

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 503 071** (13) **C2**

(51) МПК
G21C 1/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 02.04.2022)
Пошлина: учтена за 13 год с 28.04.2022 по 27.04.2023. Установленный срок для уплаты пошлины за 14 год: с 28.04.2022 по 27.04.2023. При уплате пошлины за 14 год в дополнительный 6-месячный срок с 28.04.2023 по 27.10.2023 размер пошлины увеличивается на 50%.

(21)(22) Заявка: **2011148238/07**, 27.04.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.04.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:;
27.04.2009 JP 2009-107950

(43) Дата публикации заявки: **10.06.2013** Бюл. №
16

(45) Опубликовано: **27.12.2013** Бюл. № **36**

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **GB 2263188 A, 14.07.1993. KR**
20090066663 A, 24.06.2009. RU 2341834 C1,
20.12.2008.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **28.11.2011**

(86) Заявка РСТ:
JP 2010/057429 (27.04.2010)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/126028 (04.11.2010)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ИНАТОМИ Таканари (JP),
ЭБИХАРА Аяно (JP),
НАКАМУРА Хироси (JP),
КОБАЯСИ Хидео (JP),
ХАСЕГАВА Кацуси (JP)

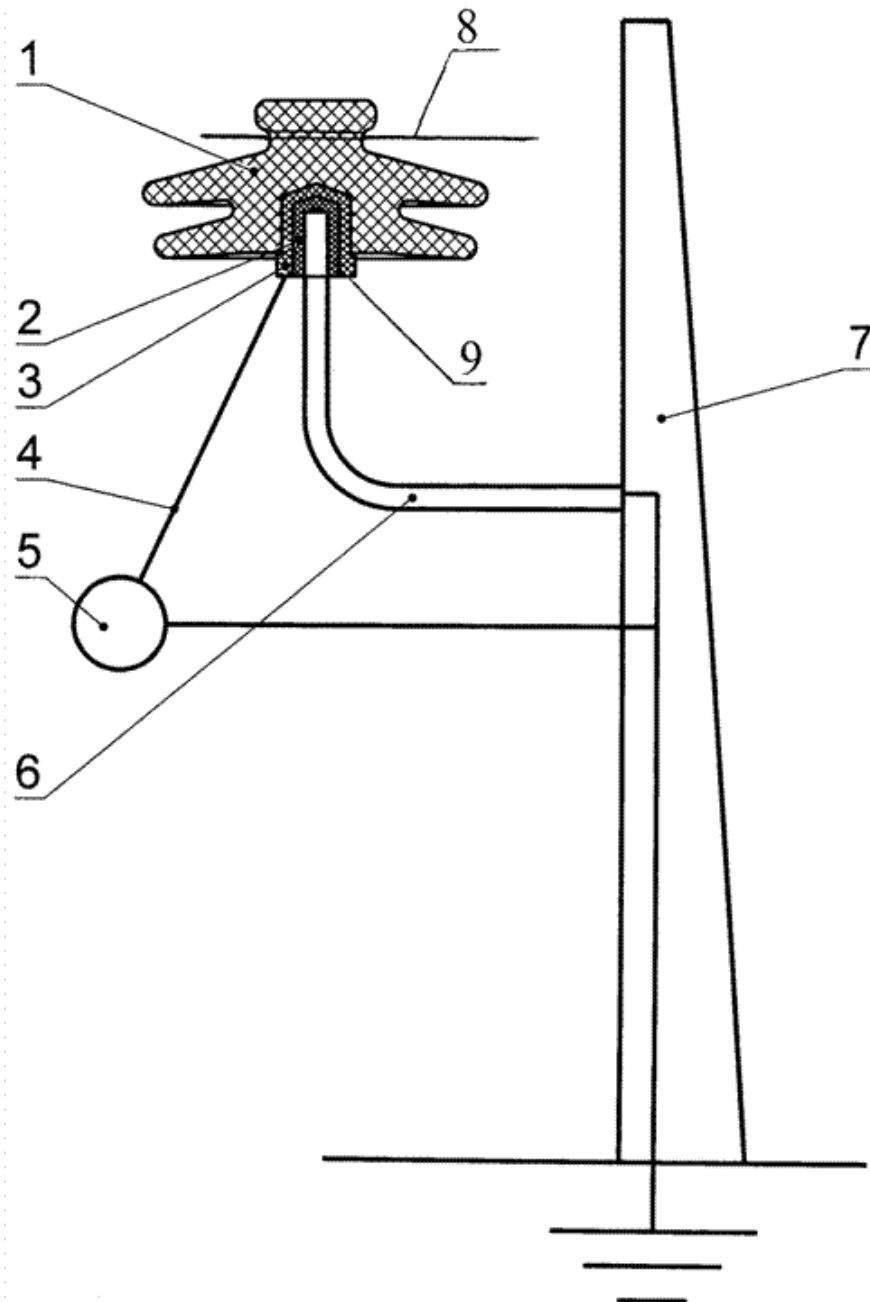
(73) Патентообладатель(и):

КАБУСИКИ КАЙСЯ ТОСИБА (JP)

(54) РЕАКТОР НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к ядерным реакторам на быстрых нейтронах. Реактор 1 содержит корпус 7 реактора, вмещающий активную зону 2 и теплоноситель 21; опорную решетку 13 активной зоны и перегородку 6, расположенную на опорной решетке, которая тянется вверх и окружает активную зону 2 с боковой стороны. Между внутренней поверхностью корпуса 7 реактора и перегородкой 6 расположен промежуточный теплообменник 15, сконфигурированный для охлаждения теплоносителя 21 первого контура, и электромагнитный насос 14, сконфигурированный для нагнетания охлажденного теплоносителя 21 первого контура. Нейтронный защитный экран 8, поддерживаемый верхней опорной плитой 29 сверху, расположен ниже электромагнитного насоса 14. Верхняя опорная плита 29 имеет проем 29а. Между выпуском 14b электромагнитного насоса 14 и верхней опорной плитой 29 расположен механизм 17 направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 к нейтронному защитному экрану через проем 29а верхней опорной плиты 29. Технический результат - повышение герметичности по теплоносителю первого контура и упрощение ремонтпригодности.



Фиг.1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к реактору на быстрых нейтронах, в частности, реактору на быстрых нейтронах, имеющему высокую герметизирующую способность по теплоносителю и превосходную ремонтпригодность.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В реакторе на быстрых нейтронах, традиционно прилагались усилия для снижения объема утечки теплоносителя из герметизирующей детали. Нижеприведенный Патентный документ 1 показывает пример традиционного реактора на быстрых нейтронах, который показан на фиг. 15.

Как показано на фиг. 15, реактор 1 на быстрых нейтронах, описанный в Патентном документе 1, включает в себя активную зону 2, сформированную из ядерной топливной сборки. Активная зона 2, как единое целое, имеет по существу цилиндрическую форму. Внешняя окружность активной зоны 2 окружена стволом 3 активной зоны. Отражатель 4, окружающий ствол 3 активной зоны, расположен снаружи ствола 3 активной зоны. Снаружи отражателя 4, расположена перегородка 6, которая окружает отражатель 4 и составляет внутреннюю стенку протока, через который течет теплоноситель 21 первого контура (теплоноситель). Корпус 7 ядерного реактора, составляющий наружную стенку протока теплоносителя 21 первого контура, расположен снаружи перегородки 6 с predetermined зазором между ними. Нейтронный защитный экран 8 расположен в протоке теплоносителя 21 первого контура, из условия чтобы нейтронный защитный экран 8 окружал активную зону 2. Активная зона 2, ствол 3 активной зоны, перегородка 6 и нейтронный защитный экран 8 соответственно поддерживаются опорной решеткой 13 активной зоны снизу.

На фиг. 15, после того, как теплоноситель 21 первого контура нагнетается электромагнитным насосом 14, теплоноситель 21 первого контура проходит через нейтронный защитный экран 8 и опорные решетки 13 активной зоны, а затем, достигает активной зоны 2, в силу чего, активная зона 2 охлаждается. Теплоноситель 21 первого контура, нагретый активной зоной 2 во время прохождения через нее, направляется в промежуточный теплообменник 15. В промежуточном теплообменнике 15, тепло обменивается между теплоносителем 21 первого контура и теплоносителем 31 второго контура. Для того чтоб облегчить техническое обслуживание и ремонт, промежуточный теплообменник 15 сконфигурирован, чтобы вытаскиваться из корпуса 7 ядерного реактора. В этом случае, уплотнительный сильфон, присоединенный к промежуточному теплообменнику, садится на седло сильфона, закрепленное на перегородке 6. Уплотнительный сильфон сжимается под весом промежуточного теплообменника 15. Таким образом, нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из выпуска электромагнитного насоса 14 может быть герметизирован по отношению к нагретому теплоносителю 21 первого контура внутри перегородки 6.

Патентный документ 1: JP5-119175A

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В реакторе 1 на быстрых нейтронах, описанном в Патентном документе 1, когда натрий используется в качестве теплоносителя 21 первого контура, учитывается, что температура теплоносителя 21 первого контура в зоне (высокотемпературной зоне) от выпуска активной зоны 2 до впуска промежуточного теплообменника 15, имеет

значение около 500°C, и что температура теплоносителя 21 первого контура в зоне (низкотемпературной зоне) от выпуска промежуточного теплообменника 15 до впуска активной зоны 2 имеет значение около 350°C. А именно, конструктивный элемент, поддерживающий активную зону 2, используется при таких условиях, как высокая температура и высокий перепад температур. В частности, поскольку перегородка 16, составляющая внутреннюю стенку протока теплоносителя 21 первого контура, также испытывает большой перепад давлений между высокотемпературной зоной и низкотемпературной зоной в дополнение к вышеприведенному перепаду температур, перегородка подвергается воздействию крайне жестких условий эксплуатации.

Для того чтобы предотвращать, чтобы теплоноситель 21 первого контура в высокотемпературной зоне протекал в низкотемпературную зону через перегородку 6, и чтобы теплоноситель 21 первого контура в низкотемпературной зоне протекал в высокотемпературную зону через перегородку 6, до этого был и предложены различные уплотнительные конструкции 40 и 41, которые используют уплотнительный сильфон и лабиринтное уплотнение, как в реакторе 1 на быстрых нейтронах, описанном в Патентном документе 1. Однако, как описано выше, эти уплотнительные конструкции 40, 41 подвергаются большому перепаду температур и большому перепаду давлений. В дополнение, качество герметизации находится под влиянием производственного допуска, такого как шероховатость поверхности и плоскостность поверхности герметизации, и установочного допуска, такого как параллельность и соосность. Таким образом, трудно предоставить герметизирующую конструкцию, имеющую достаточную герметизирующую способность.

Когда герметизирующая функция перегородки 6 недостаточна, есть возможность, что нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура низкой температуры из выпуска электромагнитного насоса 14, мог бы втекать в теплоноситель 21 первого контура в высокотемпературной зоне на выпуске активной зоны 2. В этом случае, перепад температур между впуском и выпуском промежуточного теплообменника 15 возможно уменьшается, давая в результате ухудшение теплообменной функции. Таким образом, тепловой баланс реактора 1 на быстрых нейтронах может быть потерян, что вызывает большое влияние на отдачу энергоблока. В дополнение, поскольку величина потока теплоносителя 21 первого контура для охлаждения активной зоны 2 теряется, есть возможность, что температура активной зоны 2 могла бы повышаться, тем самым, снижается безопасность реактора 1 на быстрых нейтронах.

В дополнение, в традиционном реакторе 1 на быстрых нейтронах, промежуточный теплообменник 15 и электромагнитный насос 14 скомпонованы последовательно друг с другом. Таким образом, если электромагнитный насос 14, имеющий более высокую вероятность появления отказа, поврежден, электромагнитный насос 14 и промежуточный теплообменник 15 должны вытаскиваться одновременно. В этом случае, поскольку оборудования радиоактивированы, необходимо заменять оба из оборудования. Кроме того, поскольку необходима огромная бочка для хранения этих оборудования или для перевозки этих оборудования к месту снятия с эксплуатации, требуются громадные затраты.

Настоящее изобретение было сделано ввиду вышеприведенных обстоятельств. Цель настоящего изобретения состоит том, чтобы предоставить реактор на быстрых

нейтронах, имеющий высокую герметизирующую способность по теплоносителю первого контура и превосходную ремонтпригодность.

