

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **042415**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.02.10**

(51) Int. Cl. **G01C 3/04** (2006.01)  
**G21C 3/32** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202092705**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.12.29**

---

(54) **ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩАЯ СБОРКА ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА**

---

(31) **2018130533**

(32) **2018.08.23**

(33) **RU**

(43) **2021.06.07**

(86) **PCT/RU2018/000912**

(87) **WO 2020/040657 2020.02.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО  
ЗНАМЕНИ И ОРДЕНА ТРУДА ЧССР  
ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ  
БЮРО "ГИДРОПРЕСС" (RU)**

(72) Изобретатель:

**Вьялицын Виктор Васильевич,  
Кушманов Сергей Александрович,  
Пузанов Дмитрий Николаевич,  
Вьялицын Дмитрий Викторович (RU)**

(74) Представитель:

**Снегов К.Г. (RU)**

(56) **RU-C2-2212065  
RU-C1-2079171  
RU-C2-2325715  
US-A-4208248  
US-A-4587092**

---

(57) Изобретение относится к атомной энергетике, а именно к тепловыделяющим сборкам ядерных реакторов с водой под давлением. Тепловыделяющая сборка ядерного реактора содержит пучок твэлов, установленный в каркасе, образованном направляющими каналами и дистанционирующими решетками, хвостовик, съемную головку, содержащую верхнюю обечайку, опорный элемент и пружины. Верхняя обечайка съемной головки выполнена в виде трубы с жестко закрепленной плитой, взаимодействующей с пружинами, опорный элемент выполнен в виде трубы, расположенной коаксиально трубе верхней обечайки с необходимым монтажным зазором и имеющей в нижней части бобышки, взаимодействующие с пружинами, а в верхней части - упор, взаимодействующий с трубой верхней обечайки. В плите верхней обечайки напротив каждой бобышки опорного элемента выполнены отверстия, форма которых соответствует форме бобышки опорного элемента. Имеется также вариант выполнения тепловыделяющей сборки. Изобретение позволяет изменить конструкцию съемной головки, обеспечивающей функции поджатия тепловыделяющей сборки, гашение энергии падения органа регулирования при уменьшенных осевых габаритах съемной головки.

---

**042415 B1**

**042415 B1**

### Область техники

Изобретение относится к атомной энергетике, а более конкретно к тепловыделяющим сборкам ядерных реакторов с водой под давлением.

#### Предшествующий уровень техники

Известна тепловыделяющая сборка ядерного реактора (прототип, Шмелев В.Д., Драгунов Ю.Г. и др. "Активные зоны ВВЭР для атомных электростанций" - М.: ИКЦ "Академкнига", 2004 г., стр. 130-131, рис. 6.18 и 6.19), содержащая пучок твэлов, установленный в каркасе, образованном направляющими каналами и дистанционирующими решетками, хвостовик, съемную головку. Съемная головка содержит верхнюю и нижнюю обечайки, опорную прижимную плиту, пружины, цанговые трубы. Нижние концы цанговых труб закреплены на направляющих каналах, а верхние проходят через отверстия в прижимной плите и плите верхней обечайки и имеют на конце упорные втулки. При этом при работе головки в ее верхней обечайке может находиться орган регулирования.

Недостатком известной тепловыделяющей сборки является то, что при падении органа регулирования происходит движение опорной плиты по 18 цанговым трубам, которые закреплены на направляющих каналах с одной стороны и в отверстиях плиты верхней обечайки с другой. Для исключения закусывания необходимо выполнить четкое позиционирование отверстий для прохода цанговых труб в опорной плите и плите верхней обечайки. Также данное техническое решение не позволяет уменьшить высоту головки с целью увеличения загрузки топлива без изменения габаритов тепловыделяющей сборки. Другим недостатком известной тепловыделяющей сборки является то, что при сжатии головки, закрепленной цангами на направляющих каналах, цанговые трубы уходят вверх относительно плиты верхней обечайки. Это требует выбрать высоту верхней обечайки такой, чтобы цанга не взаимодействовала с элементами органов регулирования, что является недостатком, так как увеличивает высоту головки, что отрицательно сказывается на ураноемкости тепловыделяющей сборки.

#### Раскрытие изобретения

Целью изобретения является разработка конструкции тепловыделяющей сборки повышенной ураноемкости с сохранением габаритных размеров.

