

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041553**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.07

(51) Int. Cl. **G21C 3/334 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202191347

(22) Дата подачи заявки
2019.12.12

(54) **СПОСОБ И СБОРОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВСТАВЛЕНИЯ ПО МЕНЬШЕЙ МЕРЕ
ОДНОГО ЯДЕРНОГО ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО СТЕРЖНЕВОГО ЭЛЕМЕНТА В
ДИСТАНЦИОНИРУЮЩИЕ РЕШЕТКИ ЯДЕРНОЙ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ**

(31) **18306696.8**

(56) **US-A-3757403**

(32) **2018.12.14**

US-A-5028382

(33) **EP**

JP-A-S5639483

(43) **2021.09.03**

(86) **PCT/EP2019/084784**

(87) **WO 2020/120648 2020.06.18**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ФРАМАТОМ (FR)

(72) Изобретатель:
Оссефорт Эвальд (DE)

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Способ включает в себя этапы, на которых вставляют тепловыделяющий стержневой элемент (4) через дистанционирующие решетки (14), выровненные вдоль оси (А) сборки, с пропуском тепловыделяющего стержневого элемента (4) через смазочную камеру (30), выровненную с дистанционирующими решетками (14) так, что тепловыделяющий стержневой элемент (4) проходит через смазочную камеру (30) перед вставлением этого тепловыделяющего стержневого элемента (4) через одну из дистанционирующих решеток (14), и осуществляют циркуляцию смазочной текучей среды, содержащей газ и смазочный материал, в газообразной фазе и/или в форме тумана, в смазочной камере (30), при этом смазочную текучую среду нагнетают в смазочную камеру (30) при температуре, строго превышающей температуру окружающей среды, так, что смазочный материал оседает или конденсируется в жидкой фазе с образованием смазочной пленки на внешней поверхности тепловыделяющего стержневого элемента (4), который вставляют через одну из дистанционирующих решеток (14).

B1**041553****041553****B1**

Изобретение относится к способу и сборочной системе для вставления по меньшей мере одного ядерного тепловыделяющего стержневого элемента в дистанционирующие решетки ядерной тепловыделяющей сборки.

Ядерный реактор содержит активную зону реактора, состоящую из множества ядерных тепловыделяющих сборок, расположенных бок о бок.

Каждая ядерная тепловыделяющая сборка содержит пучок параллельных ядерных тепловыделяющих стержневых элементов, проходящих вдоль оси тепловыделяющей сборки, и арматуры, поддерживающей тепловыделяющие стержневые элементы.

Каждый тепловыделяющий стержневой элемент обычно содержит трубчатую оболочку тепловыделяющего стержневого элемента, покрывающуюся делящийся материал, причем делящийся материал заполнен, например, в виде топливных таблеток, уложенных в трубчатую оболочку.

Арматура, в частности, содержит множество дистанционирующих решеток, распределенных вдоль пучка тепловыделяющих стержневых элементов, причем каждая дистанционирующая решетка выполнена с возможностью поддержания тепловыделяющих стержневых элементов вдоль оси сборки и поперек оси сборки с разнесением.

Каждая дистанционирующая решетка содержит решетку ячеек, содержащую трубчатые ячейки и ячейки для тепловыделяющих стержневых элементов, причем каждая ячейка для тепловыделяющего стержневого элемента принимает соответствующий тепловыделяющий стержневой элемент пучка тепловыделяющих стержневых элементов. Каждая ячейка для тепловыделяющего стержневого элемента дистанционирующей решетки снабжена поддерживающими компонентами, расположенными, например, на одной или нескольких боковых стенках ячейки для тепловыделяющего стержневого элемента, например, одной или несколькими гибкими пружинами и/или одной или несколькими жесткими впадинами.

Принимая во внимание установку тепловыделяющих стержневых элементов в арматуру, можно жестко прикрепить арматуру к монтажному столу или станции, при этом дистанционирующие решетки выровнены в направлении вставления, причем каждая дистанционирующая решетка проходит перпендикулярно направлению вставления, при этом можно вставлять каждый тепловыделяющий стержневой элемент через дистанционирующие решетки вдоль направления вставления.

Однако вставление тепловыделяющего стержневого элемента через дистанционирующую решетку может привести к царапинам на оболочке тепловыделяющего стержневого элемента из-за контакта с поддерживающими компонентами ячейки для тепловыделяющего стержневого элемента, принимающей тепловыделяющий стержневой элемент, и к возможным заусенцам, накопившимся в результате накопления царапин в области контакта между тепловыделяющим стержневым элементом и поддерживающим компонентом дистанционирующей решетки.

Можно смазывать тепловыделяющий стержневой элемент для вставления этого тепловыделяющего элемента через дистанционирующие решетки, принимая во внимание ограничивающее воздействие сил трения и предотвращение образования царапин.

Если смазочный материал не является водой, смазочный материал необходимо удалить перед вставлением ядерной тепловыделяющей сборки в активную зону реактора, чтобы избежать любой химической реакции, которая может нанести ущерб материалам, используемым в первичном контуре ядерного реактора. Такое удаление может быть очень трудным, и должно быть продемонстрировано отсутствие загрязнения, т.е. отсутствия остаточного смазочного материала на тепловыделяющей сборке и, в частности, в областях контакта между тепловыделяющими стержневыми элементами и дистанционирующими решетками. Смазочный материал, не содержащий воды, также может привести к прекращению проблемы коррозии оболочки тепловыделяющего стержневого элемента.

В патентном документе US 3757403 описано нанесение отложения, подобного инею (т.е. "полупористый сухой ледяной налет, напоминающий иней"), на ядерный тепловыделяющий стержневой элемент перед его вставлением в узел дистанционирующей решетки. С этой целью тепловыделяющий стержневой элемент охлаждают до температуры около 0°C во влажной атмосфере, или, альтернативно, тепловыделяющий стержневой элемент охлаждают до температуры ниже 0°C и дают ему нагреться до температуры около (-10)-0°C во влажной атмосфере. Тепловыделяющий стержневой элемент охлаждается с использованием сухого льда, например, с помощью размещения тепловыделяющего стержневого элемента на стойке над сухим льдом.

Однако охлаждение тепловыделяющего стержневого элемента до низких температур и/или использование льда для охлаждения тепловыделяющего стержневого элемента имеют риск неконтролируемого накопления льда, который может повредить поддерживающий компонент дистанционирующей решетки, такой как пружина, при вставлении тепловыделяющего стержневого элемента через дистанционирующую решетку.

Одна из целей изобретения - создать способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента в арматуру ядерной тепловыделяющей сборки, который ограничивает риск повреждения тепловыделяющего стержневого элемента или дистанционирующей решетки, является простым в реализации и ограничивает риск загрязнения тепловыделяющей сборки.

С этой целью согласно изобретению предлагается способ вставления тепловыделяющего стержне-

вого элемента через дистанционирующие решетки ядерной тепловыделяющей сборки, включающий в себя этапы, на которых вставляют тепловыделяющий стержневой элемент через дистанционирующие решетки, выровненные вдоль оси сборки, с пропуском тепловыделяющего стержневого элемента через смазочную камеру, выровненную с дистанционирующими решетками так, что тепловыделяющий стержневой элемент проходит через смазочную камеру перед вставлением тепловыделяющего стержневого элемента через одну из дистанционирующих решеток, и осуществляют циркуляцию смазочной текучей среды, содержащей газ и смазочный материал, в газообразной фазе и/или в форме тумана в смазочной камере, при этом смазочную текучую среду нагнетают в смазочную камеру при температуре, строго превышающей температуру окружающей среды так, что смазочный материал оседает или конденсируется в жидкой фазе с образованием смазочной пленки на внешней поверхности тепловыделяющего стержневого элемента, который вставляют через упомянутую одну из дистанционирующих решеток.