Согласно настоящему изобретению, реактор на быстрых нейтронах содержит:
корпус ядерного реактора, вмещающий в нем активную зону и теплоноситель;
механизм поддержки активной зоны, расположенный в реакторе, механизм поддержки активной зоны тянется горизонтально, с тем чтобы поддерживать активную зону;

перегородку, тянущуюся параллельно с активной зоной и окружающую активную зону с боковой стороны;

промежуточный теплообменник, расположенный между внутренней поверхностью корпуса ядерного реактора и перегородкой, промежуточный теплообменник является сконфигурированным для охлаждения теплоносителя, который был нагрет активной зоной;

насос для теплоносителя, расположенный между внутренней поверхностью корпуса ядерного реактора и перегородкой, насос для теплоносителя является сконфигурированным для нагнетания теплоносителя, который прошел через внутренний теплообменник, с тем чтобы охлаждаться; и

нижний ресивер, сконструированный под механизмом поддержки активной зоны, нижний ресивер является сконфигурированным, чтобы направлять теплоноситель, который был нагнетен насосом для теплоносителя, в активную зону;

при этом:

механизм поддержки активной зоны оснащен проемом, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя; и

между выпуском насоса для теплоносителя и механизмом поддержки активной зоны расположен механизм направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя из насоса для теплоносителя в нижний ресивер через проем механизма поддержки активной зоны.

Реактор на быстрых нейтронах согласно настоящему изобретению дополнительно может содержать нейтронный защитный экран, расположенный ниже насоса для теплоносителя,

при этом, механизм поддержки активной зоны сформирован из верхней опорной плиты, расположенной между насосом для теплоносителя и нейтронным защитным экраном, с тем чтобы поддерживать нейтронный защитный экран, верхняя опорная плита имеет проем, к которому присоединен механизм направления теплоносителя.

В этом случае, механизм направления теплоносителя может включать в себя верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и нижний цоколь, расположенный ниже верхнего цоколя и установленный на верхней опорной плите, верхний цоколь может быть оснащен выступающим вниз патрубком, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя, и нижний цоколь может быть оснащен приемником патрубка, скользящим образом сцепленным с патрубком верхнего цоколя.

В качестве альтернативы, механизм направления теплоносителя может включать в себя кольцевой верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и кольцевой нижний цоколь, расположенный ниже верхнего цоколя и установленный на верхней опорной плите, верхний цоколь может включать в себя кольцевую внутреннюю стенку, тянущуюся вниз от выпуска насоса для

теплоносителя, и кольцевую наружную стенку, тянущуюся вниз от выпуска насоса для теплоносителя, а нижний цоколь может включать в себя кольцевую приемную часть, скользящим образом сцепленную с внутренней стенкой верхнего цоколя и наружной стенкой верхнего цоколя.

В реакторе на быстрых нейтронах согласно настоящему изобретению, механизм поддержки активной зоны может быть сформирован из опорной решетки активной зоны, поддерживающей активную зону снизу и имеющей проем, к которому присоединен механизм направления теплоносителя.

В этом случае, механизм направления теплоносителя может включать в себя верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и нижний цоколь, расположенный ниже верхнего цоколя и установленный на опорной решетке активной зоны, и верхний цоколь может быть оснащен выступающим вниз патрубком, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя, а нижний цоколь может быть оснащен приемником патрубка, скользящим образом сцепленным с патрубком верхнего цоколя.

В качестве альтернативы, механизм направления теплоносителя может включать в себя кольцевой верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и кольцевой нижний цоколь, расположенный ниже верхнего цоколя и установленный на опорной решетке активной зоны, верхний цоколь может включать в себя кольцевую внутреннюю стенку, тянущуюся вниз от выпуска насоса для теплоносителя, и кольцевую наружную стенку, тянущуюся вниз от выпуска насоса для теплоносителя, а нижний цоколь может включать в себя кольцевую приемную часть, скользящим образом сцепленную с внутренней стенкой верхнего цоколя и наружной стенкой верхнего цоколя.

Реактор на быстрых нейтронах согласно настоящему изобретению дополнительно может содержать:

нейтронный защитный экран, расположенный ниже насоса для теплоносителя; и верхнюю опорную плиту, расположенную между насосом для теплоносителя и нейтронным защитным экраном, с тем чтобы поддерживать нейтронный защитный экран;

при этом:

механизм направления теплоносителя включает в себя верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и трубопровод, проходящий через верхнюю опорную плиту в одном конце трубопровода, являющимся зацепленным с верхним цоколем, а другим его концом, являющимся присоединенным к опорной решетке активной зоны.

верхний цоколь оснащен выступающим вниз патрубком, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя; и

Один конец трубопровода скользящим образом зацеплен с патрубком верхнего цоколя.

В реакторе на быстрых нейтронах согласно настоящему изобретению, патрубок может быть присоединен к верхнему цоколю через уплотнение со сферическим гнездом.

В реакторе на быстрых нейтронах согласно настоящему изобретению, верхний цоколь может быть оснащен множеством патрубков, и по меньшей мере один из патрубков является более длинным, чем другой патрубок(ки).

В реакторе на быстрых нейтронах согласно настоящему изобретению, когда наблюдается сверху, насос для теплоносителя может быть скомпонован в положении, более близком к активной зоне, чем промежуточный теплообменник, из условия чтобы насос для теплоносителя и промежуточный теплообменник не перекрывались друг с другом.

В реакторе на быстрых нейтронах согласно настоящему изобретению, часть перегородки, которая расположена выше верхней опорной плиты, может быть сформирована из уплотнения манометра.

Согласно настоящему изобретению, в реакторе на быстрых нейтронах, содержащем корпус ядерного реактора, вмещающий в него активную зону и теплоноситель, насос для теплоносителя, который сконфигурирован для нагнетания теплоносителя, который прошел через промежуточный теплообменник, с тем чтобы охлаждаться, размещен между внутренней поверхностью корпуса ядерного реактора и перегородкой, и нейтронный защитный экран расположен ниже насоса для теплоносителя. В дополнение, верхняя опорная плита, поддерживающая нейтронный защитный экран, расположена между насосом для теплоносителя и нейтронным защитным экраном. Верхняя опорная плита имеет проем, через который, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя. Между выпуском насоса для теплоносителя и верхней опорной плитой расположен механизм направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя из насоса для теплоносителя на нейтронный защитный экран через проем верхней опорной плиты. Таким образом, теплоноситель низкой температуры, который был охлажден промежуточным теплообменником и нагнетен насосом для теплоносителя, может направляться механизмом направления теплоносителя на нейтронный защитный экран через проем верхней опорной плиты. Поэтому, нет возможности, чтобы теплоноситель низкой температуры, который был нагнетен насосом для теплоносителя, вытекал в теплоноситель высокой температуры, который был нагрет активной зоной, через перегородку, тем самым, можно улучшать герметизирующую способность между теплоносителем низкой температуры, который был нагнетен насосом для теплоносителя, и теплоносителем высокой температуры, который был нагрет активной зоной. Как результат, может предотвращаться снижение эффективности производства энергии реактора на быстрых нейтронах, а также может улучшаться надежность реактора на быстрых нейтронах.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг. 1 - вид, показывающий реактор на быстрых нейтронах в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 - вид, показывающий герметизирующую конструкцию вокруг электромагнитного насоса в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 3 - вид, показывающий механизм направления теплоносителя в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4(a) - вид, показывающий верхний цоколь, когда наблюдается сверху, в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4(b) - вид, показывающий верхний цоколь, когда наблюдается снизу, в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4(c) - вид, показывающий патрубок верхнего цоколя при увеличении.

Фиг. 5(а) - вид, показывающий нижний цоколь, когда наблюдается сверху, в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 5(б) - вид, показывающий нижний цоколь, когда наблюдается снизу, в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 6(а) - вид, показывающий, что верхний цоколь и нижний цоколь присоединены друг к другу, в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 6(б) - вид в разрезе, показывающий, что верхний цоколь и нижний цоколь присоединены друг к другу, в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 7 - вид, показывающий механизм направления теплоносителя во втором варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 8 - вид, показывающий механизм направления теплоносителя в третьем варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 9 - вид, показывающий механизм направления теплоносителя в четвертом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 10 - вид, показывающий герметизирующую конструкцию вокруг электромагнитного насоса в пятом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 11 - вид, показывающий реактор на быстрых нейтронах в шестом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 12 - вид, показывающий реактор на быстрых нейтронах в седьмом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 13 - вид, показывающий реактор на быстрых нейтронах в восьмом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 14 - вид, показывающий реактор на быстрых нейтронах в девятом варианте осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 15 - вид, показывающий традиционный реактор на быстрых нейтронах.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Первый вариант осуществления

Первый вариант осуществления настоящего изобретения будет описан ниже со ссылкой на чертежи. Фиг. с 1 по 6 - виды, показывающие реактор на быстрых нейтронах в первом варианте осуществления настоящего изобретения.

Сначала, реактор 1 на быстрых нейтронах в этом варианте осуществления в целом описан со ссылкой на фиг. 1.

Как показано на фиг. 1, реактор 1 на быстрых нейтронах включает в себя: корпус 7 ядерного реактора, вмещающий в нем активную зону 2, сформированную из ядерной топливной сборки, содержащей в себе плутоний, и теплоноситель 21 первого контура (теплоноситель), сформированный из жидкого натрия; опорную решетку 13 активной зоны, расположенную в корпусе 7 ядерного реактора, с тем чтобы поддерживать активную зону 2 снизу; ствол 3 активной зоны, расположенный на опорной решетке 13 активной зоны, с тем чтобы окружать активную зону 2 с боковой стороны; отражатель 4, расположенный, с тем чтобы окружать ствол 3 активной зоны; и тянущуюся вверх перегородку 6, расположенную на опорной решетке 13 активной зоны, с тем чтобы окружать активную зону 2, ствол 3 активной решетки и отражатель 4 с боковой стороны. Отражатель 4 составлен из части 4a отражения нейтронов и части 4b полого объемного резонатора. Инертный газ или металл, имеющий более

низкую способность отражения нейтронов, чем у теплоносителя 21 первого контура, заключен в полном пространстве части 4b резонатора.

В дополнение, как показано на фиг. 1, между внутренней поверхностью корпуса 7 ядерного реактора и перегородкой 6 расположен кольцевой промежуточный теплообменник 15, сконфигурированный для охлаждения теплоносителя 21 первого контура, который был нагрет активной зоной 2. Насос для теплоносителя, например, кольцевой электромагнитный насос 14, сконфигурированный для нагнетания теплоносителя 21 первого контура, который прошел через промежуточный теплообменник 15, с тем чтобы охлаждаться, расположен между внутренней поверхностью корпуса 7 ядерного реактора и перегородкой 6 в положении возле промежуточного теплообменника 15.

Нейтронный защитный экран 8 расположен между внутренней поверхностью корпуса 7 ядерного реактора и перегородкой 6 в положении ниже электромагнитного насоса 14. Как показано на фиг. 1, между нейтронным защитным экраном 8 и электромагнитным насосом 14 расположена верхняя опорная плита 29, поддерживающая нейтронный защитный экран 8 сверху.

Перегородка 6 составлена из нижней перегородки 6a, окружающей активную зону 2, ствол 3 активной зоны и отражатель 4 с боковой стороны, и верхнюю перегородку 6b, окружающую теплоноситель 21 первого контура, который был нагрет активной зоной 2. Нижняя перегородка 6a смонтирована на верхней опорной плите 29 через герметизирующий элемент (не показан), из условия чтобы нижняя перегородка 6a была скользящей в направлении вверх и вниз. Таким образом, когда нижняя перегородка 6a расширяется или сжимается в направлении вверх и вниз посредством теплового расширения, нижняя перегородка 6a может быть скользящей в направлении вверх и вниз по отношению к верхней опорной плите 29.

Затем, со ссылкой на фиг. 2 описана конструкция вокруг электромагнитного насоса 14. Как показано на фиг. 2, верхняя опорная плита 29 имеет проем 29a, через который проходит нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14. Между выпуском 14b электромагнитного насоса и верхней опорной плитой 29 расположен механизм 17 направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 на нейтронный защитный экран 8 через проем 29a верхней опорной плиты 29.

Как описано ниже, теплоноситель 21 первого контура, направляемый к нейтронному защитному экрану 8, проходит через проем 13a опорной решетки 13 активной зоны, чтобы втекать в нижний ресивер 33, показанный на фиг. 2. После этого, теплоноситель 21 первого контура перемещается вверх наряду с охлаждением активной зоны 2. Теплоноситель 21 первого контура, который был нагрет активной зоной 2, достигает верхнего ресивера 32, показанного на фиг. 1, а затем втекает во выпуск 15a промежуточного теплообменника 15 над верхней перегородкой 6b. После того, как теплоноситель 21 первого контура был охлажден в промежуточном теплообменнике 15, теплоноситель 21 первого контура вытекает из выпуска 15b промежуточного теплообменника 15. Затем, теплоноситель 21 первого контура всасывается во выпуск 14a у выпуска 14a электромагнитного насоса 14. В этом варианте осуществления, как показано на фиг. 2, зона, заполненная теплоносителем 21 первого контура, который был охлажден промежуточным теплообменником 15 и еще не

нагнетен электромагнитным насосом 14, дает низкотемпературную зону 23 низкого давления. Кроме того, зона, заполненная теплоносителем 21 первого контура, который был нагнетен электромагнитным насосом 14 и еще не нагрет активной зоной 2, дает низкотемпературную зону 24 высокого давления. Кроме того, зона, заполненная теплоносителем 21 первого контура, который был нагрет активной зоной 2 и еще не охлажден промежуточным теплообменником 15, дает высокотемпературную зону 25.

