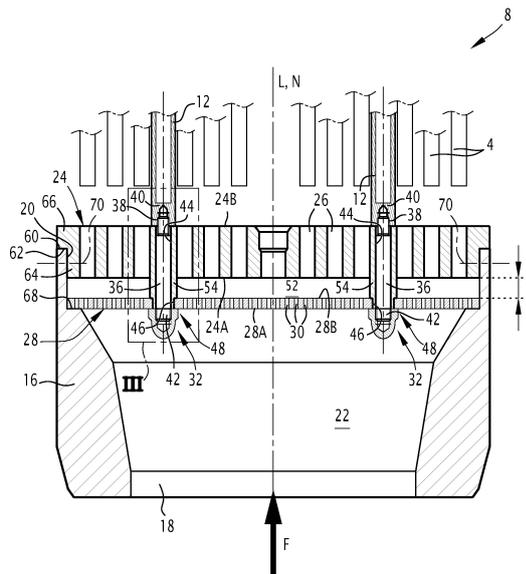
(87) WO 2022/253973 2022.12.08

Фелицына С.Б. (RU)

(71) Заявитель:

ФРАМАТОМ (FR)

(57) Настоящее изобретение относится к хвостовику, содержащему трубчатый корпус (16) хвостовика, имеющий нижнее отверстие (18) и верхнее отверстие (20), нижнюю опорную плиту (24), проходящую поперек верхнего отверстия (20), и фильтр (28) твердых частиц, расположенный в трубчатом корпусе (16) хвостовика под нижней опорной плитой (24), при этом указанный хвостовик содержит соединительные элементы (32), каждый из которых выполнен с возможностью крепления нижнего конца соответствующей направляющей трубы (12) тепловыделяющей сборки к нижней опорной плите (24) и с каждым из которых могут быть осуществлены операции под фильтром (28) твердых частиц для крепления направляющей трубы (12) к нижней опорной плите (24) и отсоединения направляющей трубы (12) от нижней опорной плиты (24).



202393064 A1

202393064

A1

ХВОСТОВИК И ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩАЯ СБОРКА, СОДЕРЖАЩАЯ ТАКОЙ ХВОСТОВИК

Настоящее изобретение относится к хвостовикам для тепловыделяющих сборок.

Тепловыделяющая сборка (или ядерная тепловыделяющая сборка), такая как тепловыделяющая сборка, предназначенная для ВВЭР (водо-водяного энергетического реактора), содержит каркас, служащий опорой для тепловыделяющих элементов (или ядерных тепловыделяющих элементов), расположенных в виде организованной шестиугольной решетки.

Каждый тепловыделяющий элемент содержит трубчатую оболочку, внутри которой находится ядерное топливо (например, топливные таблетки, в частности таблетки из диоксида урана), причем оба конца трубчатой оболочки закрыты соответствующими концевыми заглушками.

Каркас содержит хвостовик и головку, расположенные на расстоянии друг от друга вдоль оси сборки, множество направляющих труб, проходящих вдоль оси сборки и соединяющих вместе хвостовик с головкой, дистанционирующие решетки, расположенные на расстоянии друг от друга в продольном направлении и прикрепленные к направляющим трубам, и одну трубку для контрольно-измерительных приборов.

Тепловыделяющие элементы проходят между хвостовиком и головкой, проходя через дистанционирующие решетки. Функция дистанционирующих решеток заключается в поддержке тепловыделяющих элементов вдоль оси сборки в организованной шестиугольной решетке.

Во время работы тепловыделяющая сборка вводится в активную зону реактора, размещенную в корпусе ядерного реактора, так, чтобы продольная ось сборки проходила по существу вертикально, и теплоноситель протекает вертикально через тепловыделяющую сборку для замедления ядерной реакции и отвода тепла, выделяемого тепловыделяющими элементами.

При проведении операций техобслуживания может образовываться мелкий мусор, например металлические частицы, и этот мусор может переноситься потоком теплоносителя, что может приводить к повреждению тепловыделяющих элементов тепловыделяющей сборки, например, за счет фреттинг-износа.

Введение фильтра твердых частиц в конструкцию хвостовика увеличивает сложность тепловыделяющей сборки и повышает стоимость ее изготовления, а также может приводить к возрастанию перепада давления в потоке теплоносителя.

Одна из задач настоящего изобретения заключается в создании хвостовика, обладающего хорошей устойчивостью к фреттинг-износу, возникающему из-за твердых частиц, а также облегчающего техобслуживание.

С этой целью настоящим изобретением предлагается хвостовик для тепловыделяющей сборки, содержащий трубчатый корпус хвостовика, имеющий нижнее отверстие и верхнее отверстие, нижнюю опорную плиту, проходящую поперек верхнего отверстия, и фильтр твердых частиц, расположенный в трубчатом корпусе хвостовика под нижней опорной плитой, при этом указанный хвостовик содержит соединительные элементы, каждый из которых выполнен с возможностью крепления нижнего конца соответствующей направляющей трубы тепловыделяющей сборки к нижней опорной плите и с каждым из которых могут быть осуществлены операции под фильтром твердых частиц для крепления направляющей трубы к нижней опорной плите и отсоединения направляющей трубы от нижней опорной плиты.