Вставление тепловыделяющего стержневого элемента через дистанционирующую решетку со смазочным материалом в жидкой фазе, нанесенным или сконденсированным на тепловыделяющем стержневом элементе, позволяет получить эффективное смазывание тепловыделяющего стержневого элемента с ограничением рисков повреждения тепловыделяющего стержневого элемента и/или дистанционирующей решетки. Смазывание можно легко и эффективно реализовать при небольшом количестве смазочного материала. Смазочный материал представляет собой, например, воду, таким образом, ограничивая химический риск, при этом устраняется необходимость удаления смазочного материала после вставления тепловыделяющего стержневого элемента.

В конкретных вариантах осуществления изобретения способ вставления тепловыделяющего стержневого элемента может иметь одну или несколько из следующих дополнительных особенностей, рассматриваемых по отдельности или в любой технически осуществимой комбинации:

- смазочный материал в смазочной текучей среде, нагнетаемой в смазочную камеру, имеет точку росы строго выше температуры окружающей среды;

- смазочную текучую среду нагнетают в смазочную камеру при температуре, строго превышающей точку росы смазочного материала в смазочной текучей среде;

- способ включает в себя этап, на котором создают смазочную текучую среду посредством распыления смазочного материала в газе;

- способ включает в себя этап, на котором нагревают смазочную текучую среду перед нагнетанием смазочной текучей среды в смазочную камеру;

- способ включает в себя этап, на котором возвращают смазочную текучую среду, собранную на выпуске из смазочной камеры, в генератор смазочной текучей среды;

- способ включает в себя этап, на котором пропускают смазочную текучую среду, собранную на выпуске из смазочной камеры, через конденсатор так, чтобы извлечь смазочный материал в жидкой фазе на выпуске для жидкости из конденсатора;

- способ включает в себя этапы, на которых собирают смазочную текучую среду, обедненную смазочным материалом, из выпуска для текучей среды конденсатора и отдельно возвращают смазочную текучую среду, обедненную смазочным материалом, и смазочный материал в жидкой фазе в генератор смазочной текучей среды;

- способ включает в себя этапы, на которых нагнетают сухой газ в смазочную камеру с формированием по меньшей мере одного потока сухого газа, циркулирующего вдоль потока смазочной текучей среды в смазочной камере, и собирают поток сухого газа на выпуске из смазочной камеры вместе со смазочной текучей средой;

- способ включает в себя этап, на котором формируют два потока сухого газа по обе стороны от потока смазочной текучей среды в смазочной камере;

- газом смазочной текучей среды является воздух или инертный газ, а смазочным материалом - вода, спирт, ацетон или их смесь.

Изобретение также относится к сборочной системе для вставления ядерных тепловыделяющих стержневых элементов через дистанционирующие решетки ядерной тепловыделяющей сборки, сборочной системе, включающей в себя сборочную станцию, содержащую устройства удерживания для удерживания соответствующих дистанционирующих решеток в выровненной конфигурации, и смазочную систему, выполненную с возможностью смазывания по меньшей мере одного тепловыделяющего стержневого элемента, который вставляют через дистанционирующие решетки, при этом смазочная система содержит смазочную камеру, выровненную с дистанционирующими решетками так, что каждый тепловыделяющий стержневой элемент проходит через смазочную камеру перед вставлением каждого тепловыделяющего стержневого элемента через одну из дистанционирующих решеток, при этом смазочная система включает в себя смазочный контур, выполненный с возможностью нагнетания в смазочную камеру смазочной текучей среды, содержащей газ и смазочный материал, в газообразной фазе и/или в форме тумана, при этом смазочная текучая среда в смазочной камере имеет температуру, строго превышающую температуру окружающей среды, так, что смазочный материал оседает или конденсируется в жидкой фазе на каждом тепловыделяющем стержневом элементе во время его прохождения через смазочную камеру с образованием смазочной пленки на внешней поверхности тепловыделяющего стержневого эле-

мента.

В конкретных вариантах осуществления изобретения сборочная система может иметь одну или более из следующих дополнительных особенностей, рассматриваемых по отдельности или в любой технически выполнимой комбинации:

система содержит генератор смазочной текучей среды, выполненный с возможностью создания смазочной текучей среды посредством распыления смазочного материала в газ, и/или нагреватель подводящей линии, выполненный с возможностью нагревания смазочной текучей среды перед нагнетанием этой смазочной текучей среды в смазочную камеру;

система содержит конденсатор, имеющий выпуск, соединенный по текучей среде с выпуском смазочной камеры, для приема смазочной текучей среды, собранной на выпуске из смазочной камеры, причем конденсатор имеет выпуск для жидкости и выпуск для текучей среды, которые по отдельности соединены по текучей среде с генератором смазочной текучей среды, выполненным с возможностью создания смазочной текучей среды посредством распыления смазочного материала в газ;

система содержит контур нагнетания газа, выполненный с возможностью создания по меньшей мере одного потока сухого газа, протекающего вдоль потока смазочной текучей среды в смазочной камере, предпочтительно двух потоков сухого газа по обе стороны от потока смазочной текучей среды.

Изобретение и его преимущества будут более понятными после прочтения последующего описания, приведенного исключительно в качестве неограничивающего примера и со ссылками на чертежи.

На фиг. 1 схематично показана ядерная тепловыделяющая сборка;

на фиг. 2 - сборочная система для сборки ядерной тепловыделяющей сборки, вид в продольном разрезе, поясняющий смазочную камеру смазочной системы сборочной системы;

на фиг. 3 - сборочная система, вид в поперечном разрезе, выполненном по линии III-III на фиг. 2, поясняющий смазочный контур смазочной системы.

Ядерная тепловыделяющая сборка 2 на фиг. 1 содержит пучок ядерных тепловыделяющих стержневых элементов 4 и каркас 6 для поддержания тепловыделяющих стержневых элементов 4.

Тепловыделяющие стержневые элементы 4 проходят параллельно друг другу и оси L тепловыделяющей сборки. Тепловыделяющая сборка 2 вытянута вдоль оси L сборки. Ось L сборки проходит вертикально, когда тепловыделяющая сборка 2 расположена внутри ядерного реактора.

Каркас 6 содержит нижнюю головку 8, верхнюю головку 10 и арматуру 11, содержащую множество направляющих трубок 12 и множество дистанционирующих решеток 14. Арматура 11 может дополнительно содержать измерительную трубку, не представленную на чертежах.

Направляющие трубки 12 проходят параллельно оси L сборки и соединяют нижнюю головку 8 с верхней головкой 10 с сохранением предварительно определенного разнесения вдоль оси L сборки между нижней головкой 8 и верхней головкой 10. Тепловыделяющие стержневые элементы 4 приняты в арматуре 11 так, чтобы располагаться между нижней головкой 8 и верхней головкой 10 в тепловыделяющей сборке 2.

Каждая направляющая трубка 12 открывается вверх через верхнюю головку 10, позволяя вставлять регулирующий стержень в направляющую трубку 12.

Дистанционирующие решетки 14 распределены вдоль направляющих трубок 12 между нижней головкой 8 и верхней головкой 10 тепловыделяющей сборки 2. Дистанционирующие решетки 14 разнесены друг от друга. Каждая дистанционирующая решетка 14 жестко прикреплена к направляющим трубкам 12, которые проходят через дистанционирующую решетку 14.

Каждая дистанционирующая решетка 14 выполнена с возможностью поддержания тепловыделяющих стержневых элементов 4 в разнесенном состоянии. Каждая дистанционирующая решетка 14 выполнена с возможностью поддержания тепловыделяющих элементов 4 вдоль оси L сборки и поперечно к оси L сборки.

Каждая дистанционирующая решетка 14 содержит отдельные ячейки 16 для тепловыделяющих стержневых элементов (фиг. 2), причем каждая ячейка 16 для тепловыделяющего стержневого элемента выполнена с возможностью приема соответствующего тепловыделяющего стержневого элемента 4.