Задачей изобретения является уменьшение осевых габаритов головки тепловыделяющей сборки, позволяющее увеличить высоту топливного столба.

Техническим результатом изобретения является изменение конструкции съемной головки, обеспечивающей функции поджатия тепловыделяющей сборки, гашение энергии падения органа регулирования при уменьшенных осевых габаритах съемной головки.

Достижение цели изобретения обеспечивается тем, что тепловыделяющая сборка ядерного реактора содержит пучок твэлов (1), установленный в каркасе, образованном направляющими каналами (2) и дистанционирующими решетками (3), хвостовик (4), съемную головку (5), содержащую верхнюю обечайку (6), опорный элемент (7), пружины (8), цанговые элементы (17). Новым является то, что верхняя обечайка (6) съемной головки (5) выполнена в виде трубы (9) с жестко закрепленной плитой (10), взаимодействующей с пружинами (8), при этом цанговые элементы (17), выполнены из коаксиально расположенных нижних труб (18) и верхних труб (19), закрепленных в плите (10), на внутренней поверхности верхних труб (19) и на наружной поверхности нижних труб (18) выполнены опорные площадки (20), взаимодействующие друг с другом, опорный элемент (7) выполнен в виде трубы (11), расположенной коаксиально трубе (9) верхней обечайки (6) с необходимым монтажным зазором (12) и имеющей в нижней части бобышки (13), взаимодействующие с пружинами (8), а в верхней части упор (14), взаимодействующий с трубой (9) верхней обечайки (6), при этом в плите (10) верхней обечайки (6) напротив каждой бобышки (13) опорного элемента (7) выполнены отверстия (15), форма которых соответствует форме бобышки (13) опорного элемента (7), при этом зазор в плане между отверстием (15) в плите (10) верхней обечайки (6) и бобышкой (13) составляет не менее монтажного зазора (12) между трубой (11) опорного элемента (7) и трубой (9) верхней обечайки (6).

#### Краткое описание чертежей

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых представлены на:

фиг. 1 - тепловыделяющая сборка ядерного реактора;

фиг. 2 - вертикальный разрез съемной головки тепловыделяющей сборки ядерного реактора, показывающий положение элементов головки при деформировании органа регулирования;

фиг. 3 - опорный элемент с бобышками;

фиг. 4 - плита верхней обечайки;

фиг. 5 - разрез цанговой трубы, выполненной из верхней трубы и нижней трубы.

#### Осуществление изобретения

Тепловыделяющая сборка ядерного реактора содержит пучок твэлов (1), установленный в каркасе, образованном направляющими каналами (2) и дистанционирующими решетками (3), хвостовик (4), съемную головку (5), содержащую верхнюю обечайку (6), опорный элемент (7), пружины (8) и цанговые элементы (17). Цанговый элемент (17) выполнен из коаксиально расположенных нижней трубы (18) и верхней трубы (19), жестко закрепленной в плите (10), верхней обечайки (6), при этом на внутренней поверхности трубы (19) и на наружной поверхности нижней трубы (18) выполнены опорные площадки

(20), взаимодействующие друг с другом. Верхняя обечайка (6) съемной головки (5) выполнена в виде трубы (9) с жесткозакрепленной плитой (10), взаимодействующей с пружинами (8), опорный элемент (7) выполнен в виде трубы (11), расположенной коаксиально трубе (9) верхней обечайки (6) с необходимым монтажным зазором (12) и имеющей в нижней части бобышки (13), взаимодействующие с пружинами (8), а в верхней части упор (14), взаимодействующий с трубой (9) верхней обечайки (6), при этом в плите (10) верхней обечайки (6) напротив каждой бобышки (13) опорного элемента (7) выполнены отверстия (15), форма которых соответствует форме бобышки (13) опорного элемента (7), при этом зазор в плане между отверстием (15) в плите (10) верхней обечайки (6) и бобышкой (13) составляет не менее монтажного зазора (12) между трубой (11) опорного элемента (7) и трубой (9) верхней обечайки (6).

Работа тепловыделяющей сборки ядерного реактора осуществляется следующим образом.

Цанговые элементы (17) выполняются разрезными, состоящими из верхней (19) и нижней (18) труб с опорными площадками (20) на внутренней поверхности трубы (19) и наружной поверхности нижней трубы (18). При этом верхняя труба (19) цангового элемента (17) жестко соединяется (например, с помощью сварки) с плитой (10) верхней обечайки (6) головки.