Как показано на фиг. 2, когда наблюдается сверху, кольцевой электромагнитный насос 14 скомпонован в положении, более близком к активной зоне 2, чем промежуточный теплообменник 15, из условия чтобы кольцевой электромагнитный насос 14 и промежуточный теплообменник 15 не перекрывались друг с другом. Таким образом, когда реактор 1 на быстрых нейтронах ремонтируется или подвергается техническому обслуживанию, электромагнитный насос 14 может независимо вытаскиваться вверх наряду с тем, что промежуточный теплообменник 15 остается в реакторе 1 на быстрых нейтронах.

Вообще, поскольку частота отказов электромагнитного насоса 14 выше, чем частота отказов промежуточного теплообменника, электромагнитный насос 14 должен заменяться чаще. В это время, предположим, что промежуточный теплообменник 15 и электромагнитный насос 14 скомпонованы, чтобы перекрываться друг с другом, когда наблюдаются сверху. При такой конструкции, когда сломанный электромагнитный насос 14 заменяется, электромагнитный насос 14 вытаскивается вместе с промежуточным теплообменником 15. В этом случае, поскольку электромагнитный насос 14 и промежуточный теплообменник 15 оба радиоактивированы, должен заменяться не только сломанный электромагнитный насос 14, но также и промежуточный теплообменник 15, который не сломан.

С другой стороны, согласно этому варианту осуществления, когда наблюдается сверху, кольцевой электромагнитный насос 14 скомпонован в положении, более близком к активной зоне 2, чем промежуточный теплообменник 15, из условия чтобы кольцевой электромагнитный насос 14 и промежуточный теплообменник 15 не перекрывались друг с другом. Таким образом, по сравнению со случаем, в котором промежуточный теплообменник 15 и электромагнитный насос 14 скомпонованы, чтобы перекрываться друг с другом, когда наблюдаются сверху, затраты, требуемые для технического обслуживания и ремонта реактора 1 на быстрых нейтронах, могут быть сокращены.

В дополнение, как показано на фиг. 2, касательно верхней перегородки 6b у перегородки 6, которая расположена выше верхней опорной плиты 29, часть верхней перегородки 6b, которая расположена близко к электромагнитному насосу 14 в положении, более близком к активной зоне 2, чем электромагнитный насос 14, и часть верхней перегородки 6b, которая расположена близко к электромагнитному насосу 14 между электромагнитным насосом 14 и промежуточным теплообменником 15, соответственно сформированы уплотнениями 34 манометра. Благодаря этим уплотнениям 34 манометра, в положении, близком к электромагнитному насосу 14, может надежно предотвращаться, что теплоноситель 21 первого контура в низкотемпературной зоне 23 низкого давления протекает в высокотемпературную зону 25, и что теплоноситель 21 первого контура в высокотемпературной зоне 25 протекает в низкотемпературную зону 23 низкого давления. В дополнение,

соответственные уплотнения 34 манометров заполнены инертным газом 35, в силу чего, тепло может предохраняться от перемещения из высокотемпературной зоны 25 в низкотемпературную зону 23 низкого давления.

Затем, со ссылкой на фиг. с 3 по 6, подробно описан механизм 17 направления теплоносителя. Как показано на фиг. 3, механизм 17 направления теплоносителя составлен из кольцевого верхнего цоколя 18, установленного на выпуске 14b электромагнитного насоса 14, и кольцевого нижнего цоколя 20, расположенного ниже верхнего цоколя 18, из условия чтобы нижний цоколь 20 был установлен на верхней опорной плите 29, с тем чтобы накрывать проем 29a верхней опорной плиты 29 сверху. Как показано на фиг. 4(a), 4(b) и 4(c), верхний цоколь 18 оснащен множеством патрубков 19 в его направлении вдоль окружности. Каждый из патрубков 19 выступает вниз и пропускает через него нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14. Как показано на фиг. 5(a) и 5(b), а также фиг. 6(a) и 6(b), нижний цоколь 20 оснащен множеством приемников 20a патрубка, которые скользящим образом зацеплены с соответствующими патрубками 19 верхнего цоколя 18. Благодаря такому механизму 17 направления теплоносителя, нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 может направляться к нейтронному защитному экрану 8 через проем 29a верхней опорной плиты 29, причем, нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 экранирован от теплоносителя 21 первого контура в низкотемпературной зоне 23 низкого давления.

Как показано на фиг. 3, два кольцевых уплотнения 19a вставлены между патрубками 19 и приемниками 20a патрубка. Как показано на фиг. 3, герметизирующий элемент 51 вставлен между нижней поверхностью нижнего цоколя 20 и верхней поверхностью верхней опорной плиты 29. Таким образом, нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 может более надежно экранироваться от теплоносителя 21 первого контура в низкотемпературной зоне 23 низкого давления.

Как показано двухточечными штрихпунктирными линиями на фиг. 4(b), по меньшей мере один из патрубков 19 верхнего цоколя 18 может быть сформирован более длинным патрубком 19c, который длиннее, чем другие патрубки 19.

Затем, описана работы этого варианта осуществления, как сконструированный выше. Здесь, описан поток теплоносителя 12 первого контура в реакторе 1 на быстрых нейтронах.

После того, как теплоноситель 21 первого контура, который был нагрет активной зоной 2, например, теплоноситель 21 первого контура температуры около 500°C, достиг верхнего ресивера 32, показанного на фиг. 1, теплоноситель 21 первого контура втекает во впуск 15a промежуточного теплообменника 15 над верхней перегородкой 6b. В промежуточном теплообменнике 15, тепло обменивается между теплоносителем 21 первого контура и теплоносителем 31 второго контура, показанным на фиг. 1, в силу чего, теплоноситель 21 первого контура охлаждается, а теплоноситель 31 второго контура нагревается. Температура теплоносителя 21 первого контура, который был охлажден в промежуточном теплообменнике 15, например, имеет значение около 350°C.

Теплоноситель 21 первого контура, который был охлажден в промежуточном теплообменнике 15, вытекает из выпуска 15b промежуточного теплообменника 15.

Затем, теплоноситель 21 первого контура всасывается во выпуск 14а электромагнитного насоса 14. Теплоноситель 21 первого контура, подвергнувшийся всасыванию во выпуск 14а электромагнитного насоса 14, нагнетается в электромагнитном насосе 14. После этого, теплоноситель 21 первого контура выпускается из выпуска 14b электромагнитного насоса 14. Теплоноситель 21 первого контура, подвергнувшийся выпуску из выпуска 14b электромагнитного насоса 14, направляется к нейтронному защитному экрану 8 через механизм 17 направления теплоносителя и проем 29а верхней опорной плиты 29.

Теплоноситель 21 первого контура, направлявшийся на нейтронный защитный экран 8, затем втекает в нижний ресивер 33, показанный на фиг. 1 и 2, через проем 13а опорной решетки 13 активной зоны. После того, как показано на фиг. 1 и 2, теплоноситель 21 первого контура, перемещается вверх наряду с охлаждением активной зоны 2.

При выпуске нагнетаемого теплоносителя 21 первого контура приблизительно в 350°C из выпуска 14b электромагнитного насоса 14, теплоноситель 21 первого контура, подвергнувшийся выпуску из выпуска 14b электромагнитного насоса 14, направляется механизмом 17 направления теплоносителя на нейтронный защитный экран 8 через проем 29а верхней опорной плиты 29. Вне механизма 17 направления теплоносителя сформирована низкотемпературная зона 23 низкого давления, которая заполнена теплоносителем 21 первого контура приблизительно в 350°C , который еще не нагнетен. Низкотемпературная зона 23 низкого давления находится в контакте с высокотемпературной зоной 25, которая заполнена теплоносителем 21 первого контура приблизительно в 500°C , который был нагрет активной зоной 2, через верхнюю перегородку 6b. А именно, низкотемпературная зона 24 высокого давления, которая заполнена нагнетаемым теплоносителем 21 первого контура приблизительно в 350°C , не находится в контакте с высокотемпературной зоной 25, которая заполнена теплоносителем 21 первого контура приблизительно в 500°C , который был нагрет активной зоной 2, через верхнюю перегородку 6b. Таким образом, может предотвращаться, что нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура приблизительно в 350°C вытекает в высокотемпературную зону 25, и что перепад давлений между низкотемпературной зоной 24 высокого давления и высокотемпературной зоной 25 прикладывается к верхней перегородке 6b. Как результат, может предотвращаться снижение эффективности производства энергии реактора 1 на быстрых нейтронах, а также может улучшаться надежность реактора 1 на быстрых нейтронах.

В этом варианте осуществления, высокотемпературная зона 25 и низкотемпературная зона 23 низкого давления находятся в контакте друг с другом через верхнюю перегородку 6b. Здесь, перепад давлений между высокотемпературной зоной 25 и низкотемпературной зоной 23 низкого давления, который имеет значение около нескольких кПа, по существу равно потере давления в промежуточном теплообменнике 15. Таким образом, как показано на фиг. 2, когда уплотнение 34 манометра используется в качестве верхней перегородки 6b, разница по высоте между уровнем 34а жидкости в высокотемпературной зоне 25 и уровнем 34b жидкости в низкотемпературной зоне 23 низкого давления, имеет значение приблизительно нескольких сотен мм. Таким образом, утечка теплоносителя 21 первого контура

между высокотемпературной зоной 25 и низкотемпературной зоной 23 низкого давления может делаться по существу нулевой.

Согласно этому варианту осуществления, между выпуском 14b электромагнитного насоса 14 и верхней опорной плитой 29 расположен механизм 17 направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 по направлению к нейтронному защитному экрану 8 через проем 29а верхней опорной плиты 29. Таким образом, теплоноситель 21 первого контура низкой температуры, который был охлажден промежуточным теплообменником 15 и нагнетен электромагнитным насосом 14, может направляться механизмом 17 направления теплоносителя по направлению к нейтронному защитному экрану 8 через проем 29а верхней опорной плиты 29. Поэтому, нет возможности, чтобы теплоноситель 21 первого контура низкой температуры, который был нагнетен электромагнитным насосом 14, вытекал в теплоноситель 21 первого контура высокой температуры, который был нагрет активной зоной 2, через перегородку, тем самым, можно улучшать герметизирующую способность между теплоносителем 21 первого контура низкой температуры, который был нагнетен электромагнитным насосом 14, и теплоносителем 21 первого контура высокой температуры, который был нагрет активной зоной 2. Как результат, может предотвращаться снижение эффективности производства энергии реактора 1 на быстрых нейтронах, а также может улучшаться надежность реактора 1 на быстрых нейтронах.

В дополнение, согласно этому варианту осуществления, механизм 17 направления теплоносителя составлен из кольцевого верхнего цоколя 18, установленного на выпуске 14b электромагнитного насоса 14, и кольцевого нижнего цоколя 20, расположенного ниже верхнего цоколя 18, из условия чтобы нижний цоколь 20 был установлен на верхней опорной плите 29, с тем чтобы накрывать проем 29а верхней опорной плиты 29 сверху. Верхний цоколь 18 может быть оснащен множеством патрубков 19 в его направлении вдоль окружности. Каждый из патрубков 19 выступает вниз и пропускает через него нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14. Нижний цоколь 20 оснащен множеством приемников 20а патрубка, которые скользящим образом зацеплены с соответствующими патрубками 19 верхнего цоколя 18. В дополнение, два кольцевых уплотнения 19а вставлены между патрубками 19 и приемниками 20а патрубка. Таким образом, может предотвращаться, что нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 вытекает в низкотемпературную зону 23 высокого давления, которая заполнена теплоносителем 21 первого контура, который еще не нагнетен.

В дополнение, согласно этому варианту осуществления, когда наблюдается сверху, кольцевой электромагнитный насос 14 скомпонован в положении, более близком к активной зоне 2, чем промежуточный теплообменник 15, из условия чтобы кольцевой электромагнитный насос 14 и промежуточный теплообменник 15 не перекрывались друг с другом. Таким образом, когда реактор 1 на быстрых нейтронах ремонтируется или подвергается техническому обслуживанию, электромагнитный насос 14 может независимо вытаскиваться вверх наряду с тем, что промежуточный теплообменник 15 остается в реакторе 1 на быстрых нейтронах. Таким образом, по сравнению со случаем, в котором промежуточный теплообменник 15 и электромагнитный насос 14

скомпонованы, чтобы перекрываться друг с другом, когда наблюдаются сверху, затраты, требуемые для технического обслуживания и ремонта реактора 1 на быстрых нейтронах, могут быть сокращены.