Каждая ячейка 16 для тепловыделяющего стержневого элемента снабжена поддерживающими компонентами, выполненными с возможностью контакта и поддержания соответствующего тепловыделяющего стержневого элемента 4. Поддерживающие компоненты содержат, например, одну или несколько упругих пружин и/или одну или несколько жестких впадин.

На фиг. 2 и 3 показана сборочная система 20, способная собирать тепловыделяющую сборку 2 посредством вставления тепловыделяющих стержневых элементов 4 через дистанционирующие решетки 14 арматуры 11, выровненные вдоль оси A сборки.

Сборочная система 20 содержит сборочную станцию 22, содержащую несколько выровненных устройств 24 удерживания дистанционирующей решетки, причем каждое устройство 24 удерживания выполнено с возможностью удерживания или поддержания соответствующей дистанционирующей решетки 14 арматуры 11. Дистанционирующие решетки 14, удерживаемые с помощью устройств 24 удерживания, выровнены вдоль оси A сборки, которая соответствует оси L сборки для тепловыделяющей сборки 2.

Каждая дистанционирующая решетка 14, удерживаемая с помощью устройства 24 удерживания, проходит в плоскости, перпендикулярной оси А сборки. Ячейки 16 для тепловыделяющих стержневых элементов дистанционирующей решетки 14 проходят в направлении оси А сборки.

Каждое устройство 24 удерживания представляет собой, например, удерживающий зажим, выполненный с возможностью зажимания соответствующей дистанционирующей решетки 14 в предварительно определенном положении для сборки.

Когда арматура 11 принята в сборочной станции 22 дистанционирующими решетками 14, выровненными по оси А сборки, каждый тепловыделяющий элемент 4 может быть вставлен через дистанционирующие решетки 14 вдоль оси А сборки в направлении F вставления, показанном на фиг. 2.

Сборочная система 20 содержит смазочную систему 26, приспособленную для смазывания тепловыделяющих стержневых элементов 4 после вставления тепловыделяющих стержневых элементов 4 через дистанционирующие решетки 14.

Смазочная система 26 содержит по меньшей мере одну смазочную камеру 30, выполненную с возможностью размещения выше по ходу вставления от дистанционирующей решетки 14, если рассматривать направление F вставления тепловыделяющих стержневых элементов 4 через дистанционирующие решетки 14, для смазывания тепловыделяющих стержневых элементов 4, которые должны быть вставлены через упомянутую дистанционирующую решетку 14.

Как показано на фиг. 2, смазочная камера 30 предпочтительно расположена между двумя последовательными дистанционирующими решетками 14.

Возможны другие местоположения. Например, в альтернативном варианте смазочная камера 30 расположена выше по ходу вставления от первого устройства 24 удерживания сборочной станции 22.

Кроме того, смазочная система 26 может содержать одну смазочную камеру 30 или несколько смазочных камер 30, распределенных вдоль оси А сборки, для повышения эффективности.

В этом примере смазочная камера 30 имеет внутреннее поперечное сечение, которое соответствует, по меньшей мере, поперечному сечению пучка тепловыделяющих стержневых элементов 4 (фиг. 3), в результате чего смазочная камера 30 может оставаться в одном и том же положении для вставления всех тепловыделяющих стержневых элементов 4 пучка.

Смазочная камера 30 имеет боковые стенки 31, определяющие поперечное сечение смазочной камеры 30.

Боковые стенки 31 смазочной камеры 30 показаны на фиг. 2 и 3 пунктирной линией, чтобы пояснить, что в этом примере смазочная текучая среда может протекать через эти боковые стенки 31, чтобы войти в смазочную камеру 30 и выйти из смазочной камеры 30.

Как показано на фиг. 3, смазочная система 26 содержит смазочный контур 32 для циркуляции потока смазочной текучей среды через смазочную камеру 30.

Смазочная текучая среда представляет собой, например, газ, содержащий смазочный материал в газообразной фазе и/или в форме жидких мелких капель во взвешенном состоянии в смазочной текучей среде. Мелкие капли жидкости во взвешенном состоянии в смазочной текучей среде называют "туманом".

Смазочный контур 32 содержит распределитель 34 текучей среды для нагнетания смазочной текучей среды в смазочную камеру 30 и коллектор 36 для текучей среды для сбора смазочной текучей среды, которая циркулировала через смазочную камеру 30.

В примере, показанном на фиг. 2 и 3, распределитель 34 выполнен с возможностью нагнетания смазочной текучей среды в смазочную камеру 30 через первые боковые стенки 31, а коллектор 36 выполнен с возможностью сбора смазочной текучей среды через вторые боковые стенки 31, противоположные первым боковым стенкам 31.

Во время работы смазочная текучая среда протекает через смазочную камеру 30 от распределителя 34 к коллектору 36.

Распределитель 34 и коллектор 36 выполнены так, что во время работы поток смазочной текучей среды протекает в смазочную камеру 30, по существу, перпендикулярно оси А сборки.

В показанном на фиг. 3 примере смазочная камера 30 имеет четырехугольное поперечное сечение, если смотреть вдоль оси А сборки, а распределитель 34 и коллектор 36 проходят вдоль сторон четырехугольного поперечного сечения.

Смазочная камера 30 имеет четыре боковые стенки 31, определяющие четырехугольное поперечное сечение смазочной камеры 30.

Распределитель 34 здесь выполнен с возможностью нагнетания смазочной текучей среды через две соседние боковые стенки 31, коллектор 36 выполнен с возможностью сбора смазочной текучей среды через две другие соседние боковые стенки 31.

Распределитель 34 имеет, например, Г-образную форму с двумя наклонными направляющими 34А для нагнетания, каждая из которых проходит вдоль соответствующей боковой стенки 31, и коллектор 36 также имеет Г-образную форму с двумя наклонными направляющими 36А для сбора, каждая из которых проходит вдоль соответствующей боковой стенки 31.

Возможны другие варианты конструкции распределителя 34 и коллектора 36. Например, распреде-

литель 34 может быть выполнен с возможностью нагнетания смазочной текучей среды через одну, две или три боковые стенки 31 смазочной камеры 30. Кроме того, коллектор 36 может быть выполнен с возможностью сбора текучей среды через одну, две или три боковые стенки 31 смазочной камеры 30.

Смазочная камера 30 может иметь поперечное сечение, которое отличается от четырехугольного поперечного сечения, например, может иметь многоугольное поперечное сечение, имеющее менее четырех сторон или более четырех сторон, в частности шестиугольное поперечное сечение.

В одном конкретном варианте осуществления изобретения, который не показан, распределитель 34 выполнен с возможностью нагнетания смазочной текучей среды вдоль одной единственной стороны многоугольного поперечного сечения, а коллектор 36 выполнен с возможностью сбора смазочной текучей среды вдоль одной единственной стороны многоугольного поперечного сечения, противоположной той стороне, вдоль которой смазочная текучая среда нагнетается распределителем 34.

В другом конкретном варианте осуществления изобретения распределитель 34 и коллектор 36 расположены вдоль одной или нескольких одинаковых сторон многоугольного участка, в частности, на нижней стороне. В этом варианте осуществления смазочная текучая среда нагнетается распределителем 34 с этой (этих) стороны (сторон), а выпадающие осадки собираются с одной и той же стороны (сторон) коллектором 36. Распределитель 34 и коллектор 36 находятся, например, в одном и том же распределительном/собирающем блоке.

Смазочный контур 32 содержит генератор 38 смазочной текучей среды, выполненный с возможностью создания смазочной текучей среды, содержащей газ и смазочный материал, в газообразной фазе и/или форме тумана.

