

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202392576 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.12.05

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

(22) Дата подачи заявки
2022.04.13

(54) ГОЛОВКА ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ, СОДЕРЖАЩАЯ УДЕРЖИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

(31) 21305504.9

(72) Изобретатель:

(32) 2021.04.16

Лабарьер Эрик (FR), Штрайт

(33) EP

Доминик, Экштайн Даниль (DE)

(86) PCT/EP2022/059867

(74) Представитель:

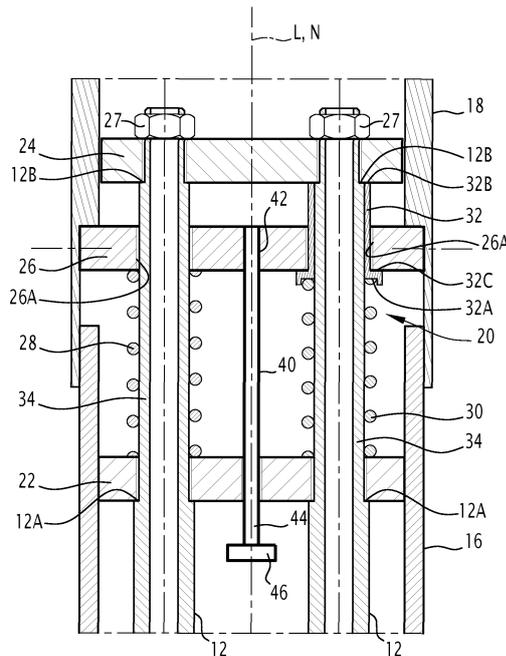
(87) WO 2022/219041 2022.10.20

Фелицына С.Б. (RU)

(71) Заявитель:

ФРАМАТОМ (FR)

(57) Головка для тепловыделяющей сборки содержит промежуточную плиту (26), расположенную в осевом направлении между верхней плитой (24) и нижней плитой (22) и являющуюся подвижной в осевом направлении между верхним положением и нижним положением, один или несколько основных пружинных элементов (28), расположенных так, чтобы постоянно толкать промежуточную плиту (26) по направлению к верхней плите (24), один или несколько вспомогательных пружинных элементов (30), расположенных с возможностью толкания промежуточной плиты (26) по направлению к верхней плите (24), когда промежуточная плита (26) расположена между нижним положением и промежуточным положением, связанным с этим вспомогательным пружинным элементом (30), и предварительно нагруженный элемент (32), связанный с каждым вспомогательным пружинным элементом (30) и расположенный так, что вспомогательный пружинный элемент (30) упирается в верхнюю плиту (24) посредством предварительно нагруженного элемента (32), когда промежуточная плита (26) расположена между промежуточным положением, связанным с указанным вспомогательным пружинным элементом (30), и верхним положением.



202392576 A1

202392576 A1

ГОЛОВКА ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ, СОДЕРЖАЩАЯ УДЕРЖИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Настоящее изобретение относится к головке тепловыделяющей сборки.

Тепловыделяющая сборка (или «ядерная тепловыделяющая сборка») содержит тепловыделяющие элементы (или «ядерные тепловыделяющие элементы»), расположенные в пучке, и каркас, поддерживающий тепловыделяющие элементы.

Каждый тепловыделяющий элемент содержит трубчатую оболочку, в которой находится ядерное топливо (например, таблетки ядерного топлива, в частности таблетки из UO_2), при этом два конца трубчатой оболочки закрыты соответствующими концевыми заглушками.

Каркас содержит, например, хвостовик и головку, расположенные на расстоянии друг от друга вдоль оси сборки, направляющие трубы, продолжающиеся вдоль оси сборки между хвостовиком и головкой и соединяющие хвостовик с головкой, и дистанционирующие решетки, прикрепленные к направляющим трубам и распределенные вдоль направляющих труб между хвостовиком и головкой.

Тепловыделяющие элементы продолжаются между хвостовиком и головкой и проходят через дистанционирующие решетки. Дистанционирующие решетки служат для поддержки тепловыделяющих элементов вдоль оси сборки и в поперечном направлении к оси сборки, поддерживая тепловыделяющие элементы на расстоянии друг от друга в поперечном направлении.

При работе тепловыделяющая сборка установлена в активной зоне ядерного реактора внутри корпуса реактора, причем продольная ось тепловыделяющей сборки продолжается по существу вертикально, при этом теплоноситель течет вертикально через тепловыделяющую сборку для замедления ядерной реакции и отвода тепла, генерируемого тепловыделяющими элементами.

Теплоноситель, текущий вверх через тепловыделяющую сборку, создает силу, которая стремится поднять тепловыделяющую сборку. Эта сила обычно называется «гидравлической подъемной силой». Гидравлическая подъемная сила может преодолевать вес тепловыделяющей сборки.

С учетом противодействия гидравлической подъемной силе тепловыделяющая сборка обычно содержит удерживающее устройство, которое выполнено с возможностью смещения тепловыделяющей сборки вниз.

Удерживающее устройство, например, расположено в головке и выполнено с

возможностью опираться на верхнюю плиту реактора для толкания тепловыделяющей сборки вниз. Удерживающее устройство содержит пружинные элементы, которые создают силу, по существу линейно пропорциональную деформации пружинных элементов.

Удерживающая сила, необходимая для предотвращения подъема тепловыделяющей сборки, изменяется в зависимости от различных условий работы, поскольку гидравлическая подъемная сила зависит от температуры теплоносителя (поскольку температура теплоносителя оказывает влияние на плотность теплоносителя и, таким образом, на гидравлическую подъемную силу) и объемного расхода теплоносителя через реактор.

Во время холодного пуска реактора плотность теплоносителя является высокой, что вызывает создание большой гидравлической подъемной силы и требует большой удерживающей силы. При нормальной работе с выдачей мощности плотность теплоносителя является низкой, и требуемая удерживающая сила является низкой.

Кроме того, из-за разного теплового расширения между тепловыделяющей сборкой и корпусом реактора удерживающая сила, создаваемая удерживающим устройством, изменяется в зависимости от температуры. Например, повышение температуры ядерного реактора ведет к уменьшению удерживающей силы, создаваемой удерживающим устройством.