Пружины с начальным предварительным поджатием, устанавливаются соосно цанговым элементам (17) и создают усилие на верхнюю (19) и нижнюю (18) трубы цангового элемента (17). За счет этого усилия при неподжатой головке верхняя (19) и нижняя (18) трубы цангового элемента (17) прижимаются друг к другу по опорным площадкам (20), выполненным в них. Относительное положение этих опорных площадок (20) и размеры верхней (19) и нижней (18) труб с учетом жесткого соединения верхней трубы (19) с плитой (10) и верхней обечайкой (6) головки определяет максимальное расстояние между плитами верхней и нижней обечайки, следовательно, габаритный вертикальный размер ненагруженной головки тепловыделяющей сборки (на чертеже не показана) и предварительное поджатие пружинного блока головки.

Часть пружин (8) съемной головки (5) тепловыделяющей сборки ядерного реактора упираются своими верхними торцами в плиту (10) верхней обечайки (6), жестко соединенную с верхней обечайкой (6). Другая часть пружин (8) упирается своими верхними торцами в бобышки (13) опорного элемента (7).

Установленная в ядерный реактор тепловыделяющая сборка со съемной головкой (5) поджимается внутрикорпусными устройствами ядерного реактора (на чертеже не показаны). При поджатии головки тепловыделяющей сборки верхняя обечайка (6) головки перемещается вниз вместе с опорным элементом (7), трубой (9) с жестко закрепленной в ней плитой (10) и соединенными с плитой (10) верхними трубами (19) цанговых элементов, которые двигаются по нижним цанговым трубам (18), при этом между упором (20) верхней трубы (19) и упором (20) нижней цанговой трубы (18) образуется зазор. Пружины своим верхним торцом упираются в плиту (10) или в бобышки (13) опорного элемента (7), а нижним торцом через специальные втулки в нижние выступы нижней трубы (18) цанговых элементов (17). Каждый из направляющих каналов (2) заходит внутрь соответствующей нижней трубы (18) цангового элемента (17). При поджатии головки тепловыделяющей сборки происходит уменьшение расстояния между плитой (10) и верхними торцами направляющих каналов, на которые опираются нижние цанговые трубы (18) и, следовательно, происходит дополнительное (сверх предварительного) сжатие пружин пружинного блока и рост усилия поджатия отдельных направляющих каналов. При поджатии головки (5) тепловыделяющей сборки опорный элемент (7) вместе с трубой (9) и плитой (10) перемещается вниз, сжимая все пружины (8) пружинного блока тепловыделяющей сборки. Усилие, создаваемое пружинами (8), обеспечивает не всплытие тепловыделяющей сборки во всех режимах эксплуатации.

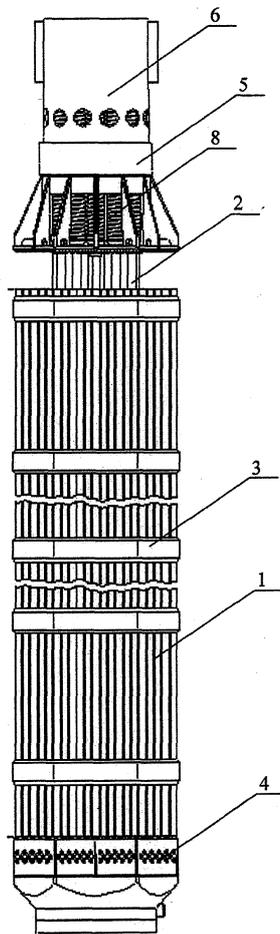
При срабатывании аварийной защиты элементы конструкции органа регулирования (16) взаимодействуют с плитой (10) жестко закрепленной в трубе (9) верхней обечайки (6). Энергия падения органа регулирования (16) поглощается пружинами, взаимодействующими непосредственно с плитой (10) верхней обечайки (6). Происходит перемещение трубы (9), плиты (10) и верхних труб (19) цанговых элементов (17), пружины сжимаются, догружая через нижние цанговые трубы (18) и направляющие каналы (2) так же, как и при поджатии тепловыделяющей сборки. При срабатывании аварийной защиты элементы конструкции органа регулирования (16) взаимодействуют с плитой (10), жестко закрепленной в трубе (9) верхней обечайки (6), продавливая ее вниз. Энергия падения органа регулирования (16) поглощается пружинами (8), взаимодействующими непосредственно с плитой (10) верхней обечайки (6). При этом пружины (8), упирающиеся в бобышки (13) опорного элемента (7), остаются неподвижными за счет наличия вырезов в плите (10) верхней обечайки (6), в которые входят бобышки (13) опорного элемента (7). Таким образом, обеспечивается фиксация тепловыделяющей сборки ядерного реактора в плите блока защитных труб реактора при срабатывании аварийной защиты.