В дополнение, согласно этому варианту осуществления, часть верхней перегородки 6b, которая расположена близко к электромагнитному насосу 14 в положении, более близком к активной зоне 2, чем электромагнитный насос 14, и часть верхней перегородки 6b, которая расположена близко к электромагнитному насосу 14 между электромагнитным насосом 14 и промежуточным теплообменником 15, соответственно сформированы из уплотнений 34 манометра. Благодаря этим уплотнениям 34 манометра, в положении, близком к электромагнитному насосу 14, может надежно предотвращаться, что теплоноситель 21 первого контура в низкотемпературной зоне 23 низкого давления протекает в высокотемпературную зону 25, и что теплоноситель 21 первого контура в высокотемпературной зоне 25 протекает в низкотемпературную зону 23 низкого давления. В дополнение, соответствующие уплотнения 34 манометров заполнены инертным газом 35, в силу чего, тепло может предохраняться от перемещения из высокотемпературной зоны 25 в низкотемпературную зону 23 низкого давления.

В этом варианте осуществления, насос для теплоносителя сформирован из электромагнитного насоса 14, что имеет место в качестве примера. Однако, не в качестве ограничения, механический насос или другой насос могут использоваться в качестве насоса для теплоносителя.

В дополнение, в этом варианте осуществления, предусмотрены кольцевой промежуточный теплообменник 15 и кольцевой электромагнитный насос 14, что имеет место в качестве примера. Однако, не в качестве ограничения, множество промежуточных теплообменников 15 и множество электромагнитных насосов 14 могут быть скомпонованы в направлении вдоль окружности. В этом случае, электромагнитный насос 14 может легче вытаскиваться вверх.

В дополнение, в этом варианте осуществления, часть верхней перегородки 6b, которая расположена близко к электромагнитному насосу 14 в положении, более близком к активной зоне 2, чем электромагнитный насос 14, и часть верхней перегородки 6b, которая расположена близко к электромагнитному насосу 14 между электромагнитным насосом 14 и промежуточным теплообменником 15, соответственно сформированы из уплотнений 34 манометра, что имеет место в качестве примера. Однако, не в качестве ограничения, уплотнение 34 манометра может использоваться только на одной из части, которая расположена близко к электромагнитному насосу 14 в положении, более близком к активной зоне 2, чем электромагнитный насос 14, и части, которая расположена близко к электромагнитному насосу 14 между электромагнитным насосом 14 и промежуточным теплообменником 15.

В дополнение, в этом варианте осуществления, когда расходомер (не показан) размещен на нижнем конце электромагнитного насоса 14, верхний цоколь 18 может быть помещен ниже расходомера.

Второй вариант осуществления

Затем, со ссылкой на фиг. 7, описан второй вариант осуществления настоящего изобретения. Фиг. 7 - вид, показывающий механизм направления теплоносителя во втором варианте осуществления настоящего изобретения.

Второй вариант осуществления, показанный на фиг. 7, является по существу таким же, как первый вариант осуществления, показанный на фиг. с 1 по 6, за исключением того, что соответственные патрубки присоединены к верхнему цоколю через уплотнения со сферическим гнездом. Во втором варианте осуществления, показанном на фиг. 7, такие же элементы, как у первого варианта осуществления, показанного на фиг. с 1 по 6, показаны под теми же самыми номерами ссылки, а их подробное описание опущено.

Как показано на фиг. 7, соответственные патрубки 19 механизма 17 направления теплоносителя присоединены к верхнему цоколю 18 через уплотнения 19b со сферическим гнездом. Таким образом, каждый патрубок 19, по выбору, может быть наклонен в пределах predetermined диапазона по отношению к верхнему цоколю 18. Поэтому, производственный допуск и установочный допуск механизма 17 направления теплоносителя могут поглощаться, а также может поглощаться деформация конструкции механизма 17 направления теплоносителя, которая вызывается во время работы реактора 1 на быстрых нейтронах. В дополнение, может облегчаться выравнивание каждого патрубка 19 с соответствующим приемником 20a патрубка нижнего цоколя 20.

Согласно этому варианту осуществления, соответственные патрубки 19 механизма 17 направления теплоносителя присоединяются к верхнему цоколю 18 через уплотнения 19b со сферическим гнездом. Таким образом, может предотвращаться, что нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 вытекает в низкотемпературную зону 23 высокого давления, которая заполнена теплоносителем 21 первого контура, который еще не нагнетается. В дополнение, может облегчаться ввод в действие реактора 1 на быстрых нейтронах, и может улучшаться ремонтпригодность реактора 1 на быстрых нейтронах.

Третий вариант осуществления

Затем, со ссылкой на фиг. 8, описан третий вариант осуществления настоящего изобретения. Фиг. 8 - вид, показывающий механизм направления теплоносителя в третьем варианте осуществления настоящего изобретения.

Третий вариант осуществления, показанный на фиг. 8, по существу является таким же, как первый вариант осуществления, показанный на фиг. с 1 по 6, за исключением того, что механизм направления теплоносителя включает в себя трубопровод, проходящий через верхнюю опорную плиту, причем, один конец трубопровода зацепляется с верхним цоколем, а другой его конец присоединяется к опорной решетке активной зоны. В третьем варианте осуществления, показанном на фиг. 8, такие же элементы, как у первого варианта осуществления, показанного на фиг. с 1 по 6, показаны под теми же самыми номерами ссылки, а их подробное описание опущено.

Как показано на фиг. 8, механизм 17 направления теплоносителя включает в себя кольцевой верхний цоколь 18, установленный на выпуске 14b электромагнитного насоса 14, и трубопровод 22, проходящий через проем верхнюю опорную плиту 29, причем, один конец 22a трубопровода 22 зацепляется с верхним цоколем 18, а другой конец 22b трубопровода 22 присоединяется к опорной решетке 13 активной зоны. Верхний цоколь 18 оснащен выступающими вниз патрубками 19, через которые проходит нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного

насоса 14. Один конец 22а трубопровода скользящим образом зацеплен с патрубками верхнего цоколя 18 через два кольцевых уплотнения 19а.

Согласно этому варианту осуществления, предусмотрен трубопровод 22, проходящий через верхнюю опорную плиту 29, причем, один конец 22а скользящим образом зацепляется с верхним цоколем, а другой конец 22b присоединяется к опорной решетке 13 активной зоны. Поскольку выпуск 14b электромагнитного насоса 14 и верхняя опорная плита 29 присоединены друг к другу через трубопровод 22, теплоноситель 21 первого контура может направляться вплоть до нижнего ресивера 33 без уменьшения его расхода. Таким образом, может улучшаться эффективность реактора 1 на быстрых нейтронах, а также может облегчаться герметизирующая конструкция между верхней опорной плитой 29 и стволом 3 активной зоны.

Четвертый вариант осуществления

Затем, со ссылкой на фиг. 9, описан четвертый вариант осуществления настоящего изобретения. Фиг. 9 - вид, показывающий механизм направления теплоносителя в четвертом варианте осуществления настоящего изобретения.

Четвертый вариант осуществления, показанный на фиг. 9, является по существу таким же, как первый вариант осуществления, показанный на фиг. с 1 по 6, за исключением того, что верхний цоколь включает в себя кольцевую внутреннюю стенку, тянущуюся вниз от выпуска электромагнитного насоса, и кольцевую наружную стенку, тянущуюся вниз от выпуска электромагнитного насоса, и что нижний цоколь включает в себя кольцевую приемную часть, скользящим образом зацепленную с внутренней стенкой верхнего цоколя и его верхней стенкой. В четвертом варианте осуществления, показанном на фиг. 9, такие же элементы, как у первого варианта осуществления, показанного на фиг. с 1 по 6, показаны под теми же самыми номерами ссылки, а их подробное описание опущено.

Как показано на фиг. 9, механизм 17 направления теплоносителя составлен из кольцевого верхнего цоколя 18, установленного на выпуске 14b электромагнитного насоса 14, и кольцевого нижнего цоколя 20, расположенного ниже верхнего цоколя 18, из условия чтобы нижний цоколь 20 был установлен на верхней опорной плите 29, с тем чтобы накрывать проем 29а верхней опорной плиты 29 сверху. Верхний цоколь 18 включает в себя кольцевую внутреннюю стенку 18а, тянущуюся вниз от выпуска 14b электромагнитного насоса 14, и кольцевую наружную стенку 18b, тянущуюся вниз от выпуска 14b электромагнитного насоса 14. В дополнение, на нижнем цоколе 20 сформирована кольцевая приемная часть 20b, скользящим образом зацепленная с внутренней стенкой 18а верхнего цоколя 18 и его наружной стенкой 18b. Два кольцевых уплотнения 19d вставлены между кольцевой внутренней стенкой 18а и внутренней боковой поверхностью кольцевой приемной части 20b. Два кольцевых уплотнения 19е вставлены между кольцевой внутренней стенкой 18b и наружной боковой поверхностью кольцевой приемной части 20b.

Согласно этому варианту осуществления, верхний цоколь 18 включает в себя кольцевую внутреннюю стенку 18а, тянущуюся вниз от выпуска 14b электромагнитного насоса 14, и кольцевую наружную стенку 18b, тянущуюся вниз от выпуска 14b электромагнитного насоса 14. В дополнение, на нижнем цоколе 20 сформирована кольцевая приемная часть 20, скользящим образом зацепленная с внутренней стенкой 18а и наружной стенкой 18b верхнего цоколя 18. Поскольку

конструкции верхнего цоколя 18 и нижнего цоколя 20 могут быть упрощены, может достигаться снижение себестоимости.

Пятый вариант осуществления

Затем, со ссылкой на фиг. 10, описан пятый вариант осуществления настоящего изобретения. Фиг. 10 - вид, показывающий герметизирующую конструкцию вокруг электромагнитного насоса в пятом варианте осуществления настоящего изобретения.

Пятый вариант осуществления, показанный на фиг. 10, по существу является таким же, как первый вариант осуществления, показанный на с фиг. 1 по 6, за исключением того, что промежуточный теплообменник и электромагнитный насос соединены последовательно друг с другом в направлении вверх и вниз. В пятом варианте осуществления, показанном на фиг. 10, такие же элементы, как у первого варианта осуществления, показанного на фиг. с 1 по 6, показаны под теми же самыми номерами ссылки, а их подробное описание опущено.

Как показано на фиг. 10, в реакторе 1 на быстрых нейтронах, промежуточный теплообменник 15 и электромагнитный насос 14 соединены последовательно друг с другом в направлении вверх и вниз. Подобно первому варианту осуществления, показанному на фиг. с 1 по 6, между выпуском 14b электромагнитного насоса и верхней опорной плитой 29 расположен механизм 17 направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 по направлению к нейтронному защитному экрану 8 через проем 29a верхней опорной плиты 29. Таким образом, можно улучшать герметизирующую способность между теплоносителем 21 первого контура высокой температуры, который был нагрет активной зоной 2, и теплоносителем 21 первого контура низкой температуры, который был нагнетен электромагнитным насосом 14. Как результат, может предотвращаться снижение эффективности производства энергии реактора 1 на быстрых нейтронах, а также может улучшаться надежность реактора 1 на быстрых нейтронах.

Шестой вариант осуществления

Затем, со ссылкой на фиг. 11, описан шестой вариант осуществления настоящего изобретения. Фиг. 11 - вид, показывающий реактор на быстрых нейтронах в шестом варианте осуществления настоящего изобретения.

В вышеупомянутых соответственных вариантах осуществления, механизм поддержки активной зоны, расположенный в корпусе ядерного реактора, который тянется горизонтально, с тем чтобы поддерживать активную зону, сформирован из верхней опорной плиты, а механизм направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя из насоса для теплоносителя, присоединен к проему верхней опорной плиты, что имеет место в качестве примера. Однако, не в качестве ограничения, механизм поддержки активной зоны может быть сформирован из опорной решетки активной зоны, поддерживающей активную зону снизу и имеющей проем, к которому присоединен механизм направления теплоносителя. Ниже, со ссылкой на фиг. 11, описан реактор на быстрых нейтронах в шестом варианте осуществления настоящего изобретения. В шестом варианте осуществления, показанном на фиг. 11, такие же элементы, как у первого варианта осуществления, показанного на фиг. с 1 по 6, показаны под теми же самыми номерами ссылки, а их подробное описание опущено.