Несмотря на этот эффект, удерживающая сила, создаваемая удерживающим устройством в рабочих условиях эксплуатации в целом выше, чем требуется, поскольку более низкая плотность теплоносителя также ведет к созданию меньшей гидравлической подъемной силы.

Кроме того, облучение тепловыделяющей сборки в целом ведет к уменьшению удерживающей силы из-за ослабления пружин в течение срока службы тепловыделяющей сборки. Это компенсируется наличием удерживающего устройства, которое создает более высокую удерживающую силу, чем требуется, перед облучением тепловыделяющей сборки.

Как следствие, удерживающее устройство прикладывает чрезмерно высокие механические напряжения к конструкции тепловыделяющей сборки, что является одной из основных причин изгиба тепловыделяющей сборки.

Последствия изгиба тепловыделяющей сборки включают в себя сложности при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, таких как погрузка/выгрузка тепловыделяющей сборки в активную зону реактора или из активной зоны реактора, и проблемы безопасности в отношении неполного вставления управляющего стержня,

вставляемого в направляющие трубы для снижения ядерной реактивности тепловыделяющей сборки.

Одна из задач изобретения состоит в том, чтобы предложить удерживающее устройство, которое обеспечивает улучшенное регулирование удерживающей силы.

С этой целью изобретение предлагает головку для тепловыделяющей сборки, продолжающуюся вдоль оси головки и содержащую:

- нижнюю плиту;
- верхнюю плиту, расположенную на расстоянии от нижней плиты в осевом направлении;
- промежуточную плиту, расположенную в осевом направлении между верхней плитой и нижней плитой и являющуюся подвижной в осевом направлении между верхним положением и нижним положением;
- один или несколько основных пружинных элементов, причем каждый основной пружинный элемент расположен так, чтобы постоянно толкать промежуточную плиту по направлению к верхней плите;
- один или несколько вспомогательных пружинных элементов, причем каждый вспомогательный пружинный элемент расположен с возможностью толкания промежуточной плиты по направлению к верхней плите, когда промежуточная плита расположена между нижним положением и промежуточным положением, связанным с этим вспомогательным пружинным элементом; и
- предварительно нагруженный элемент, связанный с каждым вспомогательным пружинным элементом и расположенный так, что вспомогательный пружинный элемент упирается в верхнюю плиту посредством предварительно нагруженного элемента, когда промежуточная плита расположена между промежуточным положением, связанным с указанным вспомогательным пружинным элементом, и верхним положением.

Головка, содержащая такое удерживающее устройство, обеспечивает улучшенное регулирование удерживающей силы для различных условий эксплуатации и в течение срока службы тепловыделяющей сборки, тем самым уменьшая риск изгиба тепловыделяющей сборки.

Удерживающее устройство обеспечивает достаточную требуемую удерживающую силу в условиях холодной эксплуатации (например, в пусковой фазе рабочего цикла), при которых основной(ые) пружинный(ые) элемент(ы) и по меньшей мере один из вспомогательных пружинных элементов задействуются для создания удерживающей силы, вместе с тем позволяя уменьшать удерживающую силу в рабочих условиях эксплуатации (например, при нормальном рабочем цикле), при которых задействуется

только основной(ые) пружинный(ые) элемент(ы), а вспомогательный(ые) пружинный(ые) элемент(ы) больше не воздействует на промежуточную плиту.

В частных вариантах осуществления изобретения головка имеет один или несколько признаков из следующих необязательных признаков, используемых по отдельности или в любой технически возможной комбинации:

- каждый предварительно нагруженный элемент продолжается через промежуточную плиту;

- нижняя плита соединена с верхней плитой с помощью по меньшей мере одного соединительного элемента, причем каждый соединительный элемент продолжается в осевом направлении между нижней плитой и верхней плитой;

- каждый основной пружинный элемент установлен на указанном соединительном элементе;

- каждый соединительный элемент, на котором установлен основной пружинный элемент, является трубой, в частности направляющей трубой;

- каждый вспомогательный пружинный элемент установлен на указанном соединительном элементе;

- каждый соединительный элемент, на котором установлен вспомогательный пружинный элемент, является трубой, в частности направляющей трубой;

- она содержит ограничивающий элемент, выполненный с возможностью ограничения осевого перемещения промежуточной плиты по направлению к верхней плите;

- ограничивающий элемент продолжается в осевом направлении и содержит конец, неподвижно прикрепленный к одной из нижней плиты и верхней плиты, причем ограничивающий элемент выполнен с возможностью перемещения со скольжением в осевом направлении через другую из нижней плиты и верхней плиты;

- она содержит нижнюю часть и верхнюю часть, которые являются трубчатыми, причем нижняя часть и верхняя часть телескопически установлены друг на друге вдоль оси головки, при этом промежуточная плита расположена внутри верхней части и неподвижно прикреплена к верхней части, а нижняя плита расположена внутри нижней части и неподвижно прикреплена к нижней части.

Изобретение также относится к тепловыделяющей сборке, продолжающейся вдоль продольной оси и содержащей хвостовик, головку, описанную выше, направляющие трубы, продолжающиеся между хвостовиком и головкой и соединяющие хвостовик и головку, тепловыделяющие элементы, расположенные между хвостовиком и головкой, и дистанционирующие решетки, неподвижно прикрепленные к направляющим трубам,

причем тепловыделяющие элементы продолжают между хвостовиком и головкой, проходя через дистанционирующие решетки.

Изобретение и его преимущества станут более понятными из нижеприведенного описания, представленного только в качестве неограничивающего примера со ссылкой на приложенные чертежи.

На фиг. 1 показан вертикальный вид сбоку тепловыделяющей сборки, содержащей головку, которая содержит удерживающее устройство;

на фиг. 2–4 – виды в разрезе удерживающего устройства в трех различных состояниях.