В частных вариантах осуществления изобретения хвостовик содержит один или несколько следующих необязательных признаков, взятых по отдельности или в любой технической возможной комбинации:

- каждый соединительный элемент содержит соединительный стержень, проходящий через соединительное отверстие нижней опорной плиты, причем указанный соединительный стержень имеет верхний конец, выполненный с возможностью соединения с нижним концом направляющей трубы, и нижний конец, снабженный соединительной головкой, выполненной с возможностью удержания соединительного стержня под нижней опорной плитой;

- соединительная головка обеспечивает возможность осуществления операций с соединительным стержнем при креплении соединительного стержня к направляющей трубе и/или отсоединении соединительного стержня от направляющей трубы;

- соединительный стержень проходит через соединительное отверстие фильтра твердых частиц, причем соединительная головка расположена под фильтром твердых частиц;

- каждый соединительный элемент выполнен с возможностью крепления фильтра твердых частиц к нижней опорной плите;

- хвостовик выполнен так, чтобы сохранялось осевое расстояние между фильтром твердых частиц и нижней опорной плитой;

- хвостовик содержит колонки, проходящие между нижней поверхностью нижней опорной плиты и фильтром твердых частиц;

- каждая колонка имеет трубчатую форму, причем соединительный стержень каждого соединительного элемента проходит через соответствующую колонку;

- каждый соединительный элемент упирается в нижний конец колонки;

- каждая колонка выполнена с возможностью сохранения осевого расстояния между нижней опорной плитой и фильтром твердых частиц;

- каждая колонка содержит упорную поверхность, расположенную на определенном расстоянии от нижнего конца колонки и выполненную с возможностью ограничения перемещения фильтра твердых частиц вверх вдоль колонки;

- корпус хвостовика и фильтр твердых частиц позволяют вставлять фильтра твердых частиц в корпус хвостовика с верхней стороны корпуса хвостовика через верхнее отверстие;

- внутри корпуса хвостовика предусмотрен стопорный элемент, выполненный с возможностью ограничения перемещения фильтра твердых частиц вниз при его установке в корпус хвостовика через верхнее отверстие;

- каждый соединительный элемент расположен так, чтобы он был совмещен с нижним отверстием корпуса хвостовика, чтобы с ним можно было осуществлять операции через нижнее отверстие.

Объектом настоящего изобретения является также тепловыделяющая сборка, содержащая пучок тепловыделяющих элементов и каркас, поддерживающий тепловыделяющие элементы, причем каркас содержит вышеописанный хвостовик, головку, множество направляющих труб, соединяющих хвостовик с головкой с сохранением заданного расстояния, и множество дистанционирующих решеток, установленных на расстоянии друг от друга вдоль направляющих труб, при этом тепловыделяющие элементы проходят через дистанционирующие решетки, причем каждый соединительный элемент хвостовика соединяет нижний конец соответствующей направляющей трубы с нижней опорной плитой хвостовика.

Настоящее изобретение и обеспечиваемые им преимущества станут более понятны после ознакомления со следующим описанием, приводимым исключительно в качестве неограничивающего примера со ссылками на прилагаемые чертежи.

На фиг. 1 показан вид сбоку тепловыделяющей сборки, предназначенной для использования, например, вместе с ВВЭР и содержащей хвостовик;

на фиг. 2 – вид в разрезе хвостовика;

на фиг. 3 – изображение в увеличенном масштабе области III, обозначенной на фиг. 2.

Показанная на фиг. 1 тепловыделяющая сборка 2 проходит вдоль оси L сборки. Во время работы тепловыделяющая сборка 2 вводится в активную зону реактора так, что ось L сборки располагается вертикально.

Используемые далее в настоящем описании термины «верхний», «нижний», «хвостовик», «головка», «продольный» и «поперечный» относятся к положению тепловыделяющей сборки во время работы, когда ось L сборки является продольной и вертикальной.

Тепловыделяющая сборка 2 содержит пучок тепловыделяющих элементов 4, поддерживаемых каркасом 6. Тепловыделяющие элементы 4 проходят параллельно друг другу и параллельно оси L сборки.

Каркас 6 включает в себя хвостовик 8 и головку 10, расположенные на расстоянии друг от друга в вдоль оси L сборки.

Каркас 6 содержит направляющие трубы 12, соединяющие хвостовик 8 с головкой 10 с обеспечением заданного расстояния между хвостовиком 8 и головкой 10 вдоль оси L сборки. Направляющие трубы 12 параллельны оси L сборки. Тепловыделяющие элементы 4 расположены между хвостовиком 8 и головкой 10.

Каркас 6 содержит множество дистанционирующих решеток 14, распределенных вдоль направляющих труб 12 и жестко прикрепленных к направляющим трубам 12. Тепловыделяющие элементы 4 проходят через дистанционирующие решетки 14. Каждая дистанционирующая решетка 14 предназначена для поддержки тепловыделяющих элементов 4 вдоль оси L сборки и поперек оси L сборки.

Каждая дистанционирующая решетка 14 предназначена для удержания тепловыделяющих элементов 4 на расстоянии друг от друга в поперечном направлении.

В одном из возможных вариантов осуществления изобретения тепловыделяющие элементы 4 зафиксированы в поперечном направлении в узлах воображаемой гексагональной сетки. В этом случае пучок тепловыделяющих элементов 4 в плоскости, перпендикулярной оси L сборки, образует шестиугольный контур. Направляющие трубы 12 расположены в некоторых узлах воображаемой гексагональной сетки.

Тепловыделяющая сборка 2 предназначена, например, для водо-водяного энергетического реактора (ВВЭР). Тепловыделяющие сборки 2 для ВВЭР обычно содержат тепловыделяющие элементы 4, расположенные в шестиугольной решетке.

Во время работы тепловыделяющая сборка 2 вводится в активную зону реактора, расположенную в корпусе ядерного реактора, между нижней плитой и верхней плитой активной зоны так, что ось L сборки располагается вертикально.

