

(19)

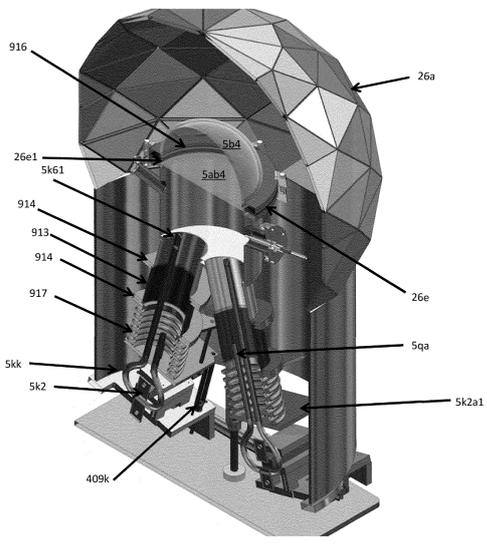


**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202391470** (13) **A1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки  
**2024.06.06**(22) Дата подачи заявки  
**2022.03.08**(51) Int. Cl. **H02S 10/30** (2014.01)  
**G21B 3/00** (2006.01)  
**H02S 10/40** (2014.01)  
**H05H 1/48** (2006.01)  
**C01B 3/06** (2006.01)  
**C25B 1/042** (2021.01)  
**C25B 11/03** (2021.01)  
**C25B 11/042** (2021.01)(54) **ТЕРМОФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВОДОРОДНЫЙ ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ФУНКЦИЕЙ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**(31) **63/158,349; 63/167,110; 63/176,054;  
63/214,236; 63/233,199; 63/236,198;  
63/246,282; 63/254,589; 63/270,537;  
63/291,342; 63/298,190**(32) **2021.03.08; 2021.03.28; 2021.04.16;  
2021.06.23; 2021.08.13; 2021.08.23;  
2021.09.20; 2021.10.12; 2021.10.21;  
2021.12.17; 2022.01.10**(33) **US**(86) **PCT/IB2022/052016**(87) **WO 2022/189947 2022.09.15**(71) Заявитель:  
**БРИЛЛИАНТ ЛАЙТ ПАУЭР, ИНК.  
(US)**(72) Изобретатель:  
**Миллс Рэнделл (US)**(74) Представитель:  
**Нилова М.И. (RU)**

(57) Описан энергогенератор, обеспечивающий производство по меньшей мере одного из таких типов энергии, как электрическая и тепловая, который содержит: (i) по меньшей мере одну реакционную ячейку для прохождения реакций с участием продуктов атомарного водорода, идентифицируемых по уникальным аналитическим и спектроскопическим признакам, (ii) систему впрыска расплавленного металла, состоящую по меньшей мере из одного насоса, например электромагнитного насоса, который обеспечивает поток расплавленного металла в реакционную ячейку, а также по меньшей мере из одного резервуара, в который поступает такой поток расплавленного металла, а также (iii) систему воспламенения, представляющую собой источник электроэнергии, от которого низковольтная и высоковольтная электрическая энергия подается по меньшей мере на один поток расплавленного металла для воспламенения плазмы с целью инициировать быструю кинетику реакции и приращение энергии. В некоторых вариантах осуществления указанный энергогенератор может включать в себя: (v) источник подаваемых в плазму H<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>, (vi) систему рекуперации расплавленного металла, а также (vii) преобразователь энергии, способный (a) с помощью концентрационных термофотоэлектрических элементов с функцией рециркуляции светового излучения преобразовывать в электричество мощную световую отдачу от излучателя Планка соответствующей ячейки либо (b) с помощью магнитогидродинамического преобразователя преобразовывать в электричество плазму высокой энергии.

**A1****202391470****202391470****A1**



# ТЕРМОФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВОДОРОДНЫЙ ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ФУНКЦИЕЙ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

## ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

Настоящей заявкой испрашивается приоритет перед заявкой № 63/158,349, поданной 8 марта 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/167,110, поданной 28 марта 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/176,054, 5 поданной 16 апреля 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/214,236, поданной 23 июня 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/233,199, поданной 13 августа 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/236,198, поданной 23 августа 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/246,282, поданной 20 сентября 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/254,589, 10 поданной 12 октября 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/270,537, поданной 21 октября 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/291,342, поданной 17 декабря 2021 года на получение патента в США, заявкой № 63/298,190, поданной 10 января 2022 года на получение патента в США, каждая из которых во всей своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки.