Тепловыделяющая сборка 2, показанная на фиг. 1, содержит пучок тепловыделяющих элементов 4 и каркас 6 для поддержки тепловыделяющих элементов 4. Тепловыделяющие элементы 4 продолжают параллельно друг другу и оси L сборки.

Каркас 6 содержит хвостовик 8, головку 10, множество направляющих труб 12 и множество дистанционирующих решеток 14.

Хвостовик 8 и головка 10 расположены на расстоянии друг от друга вдоль оси L сборки. Направляющие трубы 12 продолжают параллельно оси L сборки и соединяют хвостовик 8 с головкой 10, сохраняя заданное расстояние вдоль оси L сборки между хвостовиком 8 и головкой 10. Тепловыделяющие элементы 4 расположены между хвостовиком 8 и головкой 10.

Дистанционирующие решетки 14 распределены вдоль пучка тепловыделяющих элементов 4. Каждая дистанционирующая решетка 14 неподвижно прикреплена к направляющим трубам 12, причем направляющие трубы продолжают через дистанционирующие решетки 14.

Тепловыделяющие элементы 4 продолжают через дистанционирующие решетки 14. Каждая дистанционирующая решетка 14 выполнена с возможностью поддержки тепловыделяющих элементов 4 на расстоянии друг от друга в поперечном направлении. Каждая дистанционирующая решетка 14 выполнена с возможностью поддержки тепловыделяющих элементов 4 вдоль оси L сборки и в направлении, поперечном оси L сборки.

В рабочем состоянии тепловыделяющая сборка 2 установлена в активной зоне ядерного реактора внутри корпуса реактора между нижней опорной плитой активной зоны и верхней опорной плитой активной зоны. Хвостовик 8 выполнен с возможностью опираться на нижнюю опорную плиту активной зоны. Головка 10 выполнена с возможностью упираться в верхнюю опорную плиту активной зоны, толкая тепловыделяющую сборку 2 в нижнем направлении против действия гидравлической

подъемной силы.

Как показано на фиг. 1, головка 10 продолжается вдоль оси N головки. Ось N головки совпадает с осью L сборки.

Головка 10 содержит нижнюю часть 16, которая неподвижно прикреплена к направляющим трубам 12, и верхнюю часть 18, которая является подвижной вдоль оси N головки относительно нижней части 16. Верхняя часть 18 выполнена с возможностью опираться на верхнюю опорную плиту активной зоны.

Как показано на фиг. 2–4, головка 10 содержит удерживающее устройство 20, выполненное с возможностью толкания верхней части 18 вверх относительно нижней части 16 вдоль оси N головки.

Таким образом, когда верхняя часть 18 упирается в верхнюю опорную плиту активной зоны, нижняя часть 16 толкается вниз, и, таким образом, тепловыделяющая сборка 2 толкается вниз для удержания тепловыделяющей сборки 3 против действия гидравлической подъемной силы.

Удерживающее устройство 20 содержит нижнюю плиту 22, верхнюю плиту 24, расположенную на расстоянии от нижней плиты 22 в осевом направлении, и промежуточную плиту 26, расположенную между нижней плитой 22 и верхней плитой 24, причем промежуточная плита 26 является подвижной в осевом направлении вдоль оси N головки относительно нижней плиты 22 и верхней плиты 24 между верхним положением (фиг. 2) и нижним положением (фиг. 4).

Предпочтительно, нижняя плита 22 и верхняя плита 24 удерживаются в фиксированных положениях вдоль оси N головки.

В одном примере нижняя плита 22 и верхняя плита 24 соединены друг с другом соединительными элементами, при этом промежуточная плита 26 выполнена с возможностью перемещения со скольжением в осевом направлении между нижней плитой 22 и верхней плитой 24 по соединительным элементам.

Предпочтительно, нижняя плита 22 и верхняя плита 24 соединены с помощью соединительных элементов так, что нижняя плита 22 и верхняя плита 24 удерживаются в соответствующих фиксированных положениях вдоль соединительных элементов.

В частном варианте осуществления изобретения верхняя плита 24 зафиксирована в осевом направлении относительно соединительных элементов, и/или нижняя плита 22 постоянно толкается вниз по меньшей мере одним упругим элементом и упирается в по меньшей мере один нижний упор, ограничивающий перемещение нижней плиты 22 в нижнем направлении вдоль соединительных элементов.

Как показано на фиг. 2–4, соединительные элементы содержат, например,

направляющие трубы 12 тепловыделяющей сборки 2.

Направляющие трубы продолжаются через нижнюю плиту 22, верхнюю плиту 24 и промежуточную плиту 26.

Нижняя плита 22 удерживается в осевом направлении вдоль направляющих труб 12 для ограничения перемещения нижней плиты 22 в нижнем направлении относительно направляющих труб 12.

Для этого по меньшей мере одна направляющая труба 12 или каждая направляющая труба 12, например, имеет нижний упор, ограничивающий перемещение нижней плиты 22 в нижнем направлении вдоль направляющей трубы 12. Нижний упор, например, является заплечиком 12А направляющей трубы 12.

Как объясняется далее, нижняя плита 22 постоянно толкается вниз одним или несколькими пружинными элементами.

Верхняя плита 24, например, удерживается в фиксированном положении в осевом направлении вдоль направляющих труб 12.

Для этого верхняя плита 24, например, установлена на по меньшей мере одной направляющей трубе 12 или каждой направляющей трубе 12 и зафиксирована в осевом направлении между верхним заплечиком 12В направляющей трубы 12 и гайкой 27, навинченной на наружную резьбу направляющей трубы 12.

Промежуточная плита 26 выполнена с возможностью перемещения со скольжением по направляющим трубам 12 между нижней плитой 22 и верхней плитой 24.

Удерживающее устройство 20 содержит по меньшей мере один основной пружинный элемент 28, причем каждый основной пружинный элемент 28 расположен между нижней плитой 22 и промежуточной плитой 26 и постоянно толкает промежуточную плиту 26 по направлению к верхней плите 24.

Каждый основной пружинный элемент 28 постоянно задействован по всей длине хода промежуточной плиты 26 между верхним положением (фиг. 2) и нижним положением (фиг. 4).