Хвостовик 8 выполнен с возможностью опоры на нижнюю плиту активной зоны, содержащую канал для теплоносителя, позволяющий теплоносителю поступать в хвостовик 8 и протекать вверх через тепловыделяющую сборку 2 для замедления ядерной реакции и отвода тепла от тепловыделяющих элементов 4 (показано стрелкой F на фиг. 2).

Как показано на фиг. 2, хвостовик 8 содержит трубчатый корпус 16 хвостовика, проходящий вдоль оси N хвостовика и имеющий нижнее отверстие 18 и верхнее отверстие 20. Во время работы ось N хвостовика по существу совпадает с осью L сборки.

Нижнее отверстие 18 выполнено так, чтобы оно было совмещено с каналом для теплоносителя нижней плиты активной зоны и, таким образом, в него поступал поток теплоносителя (показано стрелкой F на фиг. 2).

Корпус 16 хвостовика образует внутренний канал 22, проходящий вдоль оси N хвостовика от нижнего отверстия 18 к верхнему отверстию 20 и позволяющий теплоносителю протекать в корпусе 16 хвостовика от нижнего отверстия 18 к верхнему отверстию 20.

Хвостовик 8 содержит нижнюю опорную плиту 24, проходящую поперек верхнего отверстия 20. Нижняя опорная плита 24 жестко прикреплена к корпусу 16 хвостовика и позволяет прикреплять к ней направляющие трубы 12.

Нижняя опорная плита 24 имеет нижнюю поверхность 24А и верхнюю поверхность 24В.

Нижняя опорная плита 24 позволяет теплоносителю протекать через нее. Нижняя опорная плита 24 имеет, например, множество проточных отверстий 26, проходящих через нижнюю опорную плиту 24 и позволяющих теплоносителю протекать через нижнюю опорную плиту 24.

Хвостовик 8 содержит фильтр 28 твердых частиц, установленный внутри корпуса 16 хвостовика под нижней опорной плитой 24. Фильтр 28 твердых частиц расположен в осевом направлении между нижней опорной плитой 24 и нижним отверстием 18 хвостовика 8. Фильтр 28 твердых частиц расположен выше по потоку относительно нижней опорной плиты 24, если смотреть в направлении потока теплоносителя.

Фильтр 28 твердых частиц имеет нижнюю поверхность 28А и верхнюю поверхность 28В.

Фильтр 28 твердых частиц выполнен так, что он позволяет теплоносителю протекать через него, но задерживает твердые частицы, которые могут присутствовать в теплоносителе.

Фильтр 28 твердых частиц содержит каналы 30, обеспечивающие возможность прохождения теплоносителя через фильтр 28 твердых частиц. Каждый канал 30 проходит от нижней поверхности 28А до верхней поверхности 28В фильтра 28 твердых частиц.

Фильтр 28 твердых частиц содержит, например, каналы 30 с небольшим размером поперечного сечения, задерживающие твердые частицы, размер которых больше размера поперечного сечения каналов 30.

Фильтр 28 твердых частиц содержит каналы 30, проходящие в осевом направлении. В качестве альтернативы или дополнительно фильтр 28 твердых частиц может содержать извилистые каналы 30. Такие каналы 30 служат для задержания твердых частиц удлиненной формы.

Хвостовик 8 содержит соединительные элементы 32, каждый из которых выполнен с возможностью крепления нижнего конца соответствующей направляющей трубы 12 тепловыделяющей сборки 2 к нижней опорной плите 24. Предпочтительно, каждый соединительный элемент 32 выполнен с возможностью крепления направляющей трубы 12 к нижней опорной плите 24 в осевом и поперечном направлении.

Каждый соединительный элемент 32 выполнен так, чтобы с ним можно было осуществлять операции снизу фильтра 28 твердых частиц для присоединения направляющей трубы 12 к нижней опорной плите 24 и/или отсоединения направляющей трубы 12 от нижней опорной плиты 24.

Как показано на фиг. 3, каждый соединительный элемент 32 может представлять собой, например, соединительный стержень 36, проходящий через нижнюю опорную плиту 24 и фильтр 28 твердых частиц и содержащий верхний конец 38, который крепится к нижнему концу 40 направляющей трубы 12, и нижний конец 42.

Более конкретно, соединительный стержень 36 проходит через соединительное отверстие 44 нижней опорной плиты 24 и через соответствующее соединительное отверстие 46 фильтра 28 твердых частиц.

Верхний конец 38 соединительного стержня 36 служит, например, для привинчивания соединительного стержня 36 к нижнему концу 40 направляющей трубы 12.

Верхний конец 38 соединительного стержня 36, например, имеет резьбу для привинчивания к нижнему концу 40 направляющей трубы 12, снабженному резьбой, ответной резьбе верхнего конца 38 соединительного стержня 36. Верхний конец 38

соединительного стержня 36, например, может иметь наружную резьбу, а нижний конец 40 направляющей трубы 12 – соответствующую внутреннюю резьбу.

На нижнем конце 42 соединительного стержня 36 имеется соединительная головка 48, выполненная с возможностью удержания соединительного стержня 36 под нижней опорной плитой 24.

В одном из возможных вариантов осуществления изобретения соединительная головка 48 привинчена к соединительному стержню 36. В качестве альтернативы соединительная головка 48 может быть выполнена за одно целое с соединительным стержнем 36. В этом случае соединительная головка 48 не может быть отсоединена от соединительного стержня 36. В частном варианте соединительная головка 48 и соединительный стержень 36 могут быть приварены друг к другу или выполнены из единого куска материала.