Генератор 38 смазочной текучей среды содержит емкость 40, содержащую смазочный материал в жидкой фазе в нижней части 40А емкости 40, и смазочную текучую среду в верхней части 40В (газообразная фаза и/или форма тумана).

Генератор 38 смазочной текучей среды содержит распылительное устройство 42, выполненное с возможностью распыления смазочного материала в верхней части 40В емкости 40. Распылительное устройство 42 содержит канал 44, проходящий от нижней части 40А емкости 40 по меньшей мере к одному распылительному соплу 46, выполненному с возможностью нагнетания смазочного материала в верхнюю часть 40В емкости 40.

Распылительное устройство 42 содержит, например, распылительный насос 48 для принудительного протекания смазочного материала в жидкой фазе по каналу 44 от нижней части 40А емкости 40 по меньшей мере к одному распылительному соплу 46.

При необходимости распылительное устройство 42 содержит нагреватель (не показан), выполненный с возможностью нагревания жидкого смазочного материала, и/или емкость 40 включает в себя нагреватель, чтобы лучше регулировать температуру смазочного материала.

Распыление жидкого смазочного материала в верхней части 40В емкости 40, предпочтительно с контролируемой температурой смазочного материала, позволяет поддерживать смазочную текучую среду в газообразной фазе и/или форме тумана с контролируемой точкой росы в верхней части 40В емкости 40.

Генератор 38 смазочной текучей среды соединен по текучей среде со смазочной камерой 30 для нагнетания смазочной текучей среды в смазочную камеру 30.

Смазочный контур 32 содержит, например, подводящую линию 50, соединяющую по текучей среде генератор 38 смазочной текучей среды, более конкретно верхнюю часть 40В емкости 40 генератора 38 смазочной текучей среды с распределителем 34 для подачи в распределитель 34 смазочной текучей среды, производимой с помощью генератора 38 смазочной текучей среды.

Смазочный контур 32, при необходимости, содержит нагреватель 52 подводящей линии, расположенный на подводящей линии 50 для нагревания смазочной текучей среды, подаваемой в распределитель 34. Нагреватель 52 подводящей линии расположен вдоль подводящей линии 50 между генератором 38 смазочной текучей среды и распределителем 34.

Нагреватель 52 подводящей линии представляет собой, например, электрический нагреватель, т.е. нагреватель, выполненный с возможностью преобразования электрической энергии в тепловую энергию, используемую для перегрева смазочной текучей среды.

Смазочный контур 32, например, выполнен с возможностью возврата смазочной текучей среды в генератор 38 смазочной текучей среды, в частности, в емкость 40 генератора 38 смазочной текучей среды, и/или для выпуска смазочной текучей среды, предпочтительно после извлечения по меньшей мере части смазочного материала из смазочной текучей среды.

Смазочный контур 32 содержит возвратную линию 56 для возврата смазочной текучей среды в генератор 38 смазочной текучей среды, здесь - к емкости 40 генератора 38 смазочной текучей среды. Возвратная линия 56 проходит от коллектора 36 к генератору 38 смазочной текучей среды, здесь - к емкости 40 генератора 38 смазочной текучей среды.

Смазочный контур 32 содержит конденсатор 58 для конденсации смазочного материала, содержащегося в смазочной текучей среде, собранной коллектором 36.

Конденсатор 58, например, выполнен с возможностью теплообмена между смазочной текучей сре-

дой и другой текучей средой, например окружающим воздухом, для конденсации смазочного материала.

Конденсатор 58 содержит выпуск 58А для приема смазочной текучей среды, собираемой коллектором 36. Выпуск 58А соединен по текучей среде с коллектором 36 через возвратную линию 56.

Конденсатор 58 содержит выпуск 58В для смазочной текучей среды, обедненной смазочным материалом, и выпуск 58С для жидкости для смазочного материала в жидкой фазе, конденсированного в конденсаторе 58. Выпуск 58В для текучей среды и выпуск 58С для жидкости соединены по текучей среде с генератором 38 смазочной текучей среды, здесь - с емкостью 40, отдельно по соответствующим линиям.

Выпуск 58В для текучей среды соединен по текучей среде с верхней частью 40В емкости 40, например, через линию 60 возврата текучей среды, а выпуск 58С для жидкости соединен по текучей среде с нижней частью 40А емкости 40 через линию 62 возврата жидкости.

При необходимости, смазочный контур 32 содержит обводную линию 64 для обхода конденсатора 58. Например, обводная линия 64 соединяет возвратную линию 56 с линией 60 возврата текучей среды.

Смазочный контур 32 предпочтительно содержит устройство управления потоком, выполненное с возможностью управления потоком смазочной текучей среды выборочно, или через конденсатор 58, или через обводную линию 64. Устройство управления потоком представляет собой, например, клапан 66, расположенный на обводной линии 64 для выборочного открывания или закрывания обводной линии 64.

Смазочный контур 32, при необходимости, содержит газоотвод 68 для выпуска газа из смазочного контура 32. Газоотвод 68 здесь имеется на линии 60 возврата текучей среды.

Смазочный контур 32 содержит устройство 70 управления выпуском газа для выборочного закрывания и открывания газоотвода 68. Устройство 70 управления выпуском газа представляет собой, например, клапан, имеющийся на газоотводе 68.

Смазочный контур 32 содержит циркуляционный насос 72 для циркуляции смазочной текучей среды в смазочном контуре 32. Циркуляционный насос 72 расположен, например, на линии 60 возврата текучей среды.

При необходимости, смазочный контур 32 содержит контур 74 нагнетания газа, выполненный с возможностью нагнетания сухого газа в смазочный контур 32.

"Сухой газ" здесь обозначает газ, используемый в смазочной текучей среде в качестве транспортирующего газа для смазочного материала, но не содержащий смазочного материала или содержащий меньше смазочного материала по сравнению со смазочной текучей средой, нагнетаемой в смазочную камеру 30.

Контур 74 нагнетания газа выполнен с возможностью нагнетания сухого газа в смазочную камеру 30. Это позволяет сушить смазочную камеру 30 и уже вставленные тепловыделяющие стержневые элементы 4 во время фазы сухого режима перед следующим этапом вставления тепловыделяющих стержневых элементов.

Сухой газ, нагнетаемый в смазочную камеру 30, собирается, например, с помощью коллектора 36 вместе со смазочной текучей средой.

Как показано на фиг. 2, контур 74 нагнетания газа содержит по меньшей мере одну форсунку 76, 78 для создания потока сухого газа в смазочной камере 30.

Контур 74 нагнетания газа предпочтительно выполнен с возможностью генерирования многослойных потоков сухого газа и смазочной текучей среды внутри смазочной камеры 30 в направлении F вставления.

Тепловыделяющий стержневой элемент 4, вставленный через дистанционирующую решетку 14 и проходящий через расположенную выше по ходу вставления смазочную камеру 30, будет последовательно проходить через поток смазочной текучей среды и поток(потоки) сухого газа.

Каждый поток сухого газа действует как воздушный замок и позволяет направлять поток смазочной текучей среды, содержащий смазочный материал, чтобы гарантировать, что смазочная текучая среда остается в смазочном контуре 32, что позволяет избежать потерь или утечек смазочного материала.

Каждый поток сухого газа приспособлен так, чтобы формировать газовую завесу, которая стремится поддерживать поток смазочной текучей среды перпендикулярно оси А сборки и предотвращает отклонение потока смазочной текучей среды в осевом направлении вдоль оси А сборки.

Контур 74 нагнетания газа, например, выполнен с возможностью создания потока сухого газа выше по ходу вставления в смазочной камере 30 перед потоком смазочной текучей среды, и/или потоком сухого газа ниже по ходу вставления от потока смазочной текучей среды при рассмотрении направления F вставления тепловыделяющих стержневых элементов 4 через дистанционирующую решетку 14.