Нижняя плита 22 толкается вниз каждым основным пружинным элементом 28, предпочтительно, упираясь в каждый нижний упор 12А. Таким образом, нижняя плита 22 удерживается в фиксированном положении вдоль направляющих труб 12.

Удерживающее устройство 20 содержит один или несколько вспомогательных пружинных элементов 30, причем каждый вспомогательный пружинный элемент 30 расположен так, что он толкает промежуточную плиту 26 по направлению к верхней плите 24, когда промежуточная плита 26 расположена между нижним положением и промежуточным положением, связанным с указанным вспомогательным пружинным

элементом 30 (фиг. 3), причем промежуточное положение находится между нижним положением и верхним положением.

Каждый вспомогательный пружинный элемент 30 расположен так, что он задействован для толкания промежуточной плиты 26 по направлению к верхней плите 24, когда промежуточная плита 26 расположена между нижним положением и промежуточным положением, связанным со вспомогательным пружинным элементом 30, и не задействован, когда промежуточная плита 26 расположена между промежуточным положением, связанным со вспомогательным пружинным элементом 30, и верхним положением.

Когда промежуточная плита 26 расположена между нижним положением и промежуточным положением, связанным с одним или несколькими вспомогательными пружинными элементами 30, промежуточная плита 26 толкается по направлению к верхней плите каждым основным пружинным элементом 28 и каждым вспомогательным пружинным элементом 30, связанным с этим промежуточным положением.

Когда промежуточная плита 26 расположена между промежуточным положением, связанным с одним или несколькими вспомогательными пружинными элементами 30, и верхним положением, промежуточная плита 26 толкается по направлению к верхней плите 24 каждым основным пружинным элементом 28 без толкания по направлению к верхней плите 24 каждым вспомогательным пружинным элементом 30, связанным с этим промежуточным положением.

Удерживающее устройство 20 содержит предварительно нагруженный элемент 32, связанный с каждым вспомогательным пружинным элементом 30 и расположенный так, что вспомогательный пружинный элемент 30 упирается в верхнюю плиту 24 посредством предварительно нагруженного элемента 32, когда промежуточная плита 26 расположена между промежуточным положением, связанным с этим вспомогательным пружинным элементом 30, и верхним положением.

Предварительно нагруженный элемент 32, связанный с каждым вспомогательным пружинным элементом 30, выполнен так, что вспомогательный пружинный элемент 30, упирающийся в верхнюю плиту 24 посредством предварительно нагруженного элемента 32, предварительно нагружен.

Предварительно нагруженный элемент 32 продолжается, например, через промежуточную плиту 26, причем вспомогательный пружинный элемент 30 расположен между нижней плитой 22 и промежуточной плитой 26 и упирается в верхнюю плиту 24 посредством предварительно нагруженного элемента 32, продолжающегося через промежуточную плиту 26, когда промежуточная плита 26 расположена между

промежуточным положением, связанным со вспомогательным пружинным элементом 30, и верхним положением.

В таком примере, предпочтительно, когда промежуточная плита 26 расположена между промежуточным положением, связанным со вспомогательным пружинным элементом 30, и нижним положением, этот вспомогательный пружинный элемент 30 упирается в промежуточную плиту 26 посредством предварительно нагруженного элемента 32.

Каждая направляющая труба 12 имеет верхний осевой участок 34, продолжающийся в осевом направлении между нижней плитой 22 и верхней плитой 24.

Верхний осевой участок 34 каждой направляющей трубы 12 продолжается через промежуточную плиту 26. Промежуточная плита 26 имеет соответствующее отверстие 26А для верхнего осевого участка 34 каждой направляющей трубы 12.

Каждый основной пружинный элемент 28, например, является цилиндрической пружиной, имеющей нижний конец, упирающийся в нижнюю плиту 22, и верхний конец, упирающийся в промежуточную плиту 26.

Каждый основной пружинный элемент 28, например, установлен на верхнем осевом участке 34 направляющей трубы 12 так, что основной пружинный элемент 28 направляется верхним осевым участком 34 направляющей трубы 12. Каждый основной пружинный элемент 28, например, выполнен в виде цилиндрической пружины, которая продолжается вокруг верхнего осевого участка 34, на котором установлен основной пружинный элемент 28.

Каждый вспомогательный пружинный элемент 30, например, является цилиндрической пружиной, имеющей нижний конец, упирающийся в нижнюю плиту 22, и верхний конец, упирающийся в предварительно нагруженный элемент 32.

Каждый вспомогательный пружинный элемент 30, например, установлен на верхнем осевом участке 34 направляющей трубы 12 и направляется верхним осевым участком 34 направляющей трубы 12.

Каждый вспомогательный пружинный элемент 30, например, является цилиндрической пружиной, продолжающейся вокруг верхнего осевого участка 34, на котором установлен вспомогательный пружинный элемент 30.

Каждый предварительно нагруженный элемент 32, например, является трубчатым и установлен с возможностью скольжения на направляющей трубе 12 в осевом направлении между вспомогательным пружинным элементом 30 и верхней плитой 24.

Каждый предварительно нагруженный элемент 32 имеет, например, нижнюю опорную поверхность 32А, в которую упирается вспомогательный пружинный элемент 30

для перемещения предварительно нагруженного элемента 32 вверх, верхнюю опорную поверхность 32В, упирающуюся в верхнюю плиту 24, когда промежуточная плита находится между промежуточным положением и верхним положением, и рабочую опорную поверхность 32С, упирающуюся в промежуточную плиту 26, когда промежуточная плита 26 расположена между промежуточным положением и нижним положением.

Промежуточная плита 26 выполнена с возможностью перемещения со скольжением по предварительно нагруженному элементу 32 между промежуточным положением и верхним положением.

Когда промежуточная плита 26 находится между промежуточным положением, связанным со вспомогательным пружинным элементом 30, и нижним положением, вспомогательный пружинный элемент 30 толкает промежуточную плиту 26 посредством предварительно нагруженного элемента 32. Вспомогательный пружинный элемент 30 опирается на нижнюю опорную поверхность 32А, а промежуточная плита 26 опирается на рабочую опорную поверхность 32С.