Предпочтительно, соединительная головка 48 позволяет осуществлять операции с соединительным стержнем 36 и, таким образом, присоединять направляющую трубу 12 к нижней опорной плите 24 и/или отсоединять направляющую трубу 12 от нижней опорной плиты 24.

Соединительная головка 48, например, служит для вращения соединительного стержня 36, например, для привинчивания соединительного стержня 36 к нижнему концу 40 направляющей трубы 12 и/или отвинчивания соединительного стержня 36 от нижнего конца 40 направляющей трубы 12.

Привинчивание/отвинчивание соединительного стержня 36 осуществляется с нижней стороны нижней опорной плиты 24 через нижнее отверстие 18 корпуса 16 хвостовика.

Соединительная головка 48, например, может иметь грани, обеспечивающие возможность ее привинчивания/отвинчивания с помощью соответствующего инструмента, такого как гаечный ключ. В частном варианте соединительная головка 48 может иметь шестигранную форму.

Предпочтительно, каждый соединительный элемент 32 служит для крепления фильтра 28 твердых частиц под нижней опорной плитой 24.

В одном из возможных вариантов осуществления изобретения соединительная головка 48 выполнена с возможностью удержания фильтра 28 твердых частиц за счет взаимодействия с периферией соединительного отверстия 46 на нижней поверхности 28А фильтра 28 твердых частиц.

Предпочтительно, хвостовик 8 выполнен с возможностью сохранения осевого расстояния S между фильтром 28 твердых частиц и нижней опорной плитой 24.

Благодаря этому осевому расстоянию S сохраняется промежуточное пространство 52 между фильтром 28 твердых частиц и нижней опорной плитой 24, более конкретно, между верхней поверхностью 28В фильтра 28 твердых частиц и нижней поверхностью 24А нижней опорной плиты 24.

Наличие расстояния S между нижней опорной плитой 24 и фильтром 28 твердых частиц обеспечивает гибкую конструкцию фильтра 28 твердых частиц без повышения коэффициента потери давления хвостовика 8. Действительно, геометрия фильтра 28 твердых частиц не обязательно должна соответствовать нижней опорной плите 24. Таким образом, фильтр 28 твердых частиц, например, может быть смещен относительно нижней опорной плиты 24.

Таким образом, хвостовик 8 представляет собой модульную конструкцию, в которой на одну и ту же нижнюю опорную плиту 24 могут устанавливаться различные фильтры 28 твердых частиц, в частности фильтры 28 твердых частиц, обеспечивающие различные коэффициенты потери давления на хвостовике 8.

При проведении операции техобслуживания один фильтр 28 твердых частиц в хвостовике 8 легко может быть заменен другим, идентичным или отличающимся от первого.

В одном из возможных вариантов осуществления изобретения хвостовик 8 содержит колонки 54, которые проходят между нижней поверхностью 24А нижней опорной плиты 24 и фильтром 28 твердых частиц и каждая из которых выполнена с возможностью обеспечения расстояния S между нижней опорной плитой 24 и фильтром 28 твердых частиц.

Предпочтительно, каждое соединительное отверстие 44 нижней опорной плиты 24 проходит внутри соответствующей колонки 54, которая, таким образом, имеет трубчатую конструкцию. Каждый соединительный стержень 36 проходит через соответствующую трубчатую колонку 54.

В одном из возможных вариантов осуществления изобретения на внешней поверхности каждой колонки 54 имеется упорная поверхность 56, расположенная на расстоянии от нижней поверхности 24В нижней опорной плиты 24 и выполненная с возможностью ограничения перемещения фильтра 28 твердых частиц вверх вдоль колонки 54.

Расстояние S между нижней опорной плитой 24 и фильтром 28 твердых частиц соответствует длине каждой колонки 54 между нижней поверхностью 24А нижней опорной плиты 24 и упорной поверхностью 56.

Предпочтительно, упорная поверхность 56 каждой колонки 54 расположена на расстоянии от нижнего конца колонки 54. Каждая колонка 54 содержит нижнюю часть, проходящую через соединительное отверстие 46 фильтра 28 твердых частиц, при этом, когда фильтр 28 твердых частиц перемещается вверх, упорная поверхность 56 упирается в верхнюю поверхность 28В фильтра 28 твердых частиц.

Фильтр 28 твердых частиц удерживается в осевом направлении между соединительной головкой 48 каждого соединительного элемента 32 и упорной поверхностью 56 соответствующей колонки 54.

Предпочтительно, хвостовик 8 позволяет прикреплять каждый соединительный элемент 32 к направляющей трубе 12 через нижнюю опорную плиту 24 без прижатия фильтра 28 твердых частиц к нижней опорной плите 24.

Для этого соединительная головка 48 каждого соединительного элемента 32 упирается, например, в нижний конец соответствующей колонки 54 без зажатия фильтра 28 твердых частиц.

В некоторых случаях соединительная головка 48 каждого соединительного элемента 32 имеет гидродинамический профиль для ограничения потерь давления теплоносителя. В одном примере соединительная головка 48 сужается книзу. Предпочтительно, соединительная головка 48 имеет оживальную форму.

Каждая колонка выступает относительно нижней поверхности 24В нижней опорной плиты 24.

Предпочтительно, каждая колонка 54 выполнена заодно с нижней опорной плитой 24. В частности, каждая колонка 54, предпочтительно, выполнена из одного куска материала вместе с нижней опорной плитой 24. В качестве альтернативы каждая колонка 54 может быть жестко прикреплена к нижней опорной плите 24, например, посредством сварки.