Следовательно, тепловыделяющий стержневой элемент 4 будет проходить через расположенный выше по ходу вставления поток сухого газа перед прохождением через поток смазочной текучей среды, и/или через расположенный ниже по ходу вставления поток сухого газа после прохождения через поток смазочной текучей среды.

В показанном примере контур 74 нагнетания газа выполнен с возможностью создания расположенной выше по ходу вставления потока сухого газа в смазочной камере 30 перед потоком смазочной текучей среды и расположенного ниже по ходу вставления потока сухого газа после потока смазочной текучей среды при рассмотрении направления F вставления тепловыделяющих стержневых элементов 4 че-

рез дистанционирующую решетку 14.

Контур 74 нагнетания газа здесь содержит расположенную выше по ходу вставления форсунку 76 для создания потока сухого газа в смазочной камере 30 выше по ходу вставления от смазочной текучей среды и расположенную ниже по ходу вставления форсунку 78 для создания потока сухого газа в смазочной камере 30 ниже по ходу вставления от потока смазочной текучей среды.

Сухой газ течет по обе стороны от потока смазочной текучей среды и заставляет смазочную текучую среду выходить из смазочной камеры 30 через коллектор 36 текучей среды.

Как показано на фиг. 3, контур 74 нагнетания газа, при необходимости, выполнен с возможностью принудительного прохождения сухого газа, подаваемого в смазочную камеру 30, через конденсатор 58 для теплообмена со смазочной текучей средой, проходящей через конденсатор 58 в смазочный контур 32.

Предпочтительно контур 74 нагнетания газа содержит обводную линию 80 для обхода конденсатора 58.

В таком случае контур 74 нагнетания газа предпочтительно содержит устройство 82 управления потоком газа, чтобы вызвать избирательное протекание сухого газа через конденсатор 58 или через обводную линию 80. Устройство 82 управления потоком газа представляет собой, например, клапан, расположенный на обводной линии 80 для выборочного открывания или закрывания обводной линии 80.

При необходимости, контур 74 нагнетания газа содержит нагреватель 84 газа для нагревания сухого газа перед подачей его в смазочную камеру 30. Нагреватель 84 газа представляет собой, например, электрический нагреватель, т.е. нагреватель, выполненный с возможностью использования электроэнергии для генерирования тепла, передаваемого сухому газу.

Это позволяет нагревать смазочную камеру 30 и уже вставленные тепловыделяющие стержневые элементы 4 во время фазы сухого режима перед следующим этапом вставления тепловыделяющих стержневых элементов.

Как показано на фиг. 2, смазочная камера 30 предпочтительно размещается на сборочной станции 22 между двумя последовательными устройствами 24 удерживания, т.е. между устройством 24 удерживания и следующим устройством при выравнивании дистанционирующих решеток 14, если рассматривать направление F вставления тепловыделяющего стержневого элемента 4, чтобы обеспечить смазывание между двумя последовательными дистанционирующими решетками 14.

Это позволяет смазывать тепловыделяющий стержневой элемент 4 после того, как этот тепловыделяющий стержневой элемент 4 был вставлен в одну или несколько дистанционирующих решеток 14. И действительно, смазочный материал, отложившийся на тепловыделяющем стержневом элементе 4, может быть, по меньшей мере частично, удален после вставления тепловыделяющего стержневого элемента 4 через одну или несколько дистанционирующих решеток (решетки) 14. Смазочная камера 30, расположенная между двумя устройствами 24 удерживания, позволяет снова смазывать тепловыделяющий стержневой элемент 4 для одной или нескольких последующих дистанционирующих решеток (решетки) 14.

Как уже указывалось, при необходимости или альтернативно, смазочная камера 30 размещается перед первой дистанционирующей решеткой 14, например, для обеспечения смазывания перед вставлением тепловыделяющего стержневого элемента 4 через первую дистанционирующую решетку 14.

На фиг. 2 и 3 показана одна единственная смазочная камера 30. Смазочная система 26 в общем может содержать одну камеру или несколько смазочных камер 30, расположенных в разных местоположениях вдоль сборочной системы 20. Смазочная система 26 может содержать: смазочную камеру 30 перед первым устройством 24 удерживания, и одну или несколько смазочных камер 30, распределенных вдоль сборочной системы 20, между последовательными устройствами 24 удерживания.

Смазочная система 26 предпочтительно выполнена с возможностью работы в двух разных режимах работы, т.е. в первом режиме или "сухом" режиме, и втором режиме или "влажном" режиме.

В сухом режиме в смазочную камеру 30 подается только горячий сухой газ. Сухой режим используется для нагревания части тепловыделяющих стержневых элементов 4, уже вставленных в арматуру 11 тепловыделяющей сборки 2 и проходящих через смазочную камеру 30, чтобы поддерживать их горячими и свободными от конденсата во время влажного режима.

Во влажном режиме в смазочную камеру 30 подается газ, содержащий смазочный материал в газообразной фазе и/или в форме тумана. Этот влажный режим необходим для смазывания тепловыделяющего стержневого элемента 4 во время его перемещения через смазочную камеру 30 непосредственно перед его вставлением через дистанционирующую решетку 14 или последовательности дистанционирующих решеток 14.

Во влажном режиме, поскольку тепловыделяющие стержневые элементы 4, уже вставленные в арматуру 11, были нагреты во время фазы сухого режима, смазочный материал смазочной текучей среды конденсируется и/или оседает только на холодном тепловыделяющем стержневом элементе 4, который вставляется в данный момент.

Переключение между сухим и влажным режимами может выполняться, например, посредством управления генератором 38 смазочной текучей среды.

Теперь будет описан способ вставления по меньшей мере одного тепловыделяющего стержневого элемента 4 через дистанционирующие решетки 14 ядерной тепловыделяющей сборки 2, который может быть осуществлен с использованием сборочной системы 20.

Способ описан со ссылкой на фиг. 2 и 3 в отношении вставления одного тепловыделяющего стержневого элемента 4 с обеспечением наличия одной смазочной камеры 30.

Однако следует понимать, что на практике один тепловыделяющий стержневой элемент 4 может быть вставлен отдельно или несколько тепловыделяющих стержневых элементов 4 могут быть вставлены одновременно с обеспечением наличия одной или нескольких смазочных камер 30 вдоль пути каждого вставляемого тепловыделяющего элемента 4.

Способ содержит этап вставления тепловыделяющего стержневого элемента 4, имеющего температуру окружающей среды, через дистанционирующие решетки 14 с пропусканием тепловыделяющего стержневого элемента 4 через смазочную камеру 30, выровненную с дистанционирующими решетками 14, причем смазочная камера 30 расположена выше по ходу вставления от одной из дистанционирующих решеток 14, и осуществляют циркуляцию смазочной текучей среды, содержащей газ и смазочный материал, в газообразной фазе и/или в виде тумана в смазочной камере 30, при этом смазочную текучую среду нагнетают в смазочную камеру 30 при температуре, строго превышающей температуру окружающей среды так, что смазочный материал оседает или конденсируется в жидкой фазе на тепловыделяющем стержневом элементе 4 с образованием смазочной пленки на внешней поверхности тепловыделяющего стержневого элемента 4.

"Температура окружающей среды" здесь относится к фактической температуре воздуха в области, где расположена сборочная система 20.

Предпочтительно смазочную текучую среду создают с помощью точки росы смазочного материала, которая строго превышает температуру окружающей среды.

Предпочтительно смазочная текучая среда имеет точку росы, которая по меньшей мере на 5°C выше температуры окружающей среды, более предпочтительно по меньшей мере на 10°C выше температуры окружающей среды, более предпочтительно на 20°C выше температуры окружающей среды.

Предпочтительно смазочную текучую среду нагнетают в смазочную камеру 30 при температуре, которая строго выше точки росы смазочного материала в смазочной текучей среде.