Когда промежуточная плита 26 находится между промежуточным положением, связанным со вспомогательным пружинным элементом 30, и нижним положением, предварительно нагруженный элемент 32 перемещен вниз по направлению к нижней плите 22 вместе с промежуточной плитой 26, так что предварительно нагруженный элемент 32 больше не упирается в верхнюю плиту 24 (фиг. 4).

Нижняя плита 22 постоянно толкается вниз каждым вспомогательным пружинным элементом 30, предпочтительно, упираясь в каждый нижний упор 12А.

В предпочтительном примере в разных положениях основной(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 28 и вспомогательный(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 30 постоянно толкают нижнюю плиту 22 вниз, удерживая нижнюю плиту 22 так, что она упирается в каждый нижний упор 12А в фиксированном положении вдоль направляющих труб 12.

Необязательно, головка 10 содержит ограничивающий элемент 40, выполненный с возможностью ограничения осевого перемещения промежуточной плиты 26 по направлению к верхней плите 24 относительно нижней плиты 22. Такой ограничивающий элемент 40 используется, например, во время операций установки/демонтажа, в частности в данном случае при удалении гаек 27.

Ограничивающий элемент 40, например, продолжается в осевом направлении и имеет конец 42, неподвижно прикрепленный к одной из нижней плиты 22 и промежуточной плиты 26, причем ограничивающий элемент 40 выполнен с возможностью перемещения со скольжением в осевом направлении через отверстие, выполненное в

другой из нижней плиты 22 и промежуточной плиты 26.

Необязательно, другой конец 44 ограничивающего элемента 40 имеет упор 46 для ограничения расстояния между нижней плитой 22 и промежуточной плитой 26.

В одном примере осуществления изобретения конец 42 неподвижно прикреплен к промежуточной плите 26, ограничивающий элемент 40 выполнен с возможностью перемещения со скольжением в осевом направлении через отверстие, выполненное в нижней плите 22, а другой конец 44 ограничивающего элемента 40 имеет упор 46.

Нижняя часть 16 головки 10 жестко соединена с нижней плитой 22, а верхняя часть 18 головки 10 жестко соединена с промежуточной плитой 26, так что промежуточная плита 26 перемещается в осевом направлении вместе с верхней частью 18.

Нижняя часть 16 и верхняя часть 18, предпочтительно, являются трубчатыми и телескопически установлены друг на друге, при этом нижняя плита 22 расположена внутри нижней части 16, а верхняя плита 24 и промежуточная плита 26 расположены внутри верхней части 18.

Ниже со ссылкой на фиг. 2–4 приведено описание работы удерживающего устройства 20.

Верхняя часть 18 головки 10, например, первоначально находится в самом верхнем положении, и, таким образом, промежуточная плита 26 находится в верхнем положении и примыкает к верхней плите 24.

Когда верхняя часть 18 головки 10 упирается в верхнюю опорную плиту активной зоны, верхняя часть 18 стремится переместиться вниз, тем самым перемещая промежуточную плиту 26 вниз по направлению к нижней плите 22.

До тех пор, пока промежуточная плита 26 расположена между верхним положением и промежуточным положением, связанным со вспомогательным пружинным элементом 30, основной(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 28 толкает(ют) промежуточную плиту 26 и нижнюю плиту 22 в сторону друг от друга, но вспомогательный пружинный элемент 30 не задействован и не оказывает влияния на промежуточную плиту 26. Удерживающая сила, создаваемая удерживающим устройством 20, создается только основным(ми) пружинным(и) элемент(ами) 28.

До тех пор, пока промежуточная плита 26 расположена между верхним положением и промежуточным положением, связанным со вспомогательным пружинным элементом 30, промежуточная плита 26 не упирается в предварительно нагруженный элемент 32, связанный с этим вспомогательным пружинным элементом 30, который упирается в верхнюю плиту 24 посредством предварительно нагруженного элемента 32.

Когда промежуточная плита 26 достигает промежуточного положения, связанного

со вспомогательным пружинным элементом 30, и располагается между промежуточным положением и нижним положением, основной(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 28 и вспомогательный пружинный элемент 30 одновременно задействуются и совместно толкают промежуточную плиту 26 вверх.

Ниже заданного промежуточного положения промежуточной плиты 26 удерживающая сила, создаваемая удерживающим устройством 20, создается совместно основным(и) пружинным(ыми) элементом(ами) 28 и каждым вспомогательным пружинным элементом 30, связанным с этим промежуточным положением или нижним промежуточным положением.

Таким образом, удерживающая сила, создаваемая удерживающим устройством 20, увеличивается, когда промежуточная плита 26 перемещается ниже каждого промежуточного положения, со ступенчатым изменением удерживающей силы, которое создается, когда промежуточная плита 26 проходит промежуточное положение, благодаря предварительному нагружению вспомогательного(ых) пружинного(ых) элемента(ов) 30.

Из-за разного теплового расширения корпуса реактора и тепловыделяющей сборки промежуточная плита 26 стремится к перемещению вверх относительно нижней плиты 22 при нормальных условиях эксплуатации и к перемещению вниз в условиях холодного пуска.

В условиях холодного пуска основной(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 28 и вспомогательный(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 30 действуют одновременно для создания максимальной удерживающей силы.

С повышением температуры промежуточная плита 26 стремится к перемещению вверх относительно нижней плиты 22. Сила, создаваемая каждым вспомогательным пружинным элементом 30, уменьшается до тех пор, пока промежуточная плита 26 не достигнет промежуточного положения, связанного со вспомогательным пружинным элементом 30, а вспомогательный пружинный элемент 30 не упрутся в верхнюю плиту 24 с помощью предварительно нагруженного элемента 32, связанного со вспомогательным пружинным элементом 30.

В каждом промежуточном положении промежуточной плиты 26 удерживающая сила ступенчато уменьшается в соответствии с предварительным нагружением вспомогательного(ых) пружинного(ых) элемента(ов) 30, связанного(ых) с этим промежуточным положением.