Как показано на фиг. 2, в одном из возможных вариантов осуществления изобретения нижняя опорная плита 24 закрывает верхнее отверстие 20 корпуса 16 хвостовика, упираясь в периферийную кромку 60 верхнего отверстия 20.

Например, нижняя опорная плита 24 может иметь периферийный заплечик 62, упирающийся в периферийную кромку 60.

Периферийный заплечик 62 расположен в месте соединения нижней части 64 с верхней частью 66 нижней опорной плиты 24, причем нижняя часть 64 вставлена в верхнее отверстие 20.

Верхнее отверстие 20 и фильтр 28 твердых частиц выполнены так, что фильтр 28 твердых частиц может быть вставлен в корпус 16 хвостовика с верхней стороны корпуса 16 хвостовика через верхнее отверстие 20.

В одном из возможных вариантов осуществления изобретения внутри корпуса 16 хвостовика имеется стопорный элемент 68, выполненный с возможностью ограничения перемещения вниз фильтра 28 твердых частиц, вставленного в корпус 16 хвостовика через верхнее отверстие 20.

В приводимом в качестве примера варианте осуществления изобретения стопорный элемент 68 выполнен в виде внутреннего периферийного уступа на внутренней поверхности корпуса 16 хвостовика.

Предпочтительно, каждый соединительный элемент 32 расположен так, чтобы с ним можно было осуществлять операции через нижнее отверстие 18 корпуса 16 хвостовика.

В одном из приводимых в качестве примера вариантов осуществления изобретения каждый соединительный элемент 32 расположен так, чтобы он, в частности соединительная головка 48, в осевом направлении был совмещен с нижним отверстием 18 корпуса 16 хвостовика вдоль оси N хвостовика.

Предпочтительно, каждый соединительный элемент 32, в частности соединительная головка 48 каждого соединительного элемента 32, расположен внутри воображаемого цилиндра C, образованного проекцией контура нижнего отверстия 18 вдоль оси N хвостовика.

Предпочтительно, контур нижнего отверстия 18 в плоскости, перпендикулярной оси N хвостовика, имеет форму окружности.

Предпочтительно, нижняя опорная плита 24 должна быть прикреплена к корпусу 16 хвостовика.

Для этого хвостовик 8 содержит, например, соединительные элементы 70 (схематично показанные пунктирными линиями), в качестве которых могут быть использованы, например, винты.

Что касается сборки хвостовика 8, то фильтр 28 твердых частиц вставляется в корпус 16 хвостовика через верхнее отверстие 20.

Затем нижнюю опорную плиту 24 устанавливают поперек верхнего отверстия 20, необязательно, вставляя нижнюю часть 64 нижней опорной плиты 24 в верхнее отверстие 20, и прикрепляют нижнюю опорную плиту 24 к корпусу 16 хвостовика, например, с помощью соединительных элементов 70.

Затем через нижнее отверстие 18 в корпус 16 хвостовика вставляют соединительные элементы 32 и с нижней стороны корпуса 16 хвостовика осуществляют с ними операции, чтобы соединить их с нижними концами 40 направляющих труб 12, проходящих через фильтр 28 твердых частиц и нижнюю опорную плиту 24.

Как только соединительные элементы 32 будут прикреплены к направляющим трубам 12, направляющие трубы 12 будут жестко прикреплены к нижней опорной плите 24, и, предпочтительно, фильтр 28 твердых частиц также будет прикреплен к нижней опорной плите 24, предпочтительно, сохраняя при этом расстояние S между фильтром 28 твердых частиц и нижней опорной плитой 24.

При разборке хвостовика 8 с соединительными элементами 32 осуществляют операции через нижнее отверстие 18 хвостовика 16 так, чтобы отсоединить направляющие трубы 12 от нижней опорной плиты 24.

Перед креплением соединительных элементов 32 к направляющим трубам 12 соединительные элементы 32 могут быть временно прикреплены к нижней опорной плите 24 с помощью гаек, навинченных на верхние концы 38 соединительных стержней 36 соединительных элементов 32, проходящих через нижнюю опорную плиту 24.

Такое временное крепление может быть полезным для транспортировки хвостовика 8 в собранном состоянии перед его креплением к направляющим трубам 12.

Настоящее изобретение обеспечивает хвостовик 8 для тепловыделяющей сборки 2, который легко прикрепляется к нижним концам направляющих труб 12 тепловыделяющей сборки 2.

Операции сборки/разборки хвостовика легко выполняются через нижнее отверстие 18 корпуса 16 хвостовика.

Кроме того, хвостовик 8 содержит фильтр 28 твердых частиц, установленный внутри корпуса 16 хвостовика под нижней опорной плитой 24. Это снижает вероятность попадания твердых частиц в тепловыделяющие элементы 4 и, таким образом, снижает вероятность фреттинг-износа тепловыделяющих элементов 4 под действием твердых частиц.

Необязательное расстояние S между фильтром 28 твердых частиц и нижней опорной плитой 24 позволяет получить фильтр 28 твердых частиц специальной конструкции, обладающей более высокой приспособляемостью по характеристикам фильтрации и/или коэффициенту потери давления потока теплоносителя, проходящего через хвостовик 8.

Необязательное расстояние S обеспечивается простым способом за счет комбинации соединения нижней опорной плиты 24 с направляющими трубами 12 с

помощью соединительных элементов 32, проходящих через фильтр 28 твердых частиц и нижнюю опорную плиту 24, и обеспечения расстояния S между нижней опорной плитой 24 и фильтром 28 твердых частиц с помощью колонок 54.