Предпочтительно смазочную текучую среду нагнетают в смазочную камеру 30 при температуре, которая по меньшей мере на 5°C выше точки росы смазочного материала, более предпочтительно по меньшей мере на 10°C выше точки росы смазочного материала.

При необходимости, способ содержит этап, на котором нагревают смазочную текучую среду. Нагревание в данном случае осуществляют в нагревателе 52 подводящей линии.

Точка росы смазочного материала в генераторе 38 смазочной текучей среды является функцией процентного содержания смазочного материала в газообразной фазе, содержащегося в смазочной текучей среде, и температуры смазочной текучей среды.

Предпочтительно смазочную текучую среду перегревают на несколько градусов, чтобы избежать конденсации на стенках подводящей линии 50 и боковых стенках 31 смазочной камеры 30 смазочной системы 26. В смазочной системе 26 нагревателем 52 подводящей линии управляют так, чтобы поддерживать температуру смазочной текучей среды выше точки росы. Температура нагревания является функцией содержания смазочного материала в газообразной фазе в текучей среде, создаваемой генератором 38 смазочной текучей среды.

Тепловыделяющий стержневой элемент 4, который вставляют в смазочную камеру 30, находится при температуре окружающей среды, которая строго ниже точки росы смазочного материала в смазочной текучей среде.

При контакте с внешней поверхностью тепловыделяющего стержневого элемента 4 смазочный материал в газообразной фазе и/или в форме тумана, содержащийся в смазочной текучей среде, конденсируется на внешней поверхности тепловыделяющего стержневого элемента, образуя тонкую смазочную пленку.

Нагнетание смазочной текучей среды в смазочную камеру 30 с такой точкой росы смазочного материала позволяет подавать в смазочную камеру 30 смазочную текучую среду, содержащую смазочный материал в газообразной фазе и/или в форме тумана, который может конденсироваться на тепловыделяющем стержневом элементе 4 во время его перемещения через смазочную камеру 30 с образованием тонкой смазочной пленки.

Таким образом, тепловыделяющий стержневой элемент 4 может быть вставлен в одну или несколько последующих дистанционирующих решеток (решетки) 14 с ограничением риска повреждения тепловыделяющего стержневого элемента 4, и/или риска неконтролируемого образования заусенцев в дистанционирующей решетке(ах) 14.

Способ может содержать этап, на котором создают смазочную текучую среду посредством распыления смазочного материала в газе. Это осуществляют в смазочном контуре 32 с помощью генератора 38 смазочной текучей среды.

При необходимости, способ содержит этап, на котором осуществляют циркуляцию смазочной текучей

чей среды в смазочном контуре 32 в замкнутой системе. Это позволяет ограничить расход смазочного материала. В показанном примере смазочный контур 32 находится в замкнутой системе. В частности, смазочная текучая среда, выходящая из смазочной камеры 30, возвращается в генератор 38 смазочной текучей среды, здесь через возвратную линию 56.

При необходимости, в рабочем режиме, например, перед фазой сухого режима, способ содержит этапы, на которых пропускают смазочную текучую среду, собранную из смазочной камеры 30, в конденсатор 58 для получения отдельно смазочной текучей среды, обедненной смазочным материалом, и смазочного материала в жидкой фазе, а также возвращают смазочную текучую среду, обедненную смазочным материалом, и смазочный материал в жидкой фазе отдельно в генератор 38 смазочной текучей среды.

Это позволяет контролировать количество смазочного материала, присутствующего в смазочной текучей среде в жидкой фазе и/или в форме тумана, с использованием генератора 38 смазочной текучей среды. Количество смазочного материала в смазочной текучей среде уменьшают с помощью конденсатора 58, а генератор 38 смазочной текучей среды позволяет увеличивать это количество до требуемого значения, например, для получения соответствующей точки росы во взаимосвязи с температурой смазочной текучей среды, нагнетаемой в смазочную камеру 30.

При необходимости, в рабочем режиме, например, во время фазы влажного режима, когда условия не требуют снижения количества смазочного материала в смазочной текучей среде перед возвратом смазочной текучей среды в генератор 38 смазочной текучей среды, способ содержит этап, на котором обходят конденсатор 58 через обводную линию 64. В таком случае смазочная текучая среда возвращается непосредственно из смазочной камеры 30 в генератор 38 смазочной текучей среды, обходя конденсатор 58.

При необходимости, способ содержит этап, на котором нагнетают сухой газ в смазочную камеру 30 через контур 74 нагнетания газа. Сухой газ, нагнетаемый в смазочную камеру 30, собирается на выпуске из смазочной камеры 30 вместе со смазочной текучей средой. Избыток сухого газа может быть выпущен через газоотвод 68 при использовании конденсатора 58.

Сухой газ смешивается со смазочной текучей средой и увеличивает пропорцию газа по отношению к пропорции смазочного материала в смазочной текучей среде. Смазочную текучую среду и сухой газ собирают с помощью коллектора 36.

Предпочтительно по меньшей мере один поток сухого газа создают в смазочной камере 30, причем поток сухого газа направляет поток смазочной текучей среды. Кроме того, предпочтительно два потока сухого газа создают по обе стороны от потока смазочной текучей среды, причем два потока сухого газа направляют поток смазочной текучей среды между ними.

При необходимости, сухой газ нагревают перед нагнетанием в смазочную камеру 30. Сухой газ в данном случае нагревают в конденсаторе 58, причем сухой газ используют в качестве источника холода для конденсатора 58, и/или в нагревателе 84 газа.

При необходимости, способ содержит этап, на котором выпускают смазочную текучую среду, выходящую из конденсатора 58, т.е. "осушенную" смазочную текучую среду, в которой количество смазочного материала было уменьшено. Смазочная текучая среда, обедненная смазочным материалом, может быть в данном случае выпущена через газоотвод 68.

Выпуск смазочной текучей среды из смазочного контура 32 позволяет поддерживать пропорцию газа и смазочного материала в смазочном контуре 32 и/или учитывать сухой газ, нагнетаемый в смазочный контур 32 через контур 74 нагнетания газа.

После того как тепловыделяющий стержневой элемент 4 вставлен через все дистанционирующие решетки 14 арматуры 11, часть тепловыделяющего стержневого элемента 4 проходит через смазочную камеру 30 смазочной системы 26. Однако эта часть тепловыделяющего стержневого элемента 4, которая находится в смазочной камере 30 нагревается, по существу, до температуры смазочной текучей среды, входящей в смазочную камеру 30. Следовательно, смазочный материал, содержащийся в смазочной текучей среде, не оседает или не конденсируется на внешней поверхности этой части тепловыделяющего элемента 4, особенно во время последующего вставления одного или нескольких других тепловыделяющих стержневых элементов 4.

Когда тепловыделяющий стержневой элемент 4 не вставлен, смазочная система 26 работает в условиях сухого режима, т.е. в атмосфере нагретого сухого газа или смазочной текучей среды, обедненной смазочным материалом, чтобы сохранить смазочную камеру 30 и тепловыделяющие стержневые элементы 4, уже вставленные в тепловыделяющую сборку 2, при температуре выше точки росы смазочной текучей среды. Таким образом, смазочный материал в смазочной текучей среде остается доступным для тепловыделяющего стержневого элемента 4 при температуре окружающей среды, который вставляется в смазочную камеру 30.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения в качестве газа используют воздух, а в качестве смазочного материала - воду. Следовательно, смазочная текучая среда представляет собой влажный воздух, а сухим газом является сухой воздух. Генератор 38 смазочной текучей среды представляет собой, например, увлажнитель воздуха.

В одном варианте осуществления изобретения влажный воздух, нагнетаемый в смазочную камеру 30, имеет такое содержание влажности, что точка росы равна или выше 40°C, предпочтительно равна или выше 60°C.