15

## **ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ**

Настоящее изобретение относится к области производства энергии и, в частности, к системам, устройствам и способам такого производства энергии. Более конкретно, варианты осуществления настоящего изобретения относятся к устройствам 20 и системам производства энергии, а также к связанным с ними способам, которые позволяют вырабатывать оптическую энергию, плазму и тепловую энергию, а также посредством магнитогидродинамического преобразователя энергии, оптико-электрического преобразователя энергии, плазмоэлектрического преобразователя энергии, преобразователя фотонной энергии в электрическую либо 25 термоэлектрического преобразователя энергии вырабатывать электрическую энергию. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения описываются системы, устройства и способы, в которых применяется поджигание водного источника либо источника топлива на водной основе для производства с помощью фотоэлектрических преобразователей энергии оптической энергии, 30 механической энергии, электрической энергии и/или тепловой энергии. Эти и другие связанные с ними варианты осуществления подробно описаны в настоящем изобретении.

## УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Существует множество методов производства энергии, в соответствии с которыми энергию получают из плазмы. Успешность коммерциализация плазмы может зависеть от энергогенерирующих систем, способных эффективно образовать плазму с дальнейшим извлечением из производимой плазмы энергии.

Плазма может образоваться при воспламенении определенных видов топлива. К таким видам топлива можно отнести водный источник топлива либо источник топлива на водной основе. В процессе воспламенения образуется плазменное облако полностью ионизированных атомов, и может выделяться мощная оптическая энергия. Эта мощная оптическая энергия плазмы может быть использована с помощью предусмотренного настоящим изобретением электрического преобразователя. Ионы и находящиеся в возбужденном состоянии атомы, воссоединяясь и подвергаясь электронной релаксации, могут излучать оптическую энергию. Оптическая энергия с помощью фотоэлектрических устройств может быть преобразована в электрическую.

Процесс получения и поддержания плазмы для производства энергии зачастую сопряжен со сложностями. Не только сложно поддерживать сами плазменные реакции, но и создаваемые плазмой высокие энергии оказывают сильное воздействие на окружающую систему, нередко приводя к выходу из строя составляющих элементов, используемых для создания и поддержания таких плазм. Кроме того, преобразование световой отдачи плазм зачастую сопряжено с потерями энергии в тех случаях, например, когда низкоэнергетическое световое излучение (например, инфракрасное) находится ниже запрещенной зоны фотоэлектрических элементов и, следовательно, теряется в системе. Более того, отдаче плазменного светового излучения в сторону фотоэлектрических элементов зачастую препятствует окно, расположенное между реакционными ячейками и фотоэлектрическими элементами, которые подвержены определенным деформациям и накоплению на них материала, что приводит к снижению подачи светового излучения на фотоэлектрические элементы и потерям энергии из системы.

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение предназначается для применения в энергетических системах, генерирующих по меньшей мере один из таких видов энергии, как электрическая и тепловая, которые содержат:

по меньшей мере одну емкость, способную поддерживать давление ниже атмосферного;

реагенты, способные вступать в реакцию, производящую энергию в количестве, достаточном для образования в такой емкости плазмы, в числе которых:

a) смесь газообразного водорода и газообразного кислорода и/или водяной пар, и/или

5 смесь газообразного водорода и водяного пара;

b) расплавленный металл;

регулятор массового расхода для управления скоростью направленного в емкость потока по меньшей мере одного реагента;

10 вакуумный насос для поддержания в емкости давления ниже атмосферного в процессе втекания в емкость одного или более реагентов;

систему впрыска расплавленного металла, оборудованную по меньшей мере одним резервуаром, в котором содержится некоторая часть расплавленного металла, системой для перекачивания расплавленного металла (например, одним или более электромагнитными насосами), сконфигурированной для 15 подачи расплавленного металла в резервуар и через впрыскивающий патрубок с целью создания потока расплавленного металла, а также по меньшей мере одним не оснащенным функцией впрыска резервуаром расплавленного металла для приема потока расплавленного металла;