С помощью удерживающего устройства 20 со ступенчато изменяющейся силой относительно хода верхней части головки 10 удерживающая сила соответствует нагрузке, необходимой для исключения подъема тепловыделяющей сборки при различных условиях

эксплуатации.

Ступенчатая удерживающая система может иметь такие размеры, что в течение срока эксплуатации тепловыделяющей сборки из-за радиационного удлинения тепловыделяющей сборки вспомогательный(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 30 начинает задействоваться в условиях эксплуатации с целью компенсации потери удерживающей силы из-за ослабления пружинных элементов 28 и 30. На протяжении периода облучения суммарная удерживающая сила остается относительно постоянной.

Наряду с препятствованием подъему тепловыделяющей сборки, как в условиях холодного запуска, так и в рабочих условиях эксплуатации, ступенчатая удерживающая система уменьшает чрезмерные удерживающие усилия при нормальных условиях эксплуатации. Механические напряжения, действующие на протяжении срока эксплуатации тепловыделяющей сборки, значительно уменьшаются, что ведет к уменьшению изгиба тепловыделяющей сборки.

Изобретение не ограничено вышеприведенными примерами и вариантами. Могут быть предусмотрены другие примеры и варианты.

В показанном примере нижняя плита 22 и верхняя плита 24 соединены направляющими трубами 12.

В качестве альтернативы нижняя плита 22 и верхняя плита 24 могут быть соединены друг с другом соединительными элементами, отличающимися от направляющих труб 12. В этом случае основной(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 28 и вспомогательный(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 30, необязательно, крепятся к соединительным элементам так, чтобы они направлялись указанными соединительными элементами.

Таким образом, нижняя плита 22 и верхняя плита 24 соединяются друг с другом соединительными элементами, при этом основной(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 28 и вспомогательный(ые) пружинный(ые) элемент(ы) 30, необязательно, крепятся к соединительным элементам так, чтобы они направлялись указанными соединительными элементами.

Кроме того, удерживающее устройство 20 может быть выполнено так, чтобы удерживающая сила, создаваемая удерживающим устройством 20, ступенчато изменялась один раз или последовательно ступенчато изменялась несколько раз при осевом перемещении промежуточной плиты 26.

Для этого удерживающее устройство 20 имеет, например, одно промежуточное положение или несколько последовательных промежуточных положений с удерживающей силой, создаваемой удерживающим устройством 20 и ступенчато

изменяющейся в промежуточном положении или в каждом промежуточном положении с помощью одного или нескольких вспомогательных пружинных элементов 30, связанных с каждым промежуточным положением.

При наличии последовательных промежуточных положений указанные промежуточные положения отличаются друг от друга.

В одном примере удерживающее устройство имеет по меньшей мере первое промежуточное положение и второе промежуточное положение, отличающееся от первого промежуточного положения, и содержит один или несколько первых вспомогательных пружинных элементов, связанных с первым промежуточным положением, и один или несколько вторых вспомогательных пружинных элементов, связанных со вторым промежуточным положением. Второе промежуточное положение находится, например, ниже первого промежуточного положения, т.е. ближе к нижнему положению, чем к первому промежуточному положению.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Головка для тепловыделяющей сборки, продолжающаяся вдоль оси головки и содержащая:

- нижнюю плиту (22);
- верхнюю плиту (24), расположенную на расстоянии от нижней плиты (22) в осевом направлении;
- промежуточную плиту (26), расположенную в осевом направлении между верхней плитой (24) и нижней плитой (22) и являющуюся подвижной в осевом направлении между верхним положением и нижним положением;
- один или несколько основных пружинных элементов (28), причем каждый основной пружинный элемент (28) расположен так, чтобы постоянно толкать промежуточную плиту (26) по направлению к верхней плите (24);
- один или несколько вспомогательных пружинных элементов (30), причем каждый вспомогательный пружинный элемент (30) расположен с возможностью толкания промежуточной плиты (26) по направлению к верхней плите (24), когда промежуточная плита (26) расположена между нижним положением и промежуточным положением, связанным с этим вспомогательным пружинным элементом (30); и
- предварительно нагруженный элемент (32), связанный с каждым вспомогательным пружинным элементом (30) и расположенный так, что вспомогательный пружинный элемент (30) упирается в верхнюю плиту (24) посредством предварительно нагруженного элемента (32), когда промежуточная плита (26) расположена между промежуточным положением, связанным с указанным вспомогательным пружинным элементом (30), и верхним положением.

2. Головка по п. 1, в которой каждый предварительно нагруженный элемент (32) продолжается через промежуточную плиту (26).

3. Головка по п. 1 или п. 2, в которой нижняя плита (22) соединена с верхней плитой (24) с помощью по меньшей мере одного соединительного элемента, причем каждый соединительный элемент продолжается в осевом направлении между нижней плитой (22) и верхней плитой (24).

4. Головка по п. 3, в которой каждый основной пружинный элемент (28) установлен на указанном соединительном элементе.

5. Головка по п. 4, в которой каждый соединительный элемент, на котором установлен основной пружинный элемент (28), является трубой, в частности

направляющей трубой (12).

6. Головка по любому из пп. 3–5, в которой каждый вспомогательный пружинный элемент (30) установлен на указанном соединительном элементе.

7. Головка по п. 6, в которой каждый соединительный элемент, на котором установлен вспомогательный пружинный элемент (30), является трубой, в частности направляющей трубой (12).