Когда точка росы равна или выше 40°C, нагреватель смазочной текучей среды выполнен с возможностью нагревания влажного воздуха до 45°C, предпочтительно до 50°C. Когда точка росы равна или выше 60°C, нагреватель смазочной текучей среды выполнен с возможностью нагревания влажного воздуха до 65°C, предпочтительно до 70°C.

В вариантах осуществления транспортировочный газ может быть не воздухом, а, например, инертным газом, таким как молекулярный азот (N_2), и/или смазочный материал может быть не водой, а улетучивающимся смазочным материалом, таким как спирт, ацетон или их смесь.

Благодаря изобретению, во время вставления тепловыделяющего стержневого элемента 4 через дистанционирующие решетки 14 можно эффективно смазывать тепловыделяющий стержневой элемент 4 небольшим количеством смазочного материала и с ограничением риска повреждения или химического загрязнения тепловыделяющего стержневого элемента 4 и/или дистанционирующей решетки 14.

В частности, использование воды в качестве смазочного материала и воздуха или молекулярного азота в качестве транспортировочного газа для смазочного материала позволяет избежать любого загрязнения. В качестве альтернативы использование летучих смазочных материалов, таких как спирт или ацетон, снижает риск загрязнения.

Пропускание тепловыделяющего стержневого элемента 4 по меньшей мере через одну смазочную камеру 30 во время вставления тепловыделяющего стержневого элемента 4 в арматуру 11 особенно эффективно для смазывания тепловыделяющего стержневого элемента 4 как раз во время вставления. Это позволяет ограничить количество смазочного материала.

Смазочный материал оседает или конденсируется только или по меньшей мере предпочтительно на участке только что вставленного тепловыделяющего стержневого элемента 4, температура которого соответствует температуре окружающей среды, который вставляется в дистанционирующую решетку 14, тогда как часть каждого неподвижного тепловыделяющего стержневого элемента 4, уже вставленного в упомянутую дистанционирующую решетку 14 и расположенного в смазочной камере 30, находится при более высокой температуре, которая не способствует отложению или конденсации смазочного материала на этой части элемента.

Смазочная система 26 позволяет смазочному материалу циркулировать через смазочную камеру 30 в замкнутой системе, таким образом возвращая смазочный материал, который не отложился или не конденсировался на тепловыделяющем стержневом элементе 4.

Изобретение не ограничивается описанными выше примерами, возможны модификации без отклонения от изобретения.

Кроме того, согласно аспекту, который является предпочтительным независимо от конкретного смазочного материала, тепловыделяющий стержневой элемент, более конкретно часть тепловыделяющего стержневого элемента смазывается во время вставления тепловыделяющего стержневого элемента через дистанционирующие решетки арматуры и между двумя дистанционирующими решетками арматуры.

Следовательно, в общем смысле, изобретение относится к способу сборки ядерной тепловыделяющей сборки, включающему в себя этапы, на которых вставляют пучок тепловыделяющих стержневых элементов через множество дистанционирующих решеток, выровненных вдоль оси сборки, и смазывают тепловыделяющие стержневые элементы, более конкретно части тепловыделяющих стержневых элементов, между двумя последовательными дистанционирующими решетками во время вставления тепловыделяющих элементов.

Изобретение также в общем относится к сборочной системе, содержащей устройства удерживания для удерживания дистанционирующих решеток арматуры ядерной тепловыделяющей сборки, при этом устройства удерживания и дистанционирующие решетки выровнены вдоль оси сборки, и смазочную систему, содержащую смазочную камеру, выполненную с возможностью размещения между двумя последовательными дистанционирующими решетками, удерживаемыми с помощью устройств удерживания, в результате чего тепловыделяющий стержневой элемент, вставленный через дистанционирующие решетки арматуры, проходит через смазочную камеру, причем смазочная система выполнена с возможностью нагнетания смазочной текучей среды, содержащей смазочный материал в смазочной камере так, что смазочный материал оседает или конденсируется на участке тепловыделяющего стержневого элемента, когда он находится в смазочной камере.

Кроме того, как показано на фиг. 3, смазочная система 26 может содержать одну или несколько изолированных смазочных камер 30, причем каждая смазочная камера 30 расположена выше по ходу вставления от соответствующего устройства 24 удерживания, удерживающего дистанционирующую решетку 14 для смазывания тепловыделяющих стержневых элементов 4 перед их вставлением через дистанционирующую решетку 14.

В альтернативном варианте осуществления изобретения смазочная система 26 может содержать огражденное пространство для смазывания, охватывающее одно или несколько устройств 24 удерживания

и содержащее несколько смазочных камер 30, определенных внутри огражденного пространства для смазывания и разнесенных друг от друга вдоль направления вставления, причем каждая смазочная камера 30 расположена спереди от соответствующего устройства 24 удерживания для смазывания тепловыделяющих стержневых элементов 4 перед их вставлением через дистанционирующую решетку 14, удерживаемую с помощью упомянутого устройства 24 удерживания.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ вставления тепловыделяющего стержневого элемента (4) через дистанционирующие решетки (14) ядерной тепловыделяющей сборки (2), включающий в себя этапы, на которых вставляют тепловыделяющий стержневой элемент (4) через дистанционирующие решетки (14), выровненные вдоль оси (А) сборки, с пропуском тепловыделяющего стержневого элемента (4) через смазочную камеру (30), выровненную с дистанционирующими решетками (14) так, что тепловыделяющий стержневой элемент (4) проходит через смазочную камеру (30) перед вставлением тепловыделяющего стержневого элемента (4) через одну из дистанционирующих решеток (14), и осуществляют циркуляцию смазочной текучей среды, содержащей газ и смазочный материал, в газообразной фазе и/или в форме тумана, в смазочной камере (30), при этом смазочную текучую среду нагнетают в смазочную камеру (30) при температуре, строго превышающей температуру окружающей среды, так, что смазочный материал оседает или конденсируется в жидкой фазе с образованием смазочной пленки на внешней поверхности тепловыделяющего стержневого элемента (4), который вставляют через упомянутую одну из дистанционирующих решеток (14).

2. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по п.1, в котором смазочный материал в смазочной текучей среде, нагнетаемой в смазочную камеру (30), имеет точку росы, строго превышающую температуру окружающей среды.

3. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по п.1 или 2, в котором смазочную текучую среду нагнетают в смазочную камеру (30) при температуре, строго превышающей точку росы смазочного материала в смазочной текучей среде.

4. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по любому из пп.1-3, включающий в себя этап, на котором создают смазочную текучую среду посредством распыления смазочного материала в газе.

5. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по любому из пп.1-4, включающий в себя этап, на котором нагревают смазочную текучую среду перед нагнетанием смазочной текучей среды в смазочную камеру (30).

6. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по любому из пп.1-5, включающий в себя этап, на котором возвращают смазочную текучую среду, собранную на выпуске из смазочной камеры (30), в генератор (38) смазочной текучей среды.

7. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по любому из пп.1-6, включающий в себя этап, на котором пропускают смазочную текучую среду, собранную на выпуске из смазочной камеры (30), через конденсатор (58) так, чтобы извлечь смазочный материал в жидкой фазе на выпуске (58С) для жидкости конденсатора (58).

8. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по п.7, включающий в себя этап, на котором собирают смазочную текучую среду, обедненную смазочным материалом, из выпуска (58В) для текучей среды конденсатора (58), и отдельно возвращают смазочную текучую среду, обедненную смазочным материалом, и смазочный материал в жидкой фазе к генератору (38) смазочной текучей среды.

9. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по любому из пп.1-8, включающий в себя этапы, на которых нагнетают сухой газ в смазочную камеру (30) с формированием по меньшей мере одного потока сухого газа, циркулирующего вдоль потока смазочной текучей среды в смазочной камере (30), и собирают поток сухого газа на выпуске из смазочной камеры (30) вместе со смазочной текучей средой.

10. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по п.9, включающий в себя этап, на котором формируют два потока сухого газа по обе стороны от потока смазочной текучей среды в смазочной камере (30).

11. Способ вставления ядерного тепловыделяющего стержневого элемента (4) по любому из пп.1-10, в котором газ смазочной текучей среды представляет собой воздух или инертный газ, а смазочный материал представляет собой воду, спирт, ацетон или их смесь.

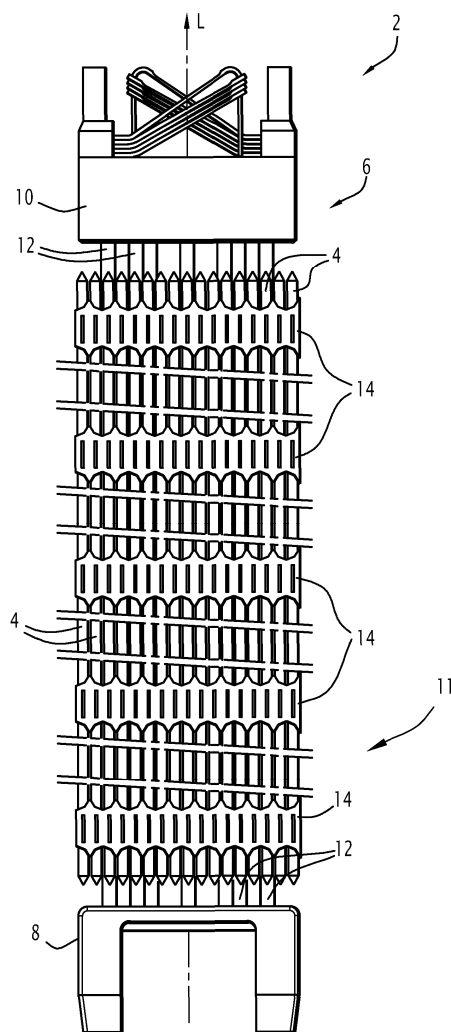
12. Сборочная система для вставления ядерных тепловыделяющих стержневых элементов (4) через дистанционирующие решетки (14) ядерной тепловыделяющей сборки (2), включающая в себя сборочную станцию (22), содержащую устройства (24) удерживания для удерживания соответствующих дистанционирующих решеток (14) в выровненной конфигурации, и смазочную систему (26), выполненную с возможностью смазывания по меньшей мере одного тепловыделяющего стержневого элемента (4), который вставляют через дистанционирующие решетки (14), при этом смазочная система (26) содержит смазоч-

ную камеру (30), выровненную с дистанционирующими решетками (14) так, что каждый тепловыделяющий стержневой элемент (4) проходит через смазочную камеру (30) перед вставлением каждого тепловыделяющего стержневого элемента (4) через одну из дистанционирующих решеток (14), причем смазочная система (26) содержит смазочный контур (32), выполненный с возможностью нагнетания в смазочную камеру (30) смазочной текучей среды, содержащей газ и смазочный материал, в газообразной фазе и/или в форме тумана, при этом значение температуры смазочной текучей среды в смазочной камере (30) строго превышает значение температуры окружающей среды так, что смазочный материал оседает или конденсируется в жидкой фазе на каждом тепловыделяющем стержневом элементе (4) во время его прохождения через смазочную камеру (30) с образованием смазочной пленки на внешней поверхности тепловыделяющего стержневого элемента (4).

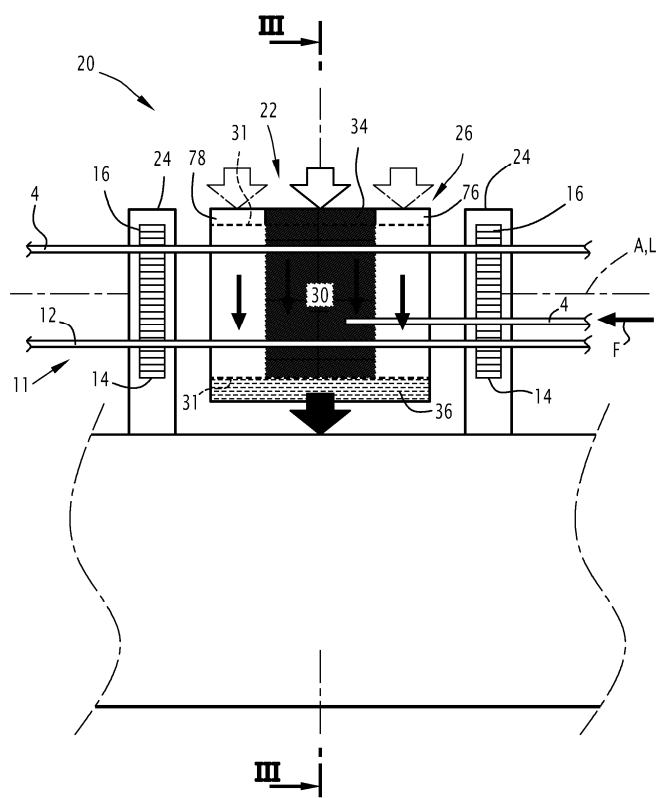
13. Сборочная система по п.12, содержащая генератор (38) смазочной текучей среды, выполненный с возможностью создания смазочной текучей среды посредством распыления смазочного материала в газ, и/или нагреватель (52) подводящей линии, выполненный с возможностью нагревания смазочной текучей среды перед нагнетанием смазочной текучей среды в смазочную камеру (30).

14. Сборочная система по п.12 или 13, содержащая конденсатор (58), имеющий выпуск (58A), соединенный по текучей среде с выпуском смазочной камеры (30), для приема смазочной текучей среды, собранной на выпуске смазочной камеры (30), причем конденсатор (58) имеет выпуск (58B) для текучей среды и выпуск (58C) для жидкости, которые по отдельности соединены по текучей среде с генератором (38) смазочной текучей среды, выполненным с возможностью создания смазочной текучей среды посредством распыления смазочного материала в газ.

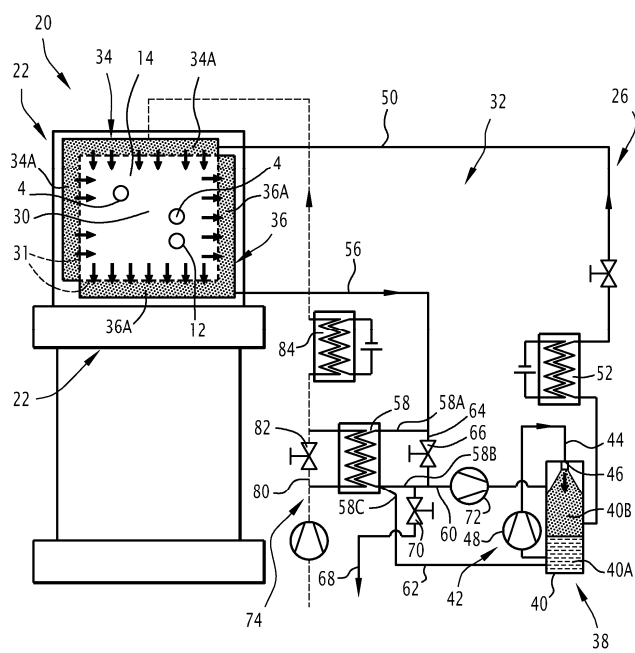
15. Сборочная система по любому из пп.12-14, содержащая контур (74) нагнетания газа, выполненный с возможностью создания по меньшей мере одного потока сухого газа, протекающего вдоль потока смазочной текучей среды в смазочной камере (30), предпочтительно двух потоков сухих газов по обе стороны от потока смазочной текучей среды.



Фиг. 1



ФИГ. 2



ФИГ. 3