Промышленная применимость.

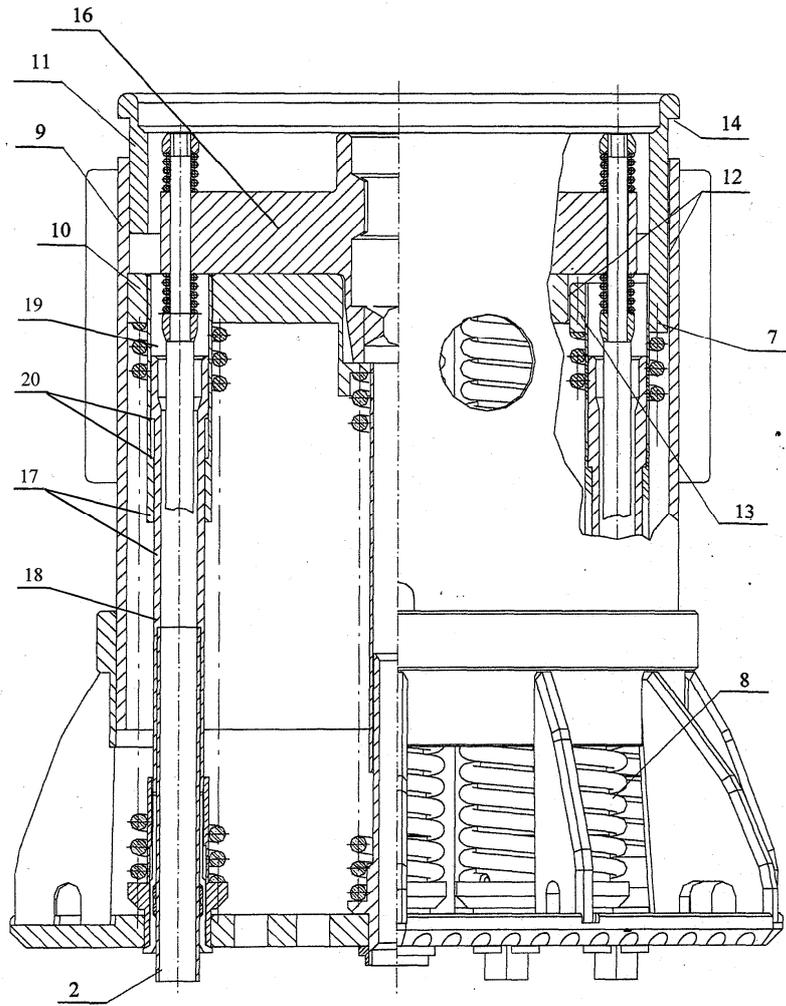
Наиболее целесообразно предложенное решение использовать для эксплуатации на водо-водяных ядерных энергетических реакторах.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