Как показано на фиг. 11, кольцевой промежуточный теплообменник 15, сконфигурированный для охлаждения теплоносителя 21 первого контура, который был нагрет активной зоной 2, расположен между верхней опорной плитой 29 и внутренней поверхностью корпуса 7 ядерного реактора. Как показано на фиг. 11, кольцевой электромагнитный насос 14, который сконфигурирован для нагнетания теплоносителя первого контура, который прошел через промежуточный теплообменник 15, с тем чтобы охладиться, расположен вокруг активной зоны 2. Электромагнитный насос 14 соединен последовательно с промежуточным теплообменником 15 в направлении вверх и вниз. В дополнение, как показано на фиг. 11, множество, например, два, кольцевых электромагнитных насосов 14 соединены последовательно друг с другом в направлении вверх и вниз. Вследствие этой конструкции, по сравнению со с первого по пятый вариантами осуществления, высота реактора 1 на быстрых нейтронах может быть укорочена. Таким образом, материал, используемый для корпуса 7 ядерного реактора, и тому подобного у реактора 1 на быстрых нейтронах может быть сокращен, в силу чего, затраты на реактор 1 на быстрых нейтронах могут быть дополнительно снижены. В дополнение, поскольку высота реактора 1 на быстрых нейтронах укорочена, реактор 1 на быстрых нейтронах может быть дополнительно стабилизирован, в силу чего, могут быть улучшены сейсмостойкость или тому подобное у реактора 1 на быстрых нейтронах.

Как показано на фиг. 11, опорная решетка 13 активной зоны, поддерживающая активную зону 2 снизу, оснащена проемом 13а, через который проходит нагнетаемый теплоноситель 21 из электромагнитного насоса 14. В дополнение, как показано на фиг. 11, между выпуском 14b электромагнитного насоса и опорной решеткой 13 активной зоны расположен механизм 17 направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя 21 первого контура из электромагнитного насоса 14 по направлению к нижнему ресиверу 33 через проем 13а опорной решетки 13 активной зоны. Таким образом, теплоноситель 21 первого контура может отделяться от своего окружения механизмом 17 направления теплоносителя с того времени, как теплоноситель 21 первого контура выпускается из электромагнитного насоса 14, до того времени, как теплоноситель 21 первого контура достигает проема 13а опорной решетки 13 активной зоны. Поэтому, может предотвращаться, что нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура приблизительно в 350°C вытекает в высокотемпературную зону 25, и что перепад давлений между низкотемпературной зоной 24 высокого давления и высокотемпературной зоной 25 прикладывается к нижней перегородке 6а. Как результат, может предотвращаться снижение эффективности производства энергии реактора 1 на быстрых нейтронах, а также может улучшаться надежность реактора 1 на быстрых нейтронах.

В этом варианте осуществления, конфигурация механизма 17 направления теплоносителя, показанного на фиг. 11, особо не ограничена. Например, подобно первому варианту осуществления, показанному на фиг. с 1 по 6, механизм 17 направления теплоносителя может быть составлен из кольцевого верхнего цоколя 18, установленного на выпуске 14b электромагнитного насоса 14, и кольцевого нижнего цоколя 20, расположенного ниже верхнего цоколя 18, из условия чтобы нижний цоколь 20 был установлен на опорной решетке 13 активной зоны, с тем чтобы накрывать проем 13а опорной решетки 13 активной зоны сверху. Здесь, верхний

цоколь 18 может быть оснащен множеством патрубков 19 в его направлении вдоль окружности. Каждый из патрубков 19 выступает вниз и пропускает через него нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14. В дополнение, нижний цоколь 20 может быть оснащен множеством приемников 20а патрубка, которые скользящим образом зацеплены с соответствующими патрубками 19 верхнего цоколя 18. В этом случае, подобно второму варианту осуществления, показанному на фиг. 7, соответственные патрубки 19 могут быть присоединены к верхнему цоколю 18 через уплотнения 19b со сферическим гнездом. В качестве альтернативы, подобно четвертому варианту осуществления, показанному на фиг. 9, верхний цоколь 18 может включать в себя кольцевую внутреннюю стенку 18а, тянущуюся вниз от выпуска 14b электромагнитного насоса 14, и кольцевую наружную стенку 18b, тянущуюся вниз от выпуска 14b электромагнитного насоса 14. В дополнение, на нижнем цоколе 20 может быть сформирована кольцевая приемная часть 20b, скользящим образом зацепленная с внутренней стенкой 18а верхнего цоколя 18 и его наружной стенкой 18b.

Седьмой вариант осуществления

Затем, со ссылкой на фиг. 12, описан седьмой вариант осуществления настоящего изобретения. Фиг. 12 - вид, показывающий реактор на быстрых нейтронах в седьмом варианте осуществления настоящего изобретения.

Седьмой вариант осуществления, показанный на фиг. 12, по существу является таким же, как шестой вариант осуществления, показанный на фиг. 11, за исключением того, что насос для теплоносителя включает в себя множество насосов (механических насосов, электромагнитных насосов, и т.д.), расположенных вокруг активной зоны. В седьмом варианте осуществления, показанном на фиг. 12, такие же элементы, как у шестого варианта осуществления, показанного на фиг. 11, показаны под теми же самыми номерами ссылки, а их подробное описание опущено. Как показано на фиг. 12, кольцевой промежуточный теплообменник 15, сконфигурированный для охлаждения теплоносителя 21 первого контура, который был нагрет активной зоной 2, расположен между верхней опорной плитой 29 и внутренней поверхностью корпуса 7 ядерного реактора. Теплообменник 15 сконструирован, из условия чтобы теплообменник мог быть соединен последовательно с множеством электромагнитных насосов 14, расположенных вокруг активной зоны 2 в направлении вверх и вниз. Например, как показано на правой стороне фиг. 12, один электромагнитный насос 14, расположенный вокруг активной зоны 2, соединен последовательно с промежуточным теплообменником 14 в направлении вверх и вниз. В дополнение, как показано на левой стороне фиг. 12, другой электромагнитный насос 14, может быть соединен последовательно с промежуточным теплообменником 14 в направлении вверх и вниз. Количество электромагнитных насосов 14, которые должны быть размещены вокруг активной зоны 2, может устанавливаться надлежащим образом в зависимости от технических условий реактора 1 на быстрых нейтронах.

Как показано на фиг. 12, между выпуском 14b электромагнитного насоса 14 и опорной решеткой 13 активной зоны расположен механизм 17 направления теплоносителя, сконфигурированный, чтобы направлять нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитных насосов 14 по направлению к нижнему ресиверу 33 через проем 13а опорной решетки 13 активной зоны. Таким образом, теплоноситель 21 первого контура может отделяться от своего окружения механизмом

17 направления теплоносителя с того времени, как теплоноситель 21 первого контура выпускается из электромагнитных насосов 14, до того времени, как теплоноситель 21 первого контура достигает проема 13а опорной решетки 13 активной зоны. Поэтому, может предотвращаться, что нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура приблизительно в 350°C вытекает в высокотемпературную зону 25, и что перепад давлений между низкотемпературной зоной 24 высокого давления и высокотемпературной зоной 25 прикладывается к нижней перегородке 6а. Как результат, может предотвращаться снижение эффективности производства энергии реактора 1 на быстрых нейтронах, а также может улучшаться надежность реактора 1 на быстрых нейтронах.

Восьмой вариант осуществления

Затем, со ссылкой на фиг. 13, описан восьмой вариант осуществления. Фиг. 13 - реактор на быстрых нейтронах в восьмом варианте осуществления настоящего изобретения.

Восьмой вариант осуществления, показанный на фиг. 13, по существу является таким же, как седьмой вариант осуществления, показанный на фиг. 12, за исключением того, что механизм направления теплоносителя присоединен к нижнему ресиверу, расположенному на опорной решетке активной зоны. В восьмом варианте осуществления, показанном на фиг. 13, такие же элементы, как у седьмого варианта осуществления, показанного на фиг. 12, показаны под теми же самыми номерами ссылки, а их подробное описание опущено.

Как показано на фиг. 13, механизм 17 направления теплоносителя включает в себя верхний цоколь 18, установленный на выпуске 14b электромагнитного насоса 14, и нижний цоколь 20, проходящий через проем 13а опорной решетки 13 активной зоны, причем, один конец нижнего цоколя 20 зацепляется с верхним цоколем 18, а другой его конец присоединен к нижнему ресиверу 33 опорной решетки 13 активной зоны. Поскольку выпуск 14b электромагнитного насоса 14 и нижний ресивер 33 присоединены друг к другу посредством механизма 17 направления теплоносителя, теплоноситель 21 первого контура может направляться вплоть до нижнего ресивера 33 без уменьшения его расхода. Таким образом, эффективность реактора 1 на быстрых нейтронах может быть улучшена.

Девятый вариант осуществления

Затем, со ссылкой на фиг. 14, описан девятый вариант осуществления настоящего изобретения. Фиг. 14 - реактор на быстрых нейтронах в девятом варианте осуществления настоящего изобретения.

Девятый вариант осуществления, показанный на фиг. 14, является по существу таким же, как первый вариант осуществления, показанный на фиг. с 1 по 6, за исключением того, что нижний цоколь сформирован из приемника патрубка, расположенного на верхней опорной плите. В девятом варианте осуществления, показанном на фиг. 14, такие же элементы, как у первого варианта осуществления, показанного на фиг. с 1 по 6, показаны под теми же самыми номерами ссылки, а их подробное описание опущено.

Как показано на фиг. 14, механизм 17 направления теплоносителя включает в себя кольцевой верхний цоколь 18, установленный на выпуске 14b электромагнитного насоса 14, кольцевой нижний цоколь 20, расположенный ниже верхнего цоколя 18, и установлен на верхней опорной плите 29. Как показано на фиг. 14, верхний цоколь 18

оснащен множеством патрубков 19 в его направлении вдоль окружности. Каждый из патрубков 19 выступает вниз и пропускает через него нагнетаемый теплоноситель 21 первого контура из электромагнитного насоса 14. Как показано на фиг. 14, нижний цоколь 20 сформирован из множества приемников 27 патрубка, скользящим образом зацепленных с патрубками 19 верхнего цоколя 18. Кольцевое уплотнение 19а вставлено между патрубками 19 и приемниками 27 патрубка.

Как показано на фиг. 14, каждый из приемников 27 патрубка включает в себя приемную часть 27b, скользящим образом зацепленную с патрубком 19 верхнего цоколя 19, и коническое приемное основание 27а, сконфигурированное для направления соответствующего патрубка 19 верхнего цоколя в приемную часть 27b. Как показано на фиг. 14, приемник 27 патрубка закреплен на верхней опорной плите 29 посредством фиксатора 27с. В дополнение, как показано на фиг. 14, герметизирующий элемент 51 вставлен между приемником 27 патрубка и верхней опорной плитой 29. С использованием этой конструкции, конструкция нижнего цоколя 20 может быть дополнительно упрощена, в силу чего, может достигаться снижение себестоимости.

В этом варианте осуществления, нижний цоколь 20, сформированный из приемников 27 патрубка, крепится на верхней опорной плите 29, что имеет место в качестве примера. Однако, не в качестве ограничения, нижний цоколь 20, сформированный из приемников 27 патрубка, может крепиться на опорной решетке 13 активной зоны. А именно, в вариантах осуществления (вышеупомянутых третьем и с шестого по восьмой вариантах осуществления), в которых механизм 17 направления теплоносителя присоединен к опорной решетке 13 активной зоны, может использоваться нижний цоколь 20, сформированный из приемников 27 патрубка.

Формула изобретения

1. Реактор на быстрых нейтронах, содержащий:

корпус ядерного реактора, вмещающий в себя активную зону и теплоноситель;
механизм поддержки активной зоны, расположенный в реакторе, причем механизм поддержки активной зоны продолжается горизонтально, чтобы поддерживать активную зону;
перегородку, проходящую параллельно активной зоне и окружающую активную зону с боковой стороны;
промежуточный теплообменник, расположенный между внутренней поверхностью корпуса ядерного реактора и перегородкой, причем промежуточный теплообменник сконфигурирован, чтобы охлаждать теплоноситель, который был нагрет активной зоной;
насос для теплоносителя, расположенный между внутренней поверхностью корпуса ядерного реактора и перегородкой, причем насос для теплоносителя сконфигурирован, чтобы нагнетать теплоноситель, который прошел через промежуточный теплообменник, так, чтобы охлаждаться; и
нижний ресивер, сконструированный под механизмом поддержки активной зоны, причем нижний ресивер сконфигурирован, чтобы направлять теплоноситель, нагнетаемый насосом для теплоносителя, в активную зону;
при этом:

механизм поддержки активной зоны оснащен проемом, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя; и между выпуском насоса для теплоносителя и механизмом поддержки активной зоны расположен механизм направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя из насоса для теплоносителя в нижний ресивер через проем механизма поддержки активной зоны; при этом реактор на быстрых нейтронах дополнительно содержит нейтронный защитный экран, расположенный ниже насоса для теплоносителя, при этом механизм поддержки активной зоны сформирован из верхней опорной плиты, расположенной между насосом для теплоносителя и нейтронным защитным экраном так, чтобы поддерживать нейтронный защитный экран, причем верхняя опорная плита имеет проем, к которому присоединен механизм направления теплоносителя.