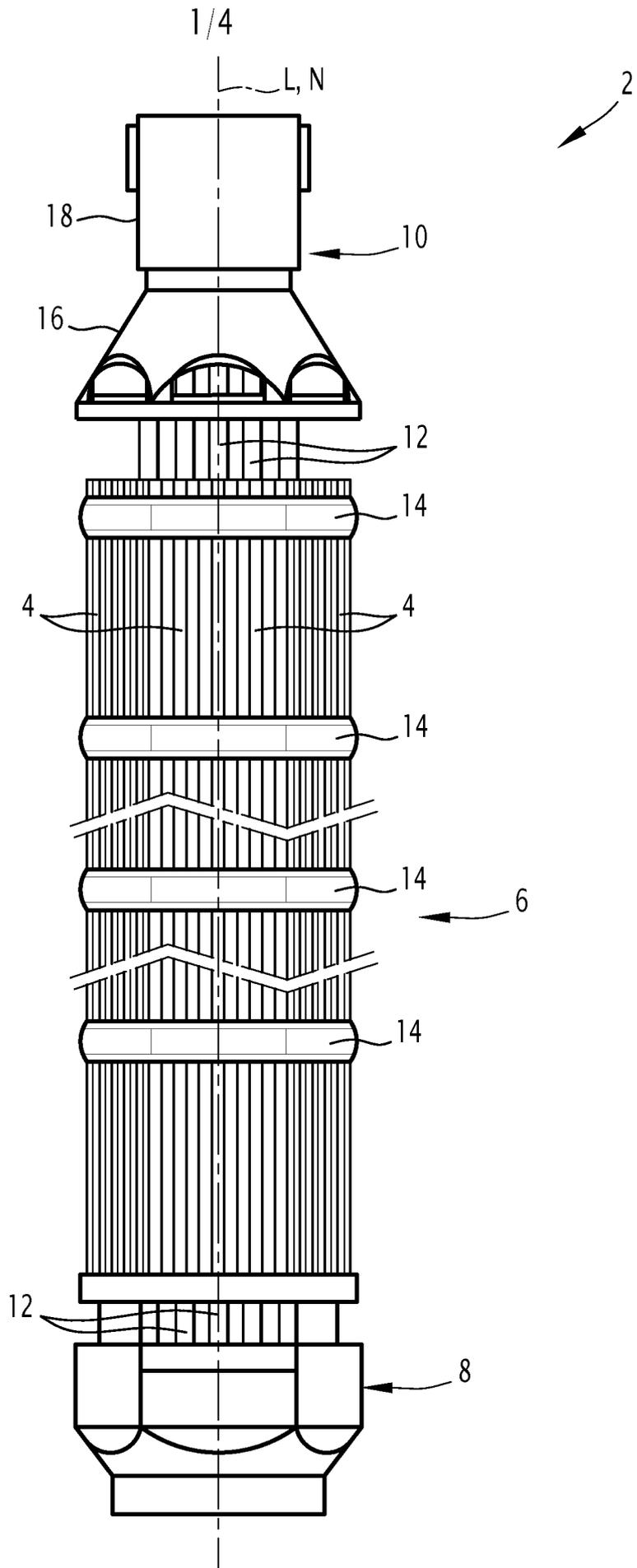
8. Головка по любому из пп. 1–7, которая содержит ограничивающий элемент (40), выполненный с возможностью ограничения осевого перемещения промежуточной плиты (26) по направлению к верхней плите (24).

9. Головка по п. 8, в которой ограничивающий элемент (40) является продолговатым в осевом направлении и содержит конец (42), неподвижно прикрепленный к одной из нижней плиты (22) и верхней плиты (24), причем ограничивающий элемент (40) выполнен с возможностью скольжения в осевом направлении через другую из нижней плиты (22) и верхней плиты (24).

10. Головка по любому из пп. 1–9, которая содержит нижнюю часть (16) и верхнюю часть (18), являющиеся трубчатыми, причем нижняя часть (16) и верхняя часть (18) телескопически установлены друг на друге вдоль оси (N) головки, при этом промежуточная плита (26) расположена внутри верхней части (18) и неподвижно прикреплена к верхней части (18), а нижняя плита (22) расположена внутри нижней части (16) и неподвижно прикреплена к нижней части (16).

11. Тепловыделяющая сборка, продолжающаяся вдоль продольной оси (L) и содержащая хвостовик (8), головку (10) по любому из пп. 1–10, направляющие трубы (12), продолжающиеся между хвостовиком (8) и головкой (10) и соединяющие хвостовик (8) и головку (10), тепловыделяющие элементы (4), расположенные между хвостовиком (8) и головкой (10), и дистанционирующие решетки (14), неподвижно прикрепленные к направляющим трубам, (12) причем тепловыделяющие элементы (4) продолжаются между хвостовиком (8) и головкой (10), проходя через дистанционирующие решетки (14).