Настоящее изобретение не ограничивается вышеописанными возможными вариантами его осуществления, приводимыми в качестве примеров. Возможны и другие варианты осуществления изобретения.

В одном из приводимых в качестве примеров возможных вариантов осуществления изобретения фильтр 28 твердых частиц крепится к нижней опорной плите 24 соединительными элементами 32, в частности соединительными головками 48, взаимодействующими с фильтром 28 твердых частиц.

В качестве альтернативы фильтр 28 твердых частиц удерживается между нижней опорной плитой 24 и упорными поверхностями 56 колонок 54 и стопорным элементом 68, когда обеспечивается расстояние S между нижней опорной плитой 24 и фильтром 28 твердых частиц.

В этом случае стопорный элемент 68, предпочтительно, располагается относительно нижней опорной плиты 24 в осевом направлении так, что фильтр 28 твердых частиц удерживается между стопорным элементом 68 и колонками 54, предпочтительно, с небольшим осевым люфтом или без него.

Кроме того, объектом настоящего изобретения является тепловыделяющая сборка 2, тепловыделяющие элементы 4 которой расположены в узлах воображаемой гексагональной сетки, в частности, образуя пучок тепловыделяющих элементов 4 с шестиугольным контуром.

Объектом настоящего изобретения является также тепловыделяющая сборка 2, тепловыделяющие элементы 4 которой расположены в узлах воображаемой гексагональной сетки, в частности, образуя пучок тепловыделяющих элементов 4 с квадратным контуром.

Кроме того, настоящее изобретение не ограничивается тепловыделяющей сборкой 2, предназначенной для ВВЭР, а применимо также к тепловыделяющим сборкам, предназначенным для других ядерных реакторов, таких как ядерные реакторы с водой под давлением (PWR), и ядерные реакторы с кипящей водой (BWR).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Хвостовик для тепловыделяющей сборки, содержащий трубчатый корпус (16) хвостовика, имеющий нижнее отверстие (18) и верхнее отверстие (20), нижнюю опорную плиту (24), проходящую поперек верхнего отверстия (20), и фильтр (28) твердых частиц, вставленный внутрь корпуса (16) хвостовика под нижней опорной плитой (24), при этом указанный хвостовик содержит соединительные элементы (32), каждый из которых выполнен с возможностью крепления нижнего конца соответствующей направляющей трубы (12) тепловыделяющей сборки к нижней опорной плите (24) и с каждым из которых могут быть осуществлены операции под фильтром (28) твердых частиц для присоединения направляющей трубы (12) к нижней опорной плите (24) и отсоединения направляющей трубы (12) от нижней опорной плиты (24).

2. Хвостовик по п. 1, в котором каждый соединительный элемент (32) содержит соединительный стержень (36), проходящий через соединительное отверстие (44) нижней опорной плиты (24), причем указанный соединительный стержень (36) имеет верхний конец (38), выполненный с возможностью соединения с нижним концом направляющей трубы (12), и нижний конец (42), снабженный соединительной головкой (48), выполненной с возможностью удержания соединительного стержня (36) под нижней опорной плитой (24).

3. Хвостовик по п. 2, в котором соединительная головка (48) обеспечивает возможность осуществления операций с соединительным стержнем (36) при присоединении соединительного стержня (36) к направляющей трубе (12) и/или отсоединении соединительного стержня (36) от направляющей трубы (12).

4. Хвостовик по п. 2 или 3, в котором соединительный стержень (36) проходит через соединительное отверстие (46) фильтра (28) твердых частиц, причем соединительная головка (48) расположена под фильтром (28) твердых частиц.

5. Хвостовик по любому из пп. 1–4, в котором каждый соединительный элемент (32) выполнен с возможностью крепления фильтра (28) твердых частиц к нижней опорной плите (24).

6. Хвостовик по любому из пп. 1–5, который выполнен с возможностью сохранения осевого расстояния (S) между фильтром (28) твердых частиц и нижней опорной плитой (24).

7. Хвостовик по любому из пп. 1–6, который содержит колонки (54), проходящие между нижней поверхностью (24А) нижней опорной плиты (24) и фильтром (28) твердых частиц.

8. Хвостовик по п. 7, в котором каждая колонка (54) является трубчатой, причем соединительный стержень (36) каждого соединительного элемента (32) проходит через соответствующую колонку (54).

9. Хвостовик по п. 8, в котором каждый соединительный элемент (32) упирается в нижний конец колонки (54).

10. Хвостовик по любому из пп. 7–9, в котором каждая колонка (54) выполнена с возможностью сохранения осевого расстояния (S) между нижней опорной плитой (24) и фильтром (28) твердых частиц.

11. Хвостовик по п. 10, в котором каждая колонка (54) содержит упорную поверхность (56), расположенную на определенном расстоянии от нижнего конца колонки (54) и выполненную с возможностью ограничения перемещения фильтра (28) твердых частиц вверх вдоль колонки (54).