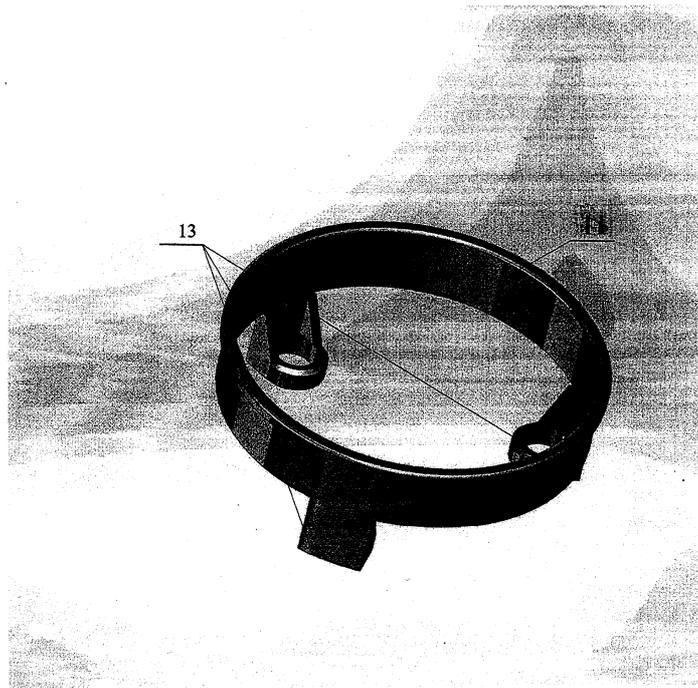
Тепловыделяющая сборка ядерного реактора, содержащая пучок твэлов (1), установленный в корпусе, образованном направляющими каналами (2) и дистанционирующими решетками (3), хвостовик (4), съемную головку (5), содержащую верхнюю обечайку (6), опорный элемент (7), пружины (8), цанговые элементы (17), отличается тем, что верхняя обечайка (6) съемной головки (5) выполнена в виде трубы (9) с жестко закрепленной плитой (10), взаимодействующей с пружинами (8), при этом цанговые элементы (17) выполнены из коаксиально расположенных нижних труб (18) и верхних труб (19), закрепленных в плите (10), на внутренней поверхности верхних труб (19) и на наружной поверхности нижних труб (18) выполнены опорные площадки (20), взаимодействующие друг с другом, опорный элемент (7) выполнен в виде трубы (11), расположенной коаксиально трубе (9) верхней обечайки (6) с необходимым монтажным зазором (12) и имеющей в нижней части бобышки (13), взаимодействующие с пружинами (8), а в верхней части - упор (14), взаимодействующий с трубой (9) верхней обечайки (6), при этом в плите (10) верхней обечайки (6) напротив каждой бобышки (13) опорного элемента (7) выполнены отверстия (15), форма которых соответствует форме бобышки (13) опорного элемента (7), при этом зазор в плане между отверстием (15) в плите (10) верхней обечайки (6) и бобышкой (13) составляет не менее монтажного зазора (12) между трубой (11) опорного элемента (7) и трубой (9) верхней обечайки (6).



Фиг. 1

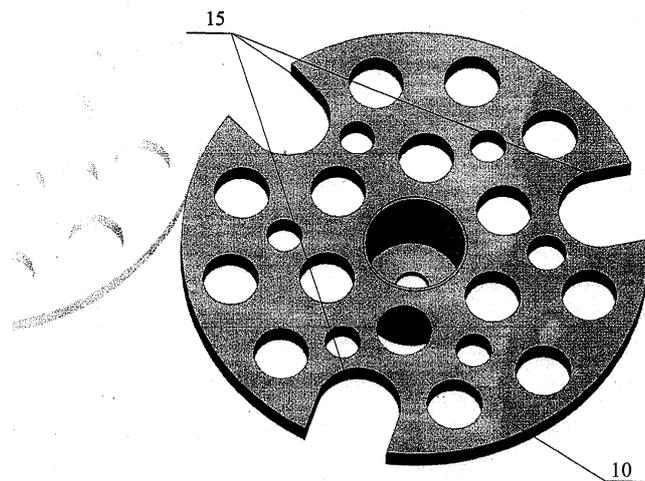


Фиг. 2

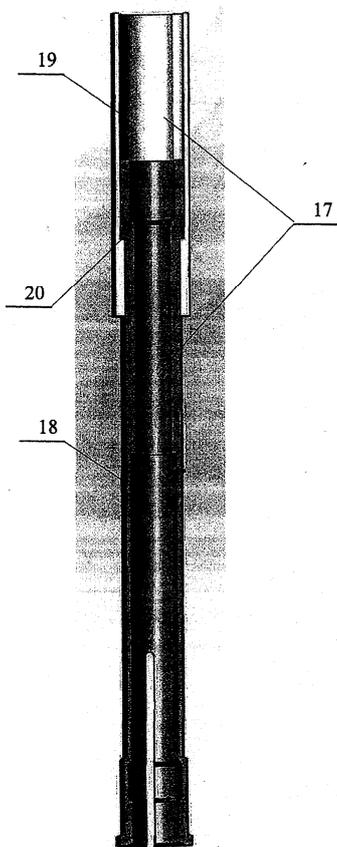


Фиг. 3

042415



Фиг. 4



Фиг. 5