20 по меньшей мере одну систему воспламенения, содержащую источник электроэнергии или тока воспламенения, предназначенный для подачи электроэнергии по меньшей мере на один поток расплавленного металла для инициирования реакции в процессе втекания в емкость газообразного водорода, и/или газообразного кислорода, и/или водяного пара;

25 систему подачи реагентов, предназначенную для пополнения реагентов, расходуемых в процессе прохождения реакции;

преобразователь энергии либо систему вывода, предназначенную для преобразования части производимой при прохождении реакции энергии (например, светового излучения и/или тепловой отдачи плазмы) в электрическую энергию и/или тепловую энергию.

30 Энергетические системы (именуемые в настоящем документе «устройства марки «SunCell»), описанные в настоящем изобретении, могут содержать:

a) по меньшей мере одну оборудованную реакционной камерой емкость, способную поддерживать давление ниже атмосферного;

b) два электрода, сконфигурированных таким образом, чтобы проходящий между ними поток расплавленного металла образовывал замкнутую цепь;

5 c) источник питания, подсоединенный к указанным двум электродам для пропуска между ними тока воспламенения в момент замыкания указанной цепи;

d) ячейку генерирования плазмы (например, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования из подаваемого в нее газа первой плазмы; причем исходящий из ячейки генерирования плазмы поток направлен к цепи (например, расплавленному металлу, аноду, катоду, погруженному в резервуар с расплавленным металлом электроду);

10 причем, когда по цепи пропускают ток, исходящий из ячейки генерирования плазмы поток вступает в реакцию с образованием второй плазмы и продуктов реакции; а также

e) силовой адаптер, представляющий собой термофотоэлектрический преобразователь, сконфигурированный таким образом, чтобы преобразовывать и/или трансформировать энергию второй плазмы в механическую, тепловую и/или электрическую энергию;

причем обеспечена возможность поглощения энергии второй плазмы излучателем Планка с получением излучения черного тела, и возможность преобразования указанного излучения абсолютно черного тела в термофотоэлектрическом

20 преобразователе. В некоторых вариантах осуществления указанный силовой адаптер выполнен в виде множества термофотоэлектрических адаптеров.

Термофотоэлектрический адаптер может представлять собой фотоэлектрический преобразователь в геодезическом куполе, причем этот фотоэлектрический преобразователь может быть выполнен в виде приемного массива (например, плотного приемного массива), состоящего из треугольных элементов; и

25 при этом каждый треугольный элемент содержит множество концентрационных фотоэлектрических элементов, способных преобразовывать излучение абсолютно черного тела в электрическую энергию. В некоторых вариантах осуществления положительно смещенный электрод из упомянутых двух электродов будет

30 представлять собой, содержать излучатель Планка либо будет соединен с ним. В различных реализациях получаемые из плазмы фотоны, обладающие энергией, уровень которой ниже запрещенной зоны фотоэлектрических элементов (например,

инфракрасного излучения), отражаются обратно к ячейке генерирования плазмы (например, к излучателю Планка).

Как правило, световая отдача реакционной ячейки и/или излучателя Планка, собирается фотоэлектрическим элементом для генерирования электрической энергии и/или излучателем Планка, отдающим энергию в тепловом и оптическом видах, каждый из которых может собираться по отдельности. В некоторых вариантах осуществления упомянутая система может быть оборудована PV-окном, расположенным между реакционной ячейкой, содержащей в себе вторую плазму, и термофотоэлектрическим преобразователем. Для поддержания генерирования энергии расплавленный металл (например, олово) не может смачивать PV-окно за счет использования описываемых в настоящем изобретении материалов, систем и способов. В некоторых вариантах осуществления упомянутый газ может представлять собой реакционную смесь, которая не окисляет олова или которая обеспечивает минимальное окисление олова (например, менее 10 %, или менее 5 %, или менее 1 % расплавленного металла в системе не окисляется под воздействием газа, подаваемого в систему в течение 12 часов). В различных реализациях PV-окно может содержать (либо преимущественно иметь) плоские поверхности, силовой адаптер будет представлять собой фотоэлектрический (PV-)преобразователь, а PV-преобразователь – плоскую панель плотного приемного массива, предназначенную для приема испускаемого плазмой излучения через PV-окно, с соответствующей Pv-окну геометрией. Указанные конфигурации могут свести к минимуму количество отражаемого низкоэнергетического светового излучения, не поглощаемого фотоэлектрическими элементами, а направляемого обратно к реакционной ячейке для рециркуляции светового излучения. В некоторых вариантах осуществления PV-окно будет выполнено по меньшей мере из одного из таких веществ, как кварц, сапфир, оксинитрид алюминия и  $MgF_2$ .