2. Реактор на быстрых нейтронах по п.1, в котором механизм направления теплоносителя включает в себя верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и нижний цоколь, расположенный ниже верхнего цоколя и установленный на верхней опорной плите; верхний цоколь оснащен выступающим вниз патрубком, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя; и нижний цоколь снабжен приемником патрубка, скользящим образом зацепленным с патрубком верхнего цоколя.

3. Реактор на быстрых нейтронах по п.2, в котором патрубок присоединен к верхнему цоколю через уплотнение со сферическим гнездом.

4. Реактор на быстрых нейтронах по п.2, в котором верхний цоколь оснащен множеством патрубков и по меньшей мере один из патрубков является более длинным, чем другой(ие) патрубок(ки).

5. Реактор на быстрых нейтронах по п.1, в котором механизм направления теплоносителя включает в себя кольцевой верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и кольцевой нижний цоколь, расположенный ниже верхнего цоколя и установленный на верхней опорной плите; верхний цоколь включает в себя кольцевую внутреннюю стенку, продолжающуюся вниз от выпуска насоса для теплоносителя, и кольцевую наружную стенку, продолжающуюся вниз от выпуска насоса для теплоносителя; и нижний цоколь включает в себя кольцевую приемную часть, скользящим образом зацепленную с внутренней стенкой верхнего цоколя и наружной стенкой верхнего цоколя.

6. Реактор на быстрых нейтронах по п.1, в котором, при наблюдении сверху, насос для теплоносителя скомпонован в положении, более близком к активной зоне, чем промежуточный теплообменник, так что насос для теплоносителя и промежуточный теплообменник не перекрываются друг с другом.

7. Реактор на быстрых нейтронах по п.1, в котором часть перегородки, которая расположена выше верхней опорной плиты, сформирована из уплотнения манометра.

8. Реактор на быстрых нейтронах, содержащий: корпус ядерного реактора, вмещающий в себя активную зону и теплоноситель; механизм поддержки активной зоны, расположенный в реакторе, причем механизм

поддержки активной зоны продолжается горизонтально, чтобы поддерживать активную зону;

перегородку, проходящую параллельно активной зоне и окружающую активную зону с боковой стороны;

промежуточный теплообменник, расположенный между внутренней поверхностью корпуса ядерного реактора и перегородкой, причем промежуточный теплообменник сконфигурирован, чтобы охлаждать теплоноситель, который был нагрет активной зоной;

насос для теплоносителя, расположенный между внутренней поверхностью корпуса ядерного реактора и перегородкой, причем насос для теплоносителя сконфигурирован, чтобы нагнетать теплоноситель, который прошел через промежуточный теплообменник, так, чтобы охлаждаться; и

нижний ресивер, сконструированный под механизмом поддержки активной зоны, причем нижний ресивер сконфигурирован, чтобы направлять теплоноситель, нагнетаемый насосом для теплоносителя, в активную зону;

при этом:

механизм поддержки активной зоны оснащен проемом, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя; и

между выпуском насоса для теплоносителя и механизмом поддержки активной зоны расположен механизм направления теплоносителя, сконфигурированный для направления нагнетаемого теплоносителя из насоса для теплоносителя в нижний ресивер через проем механизма поддержки активной зоны;

механизм поддержки активной зоны сформирован из опорной решетки активной зоны, поддерживающей активную зону снизу и имеющей проем, к которому присоединен механизм направления теплоносителя; и

насос для теплоносителя расположен вокруг активной зоны.

9. Реактор на быстрых нейтронах по п.8, в котором механизм направления теплоносителя включает в себя верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и нижний цоколь, расположенный ниже верхнего цоколя и установленный на опорной решетке активной зоны;

верхний цоколь оснащен выступающим вниз патрубком, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя; и

нижний цоколь снабжен приемником патрубка, скользящим образом зацепленным с патрубком верхнего цоколя.

10. Реактор на быстрых нейтронах по п.9, в котором патрубок присоединен к верхнему цоколю через уплотнение со сферическим гнездом.

11. Реактор на быстрых нейтронах по п.9, в котором верхний цоколь оснащен множеством патрубков и по меньшей мере один из патрубков является более длинным, чем другой(ие) патрубок(ки).

12. Реактор на быстрых нейтронах по п.8, в котором механизм направления теплоносителя включает в себя кольцевой верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и кольцевой нижний цоколь, расположенный ниже верхнего цоколя и установленный на опорной решетке активной зоны;

верхний цоколь включает в себя кольцевую внутреннюю стенку, продолжающуюся

вниз от выпуска насоса для теплоносителя, и кольцевую наружную стенку, продолжающуюся вниз от выпуска насоса для теплоносителя; и нижний цоколь включает в себя кольцевую приемную часть, скользящим образом зацепленную с внутренней стенкой верхнего цоколя и наружной стенкой верхнего цоколя.

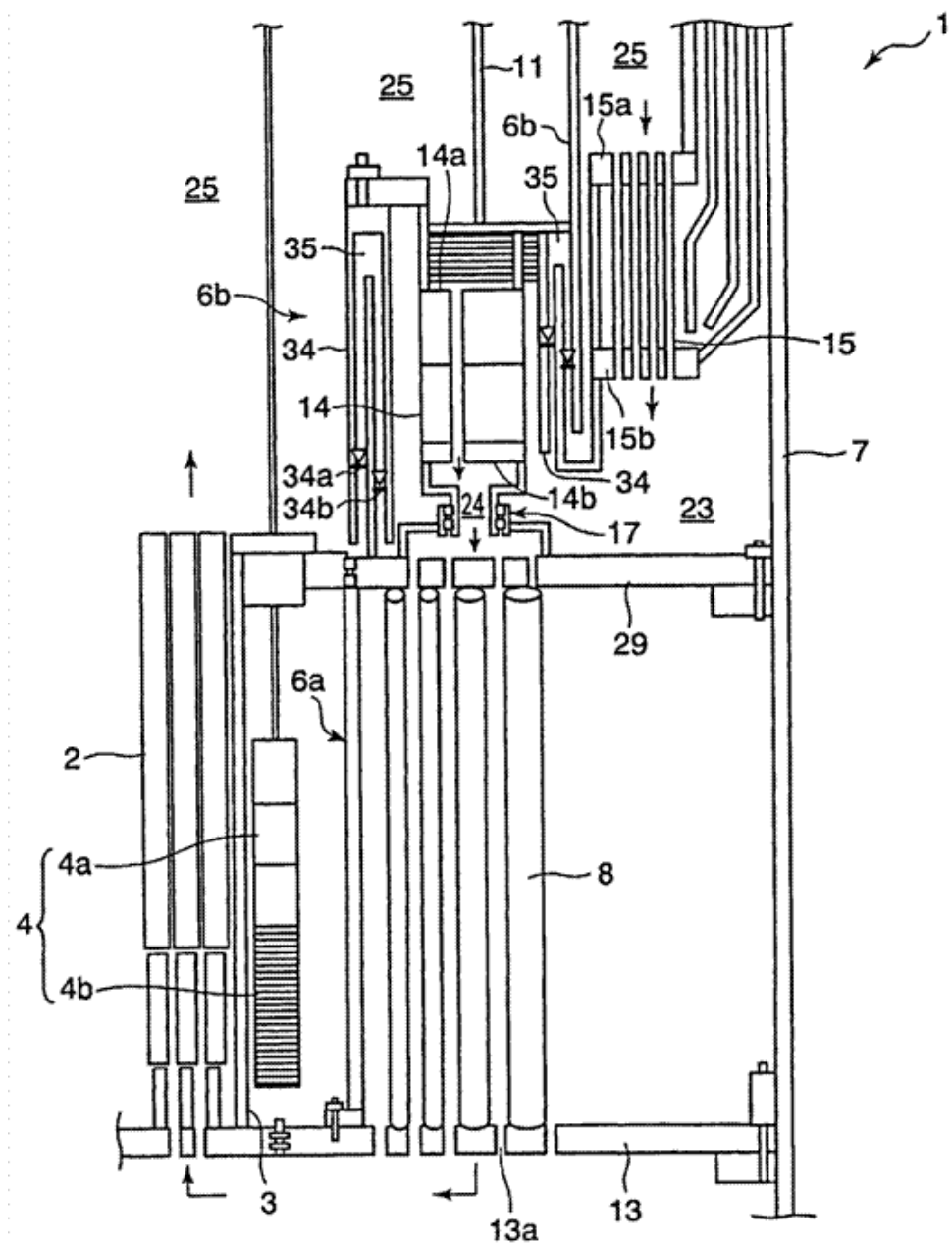
13. Реактор на быстрых нейтронах по п.8, дополнительно содержащий: нейтронный защитный экран, расположенный ниже насоса для теплоносителя; и верхнюю опорную плиту, расположенную между насосом для теплоносителя и нейтронным защитным экраном так, чтобы поддерживать нейтронный защитный экран;

при этом:

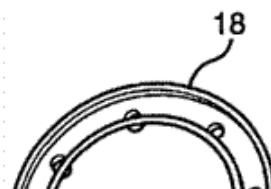
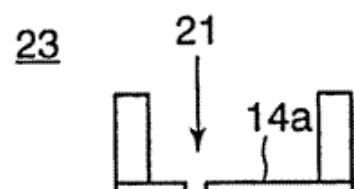
механизм направления теплоносителя включает в себя верхний цоколь, установленный на выпуске насоса для теплоносителя, и трубопровод, проходящий через верхнюю опорную плиту, причем один конец трубопровода находится в зацеплении с верхним цоколем, а другой его конец присоединен к опорной решетке активной зоны, верхний цоколь оснащен выступающим вниз патрубком, через который проходит нагнетаемый теплоноситель из насоса для теплоносителя; и один конец трубопровода скользящим образом зацеплен с патрубком верхнего цоколя.

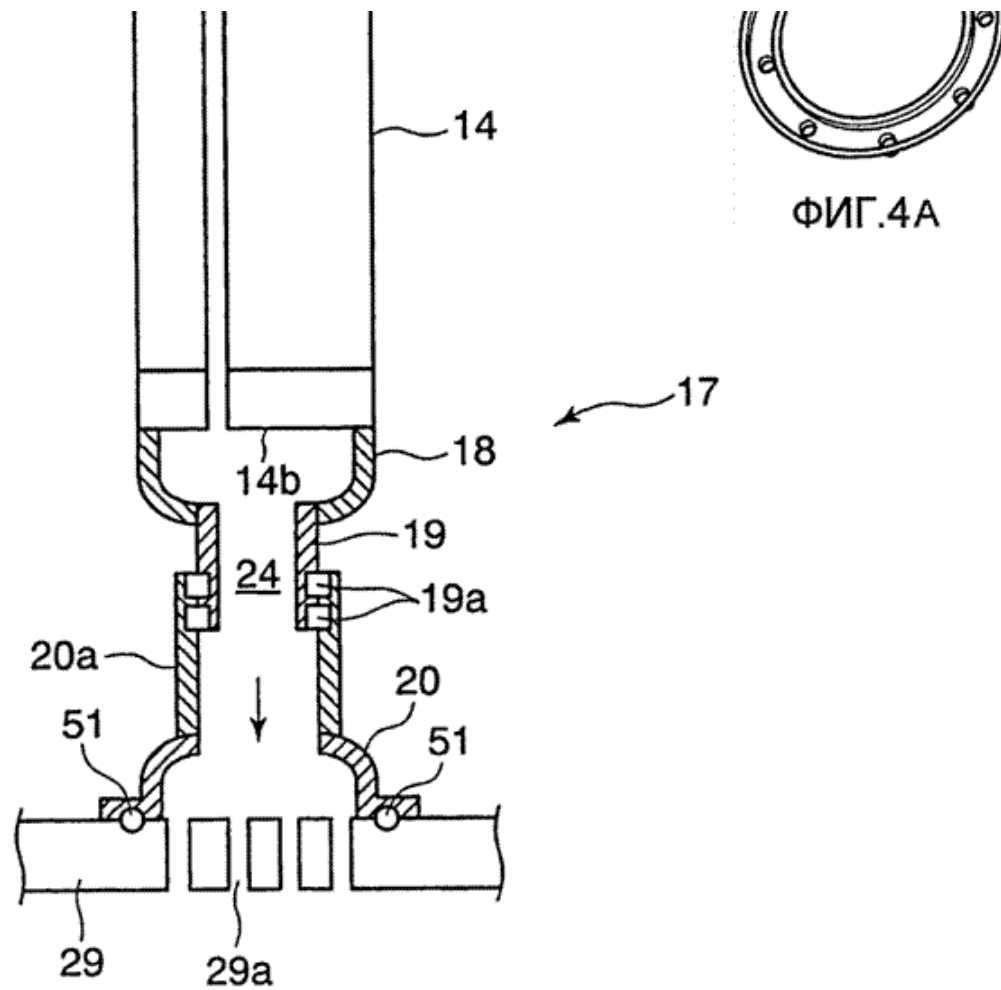
14. Реактор на быстрых нейтронах по п.13, в котором патрубок присоединен к верхнему цоколю через уплотнение со сферическим гнездом.