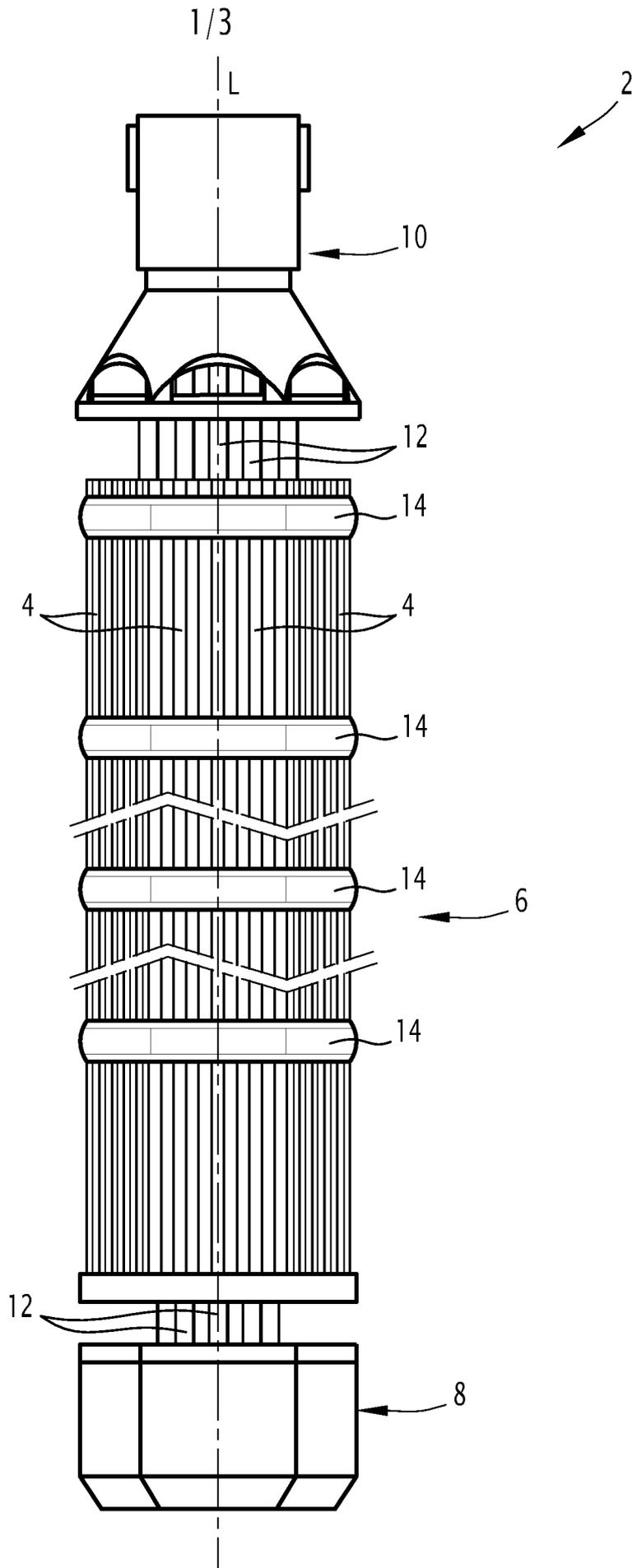
12. Хвостовик по любому из пп. 1–11, в котором корпус (16) хвостовика и фильтр (28) твердых частиц позволяют вставлять фильтр (28) твердых частиц с верхней стороны корпуса (16) хвостовика через верхнее отверстие (20).

13. Хвостовик по п. 12, в котором внутри корпуса (16) хвостовика имеется стопорный элемент (68), выполненный с возможностью ограничения перемещения фильтра (28) твердых частиц вниз при его установке в корпус (16) хвостовика через верхнее отверстие (20).

14. Хвостовик по любому из пп. 1–13, в котором каждый соединительный элемент (32) расположен так, чтобы он был совмещен с нижним отверстием (18) корпуса (16) хвостовика, чтобы с ним можно было осуществлять операции через нижнее отверстие (18).

15. Тепловыделяющая сборка, содержащая пучок тепловыделяющих элементов (4) и каркас (6), поддерживающий тепловыделяющие элементы (4), причем каркас (6) содержит хвостовик (8) по любому из пп. 1–14, головку (10), множество направляющих труб (12), соединяющих хвостовик (8) с головкой (10) с сохранением заданного расстояния, и множество дистанционирующих решеток (14), установленных вдоль направляющих труб (12), при этом тепловыделяющие элементы (4) проходят через дистанционирующие решетки (14), причем каждый соединительный элемент (32) хвостовика (8) соединяет нижний конец соответствующей направляющей трубы (12) с нижней опорной плитой (24) хвостовика (8).