FIG.1



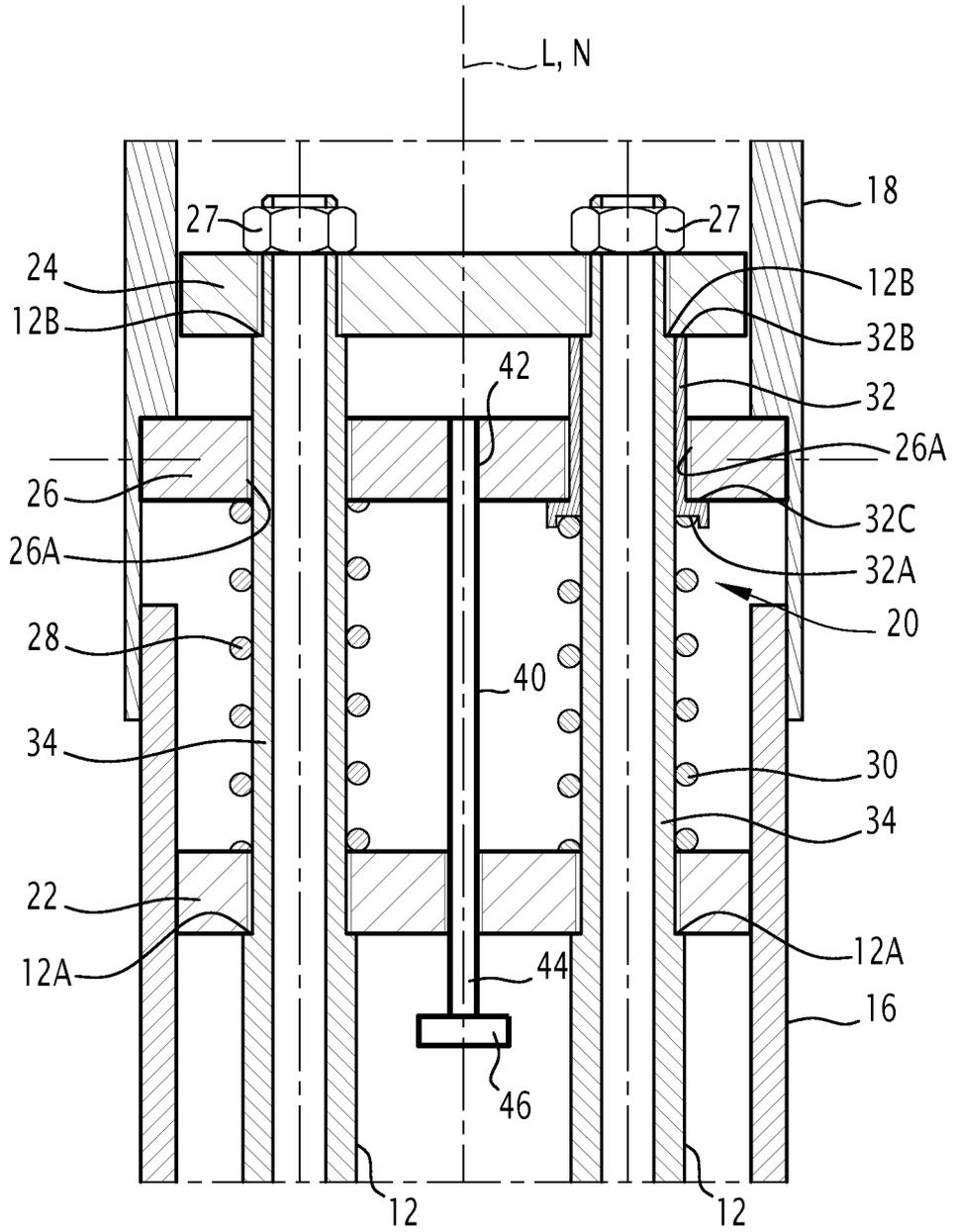


FIG. 3

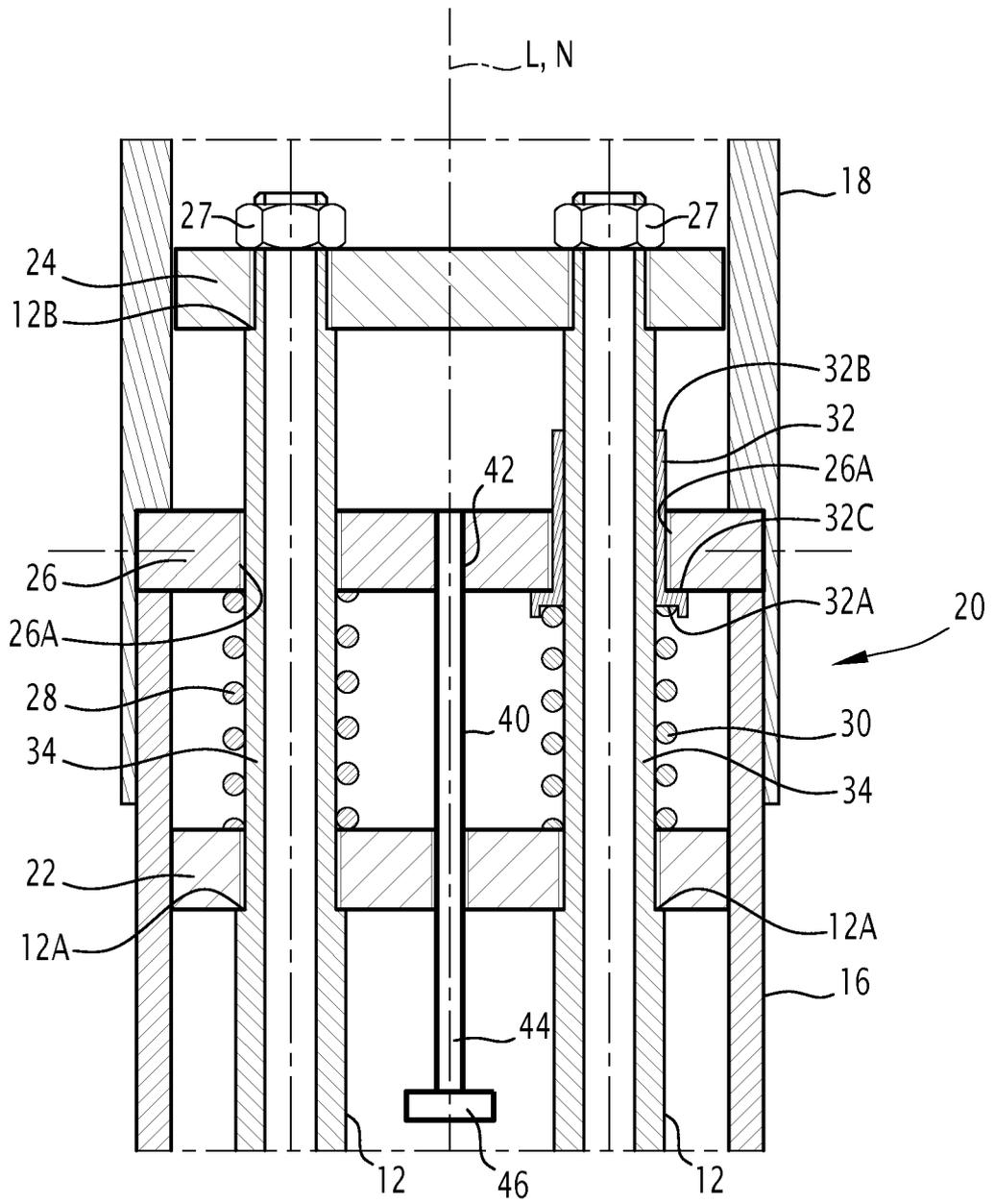


FIG. 4