15. Реактор на быстрых нейтронах по п.13, в котором верхний цоколь оснащен множеством патрубков и по меньшей мере один из патрубков является более длинным, чем другой(ие) патрубок(ки).

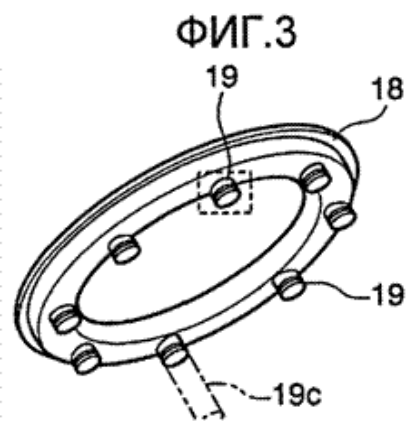


ФИГ.2

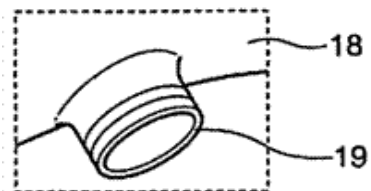




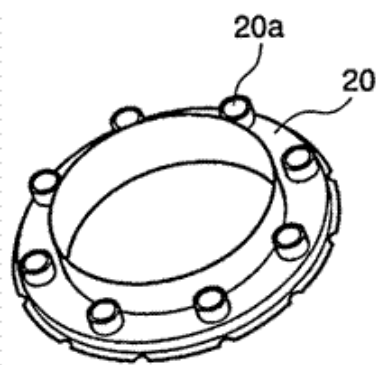
ФИГ.4А



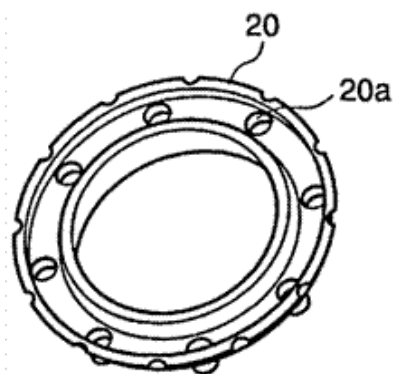
ФИГ.4В



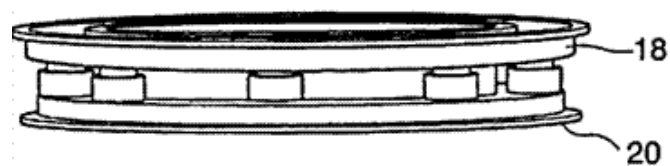
ФИГ.4С



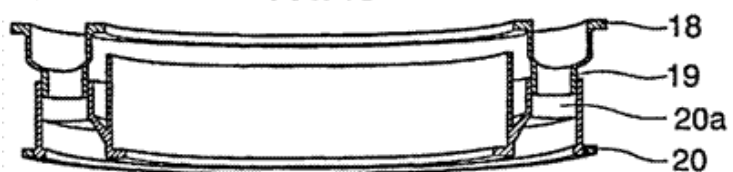
ФИГ.5А



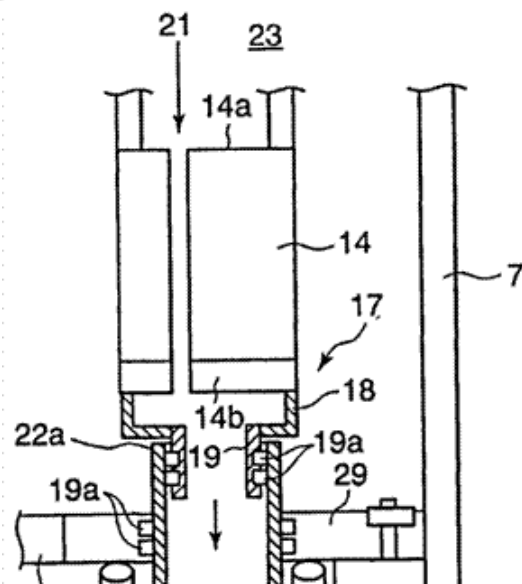
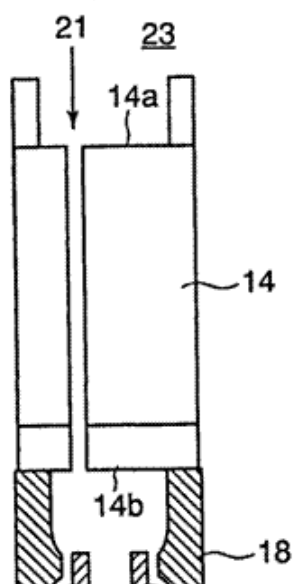
ФИГ.5В