FIG.1



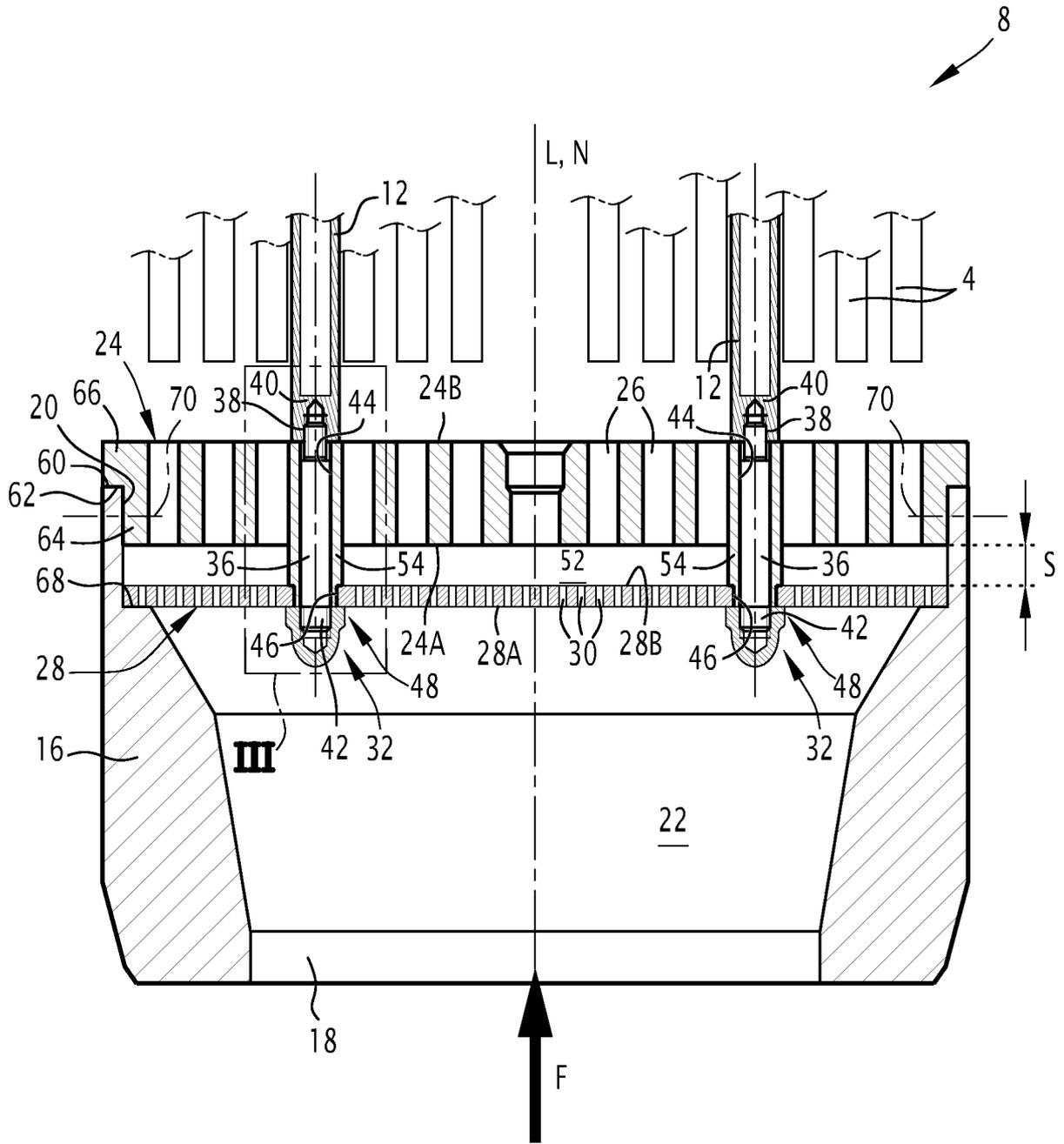


FIG. 2

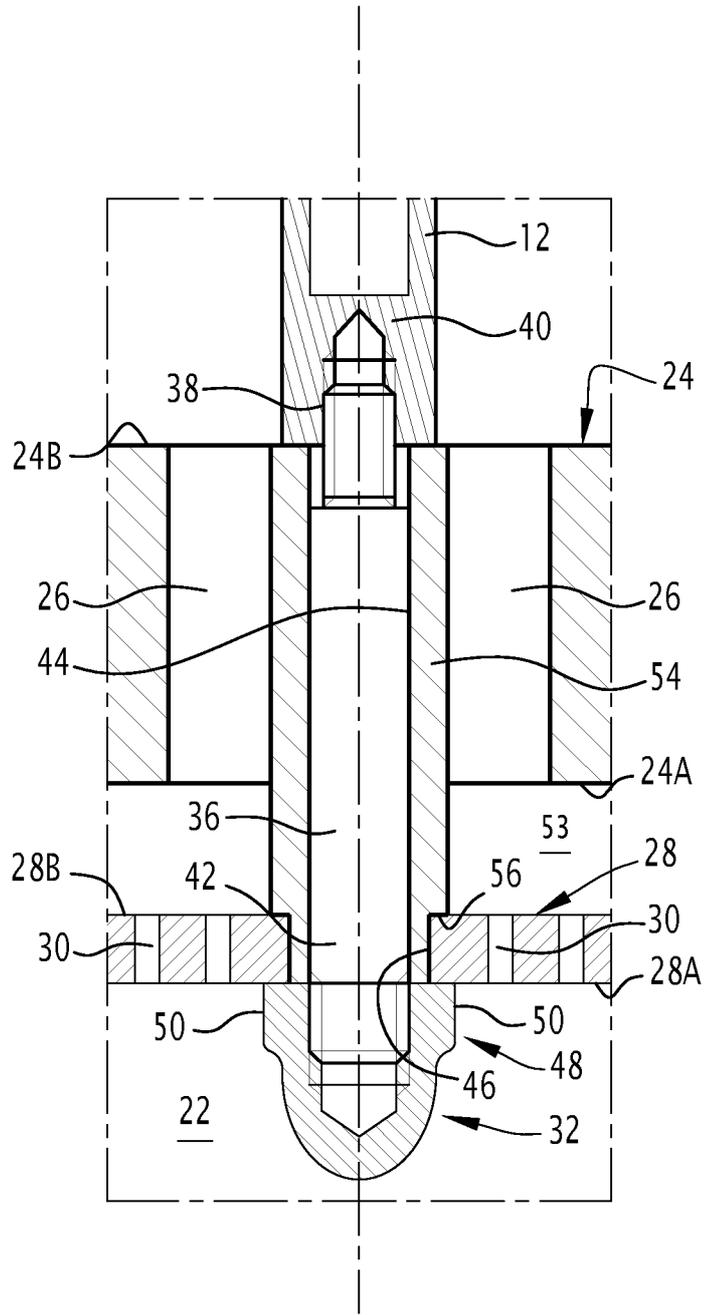


FIG. 3