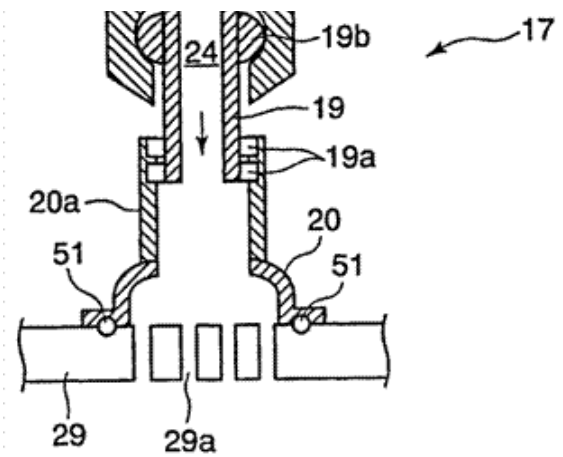


ФИГ.6А

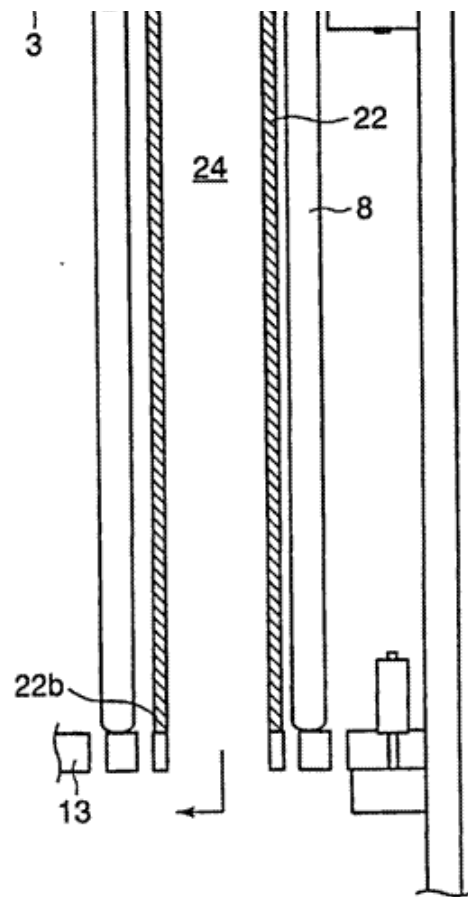


ФИГ.6В

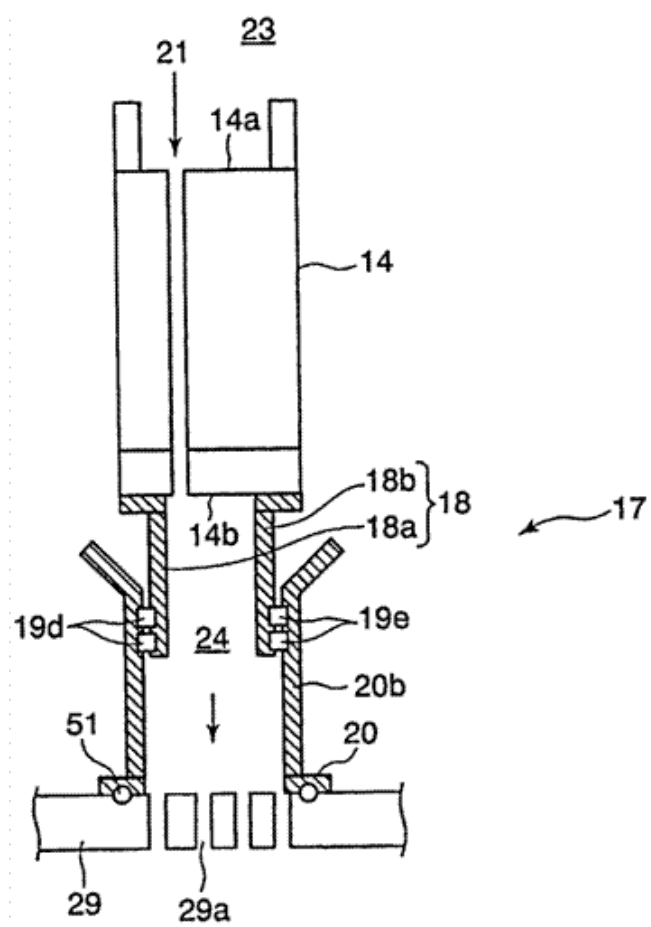




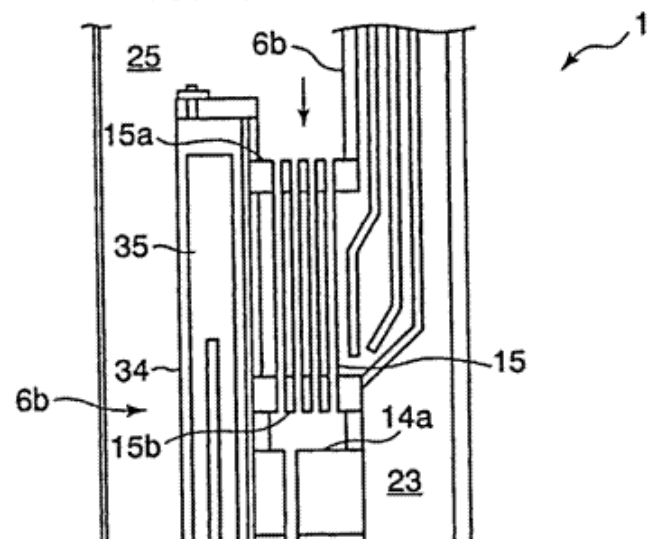
ФИГ.7

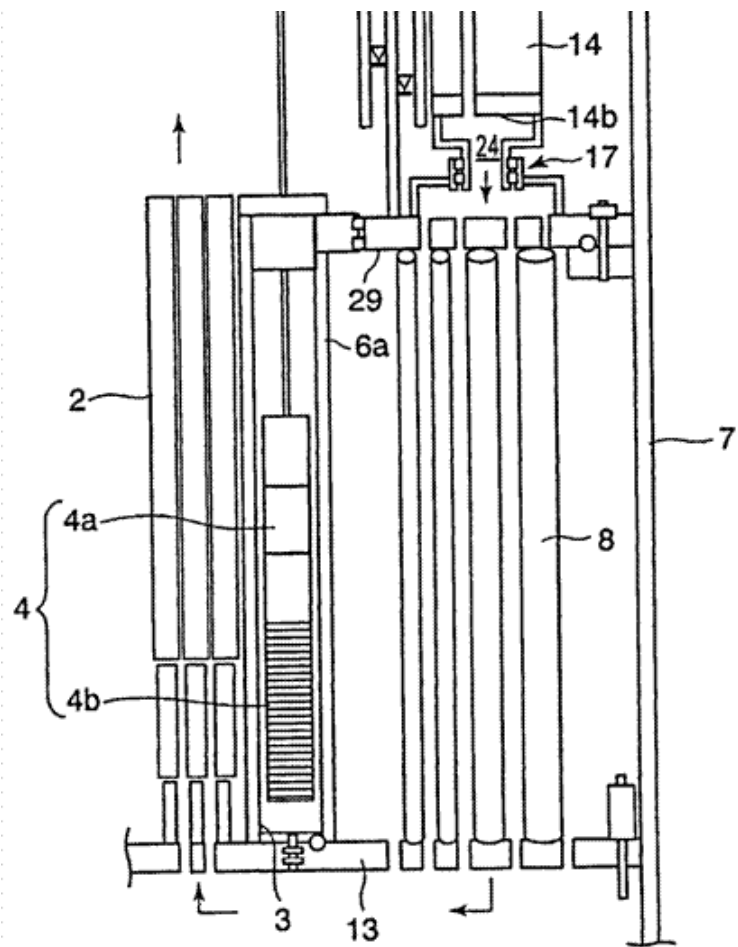


ФИГ.8

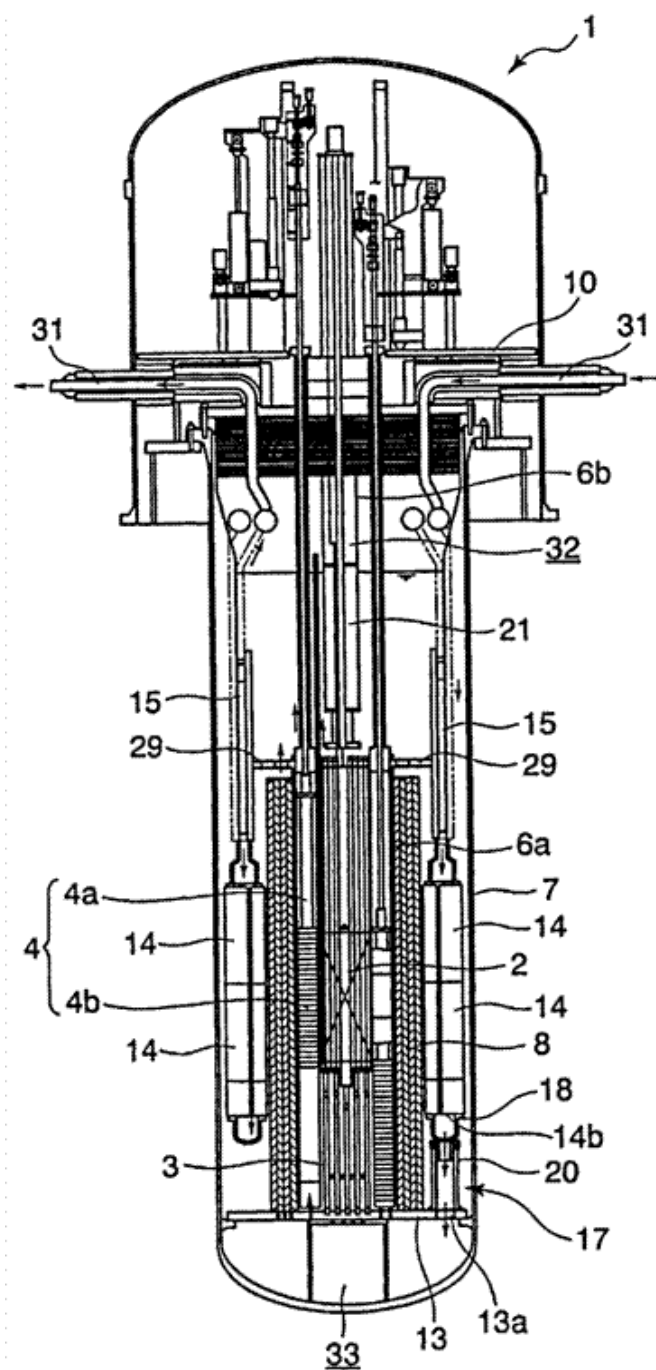


ФИГ.9

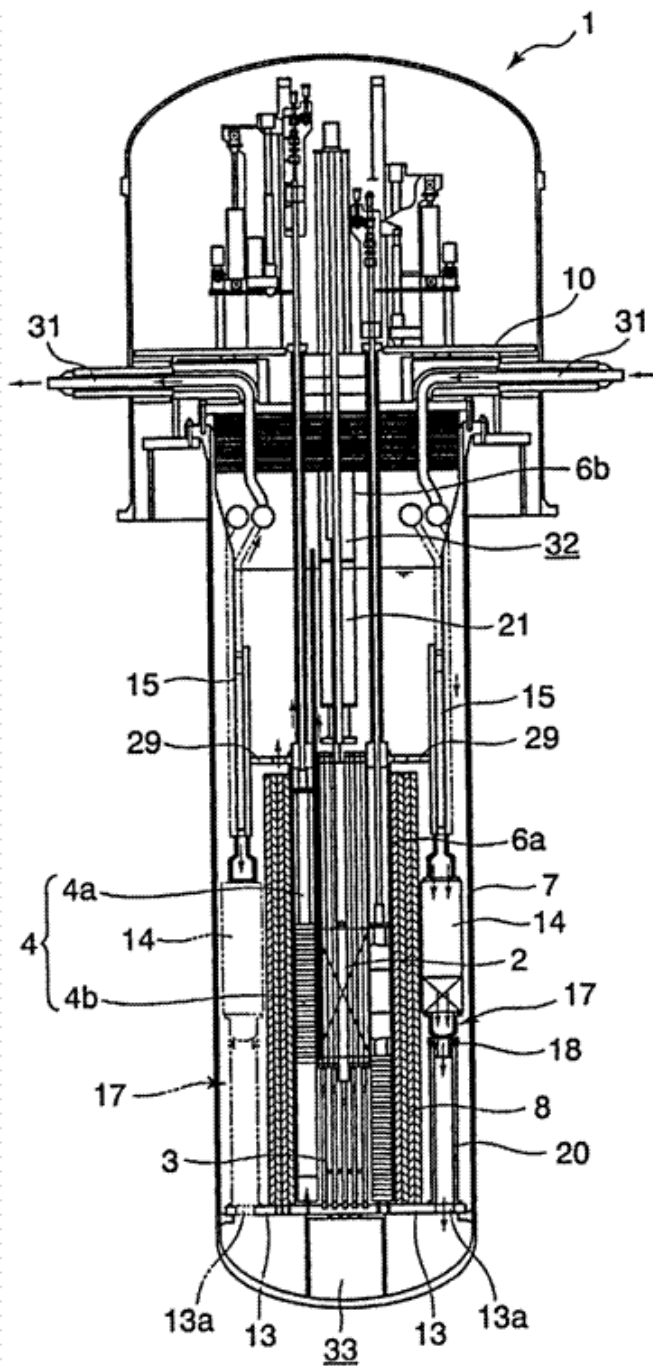




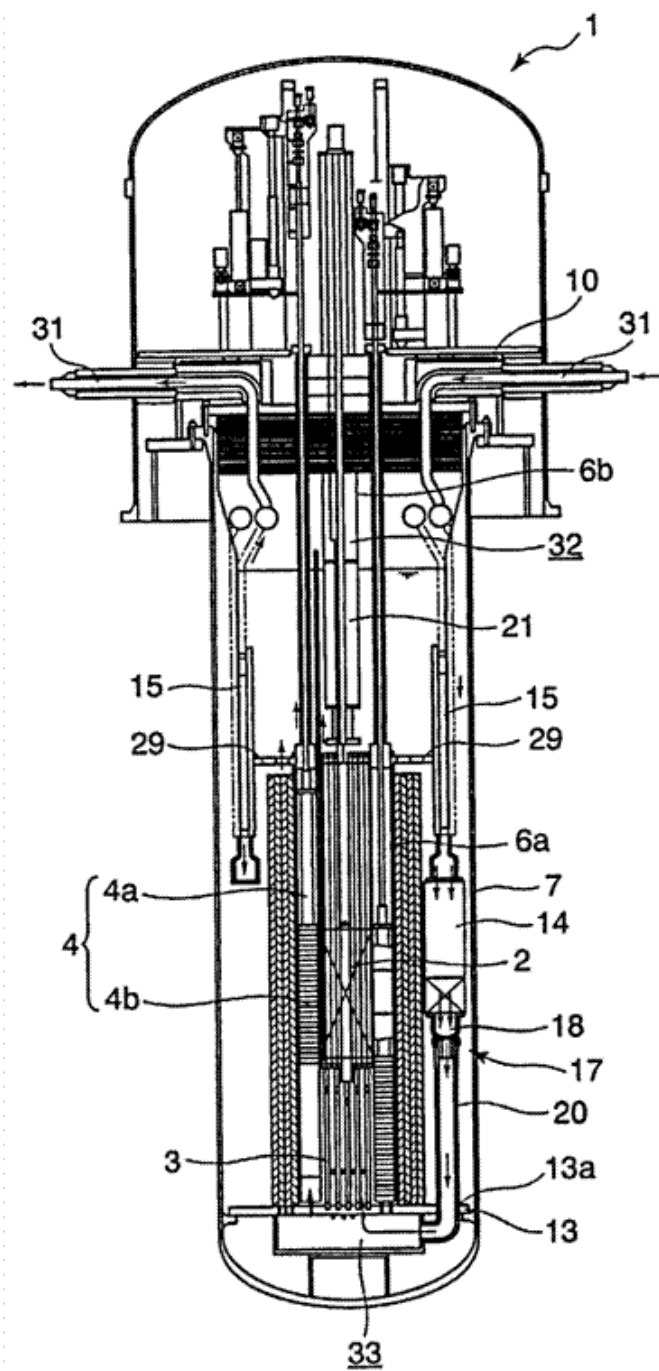
ФИГ.10



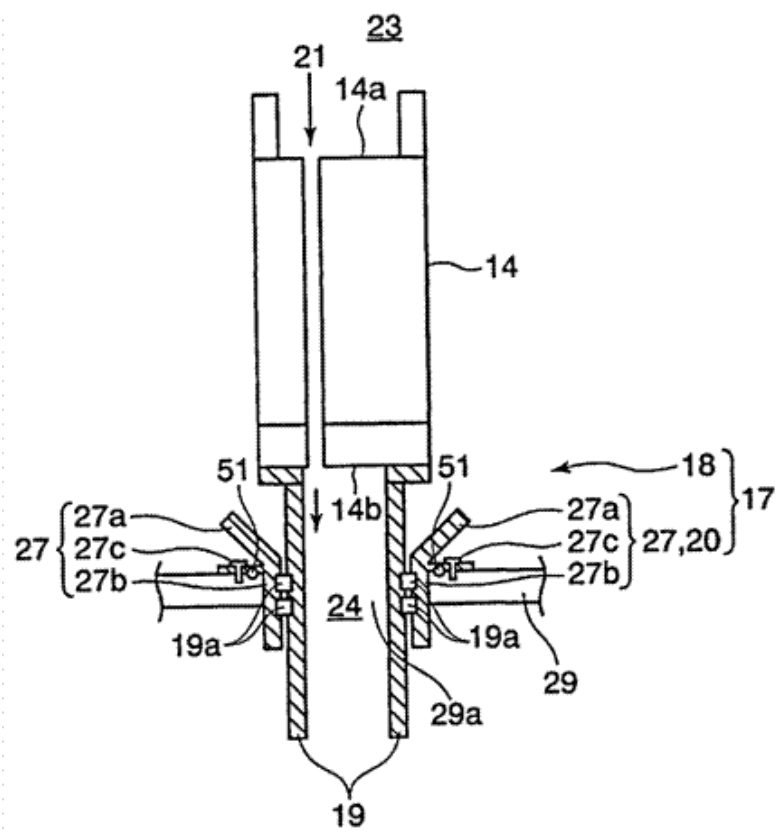
ФИГ.11



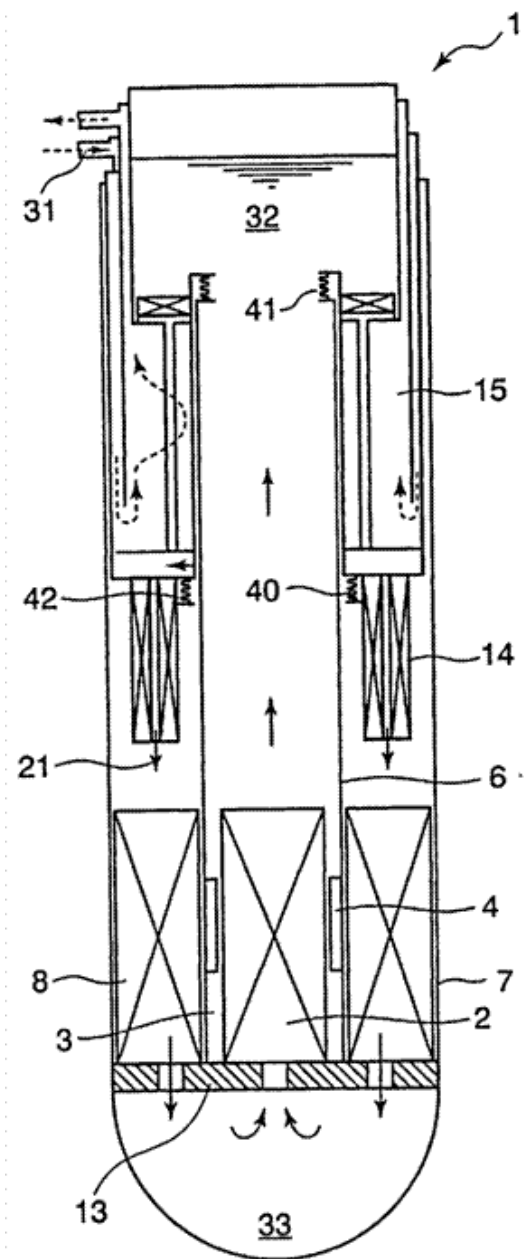
ФИГ.12



ФИГ.13



ФИГ.14



ФИГ.15