Генерируемая системой среда высокой интенсивности оказывает сильное воздействие на составляющие элементы системы. От все таких параметров, как относительные размеры, геометрия и места расположения каждого составляющего элемента, непосредственно зависит процесс создания устойчивой плазмы. Такие составляющие элементы должны быть сбалансированы, дабы поддерживать способность системы к генерированию первой и второй плазм. Как правило, каждый из двух электродов состоит из резервуара расплавленного металла и электрического ввода, предназначенного для подачи тока только на содержащийся в нем расплавленный металл, и, следовательно, подачи тока воспламенения. В различных вариантах осуществления указанная система может включать в себя камеру реакционной ячейки, соединенную с резервуарами, в которых стенки по меньшей мере

одного из таких элементов, как резервуары и камера реакционной ячейки, электрически изолированы по меньшей мере одним из таких элементов, как керамическое покрытие и футеровка. В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как резервуары и камера реакционной ячейки, теплоизолирован футеровкой. Футеровка может быть выполнена или может состоять из графита и/или вольфрама, который в необязательном порядке будет иметь керамическое покрытие. В других вариантах осуществления резервуары будут электрически изолированы друг от друга посредством электрического прерывателя, выполненного в по меньшей мере одном из резервуаров.

10 Протекающий между двумя электродами расплавленный металл может поступать из сдвоенных систем впрыска расплавленного металла, независимо друг от друга сообщающихся по текучей среде с одним или более резервуарами расплавленного металла, содержащими в себе указанный расплавленный металл; при этом каждая система впрыска расплавленного металла будет оборудована  
15 электромагнитным насосом и раструбом, причем каждый электромагнитный насос пропускает расплавленный металл через раструб с образованием потока расплавленного металла;

при этом указанные электроды будут сообщаться с потоками расплавленного металла, образуя тем самым сдвоенные потоки расплавленного металла противоположной  
20 полярности; и

при этом указанная замкнутая цепь будет образовываться путем пересечения сдвоенных потоков расплавленного металла. Упомянутые резервуары могут оборудованы электрическим прерывателем, предназначенным для электрической изоляции электродов друг от друга. Выравнивание потока расплавленного металла, в особенности выравнивание во время работы, является важным условием поддержания генерирования плазмы. Для достижения такого выравнивания система может быть оборудована гибким элементом и по меньшей мере одним исполнительным механизмом, предназначенным для наклона присутствующего в резервуаре электрода с функцией впрыска и обеспечивающим выравнивание потоков расплавленного металла.

30 В различных вариантах осуществления резервуар может иметь поддерживаемую множеством опор опорную плиту, причем по меньшей мере один исполнительный механизм, предназначенный для наклона присутствующего в резервуаре электрода с функцией впрыска, удлиняет либо укорачивает по меньшей мере одну опору. В некоторых аспектах упомянутый гибкий элемент может быть оборудован  
35 неподвижной рамой с одного конца и подвижной рамой с другого конца, а также быть дополнительно оборудован по меньшей мере одним прикрепленным к подвижной раме

исполнительным механизмом и рамой, причем, сжимаясь с одной стороны и расширяясь с противоположной стороны гибкого элемента, исполнительные механизмы приводят к наклону электрода с функцией впрыска. Гибкий элемент может представлять собой сильфон.

5           Процесс генерирования плазмы с участием расплавленного металла зачастую приводит к образованию на PV-окне покрытия (например, из расплавленного металла, оксида расплавленного металла), предотвращая тем самым передачу оптического излучения на фотоэлектрический преобразователь. При минимизации такого накопления описываемые в настоящем изобретении системы могут применяться для  
10 многих практических целей, помимо фотоэлектрического преобразования. Например, в некоторых вариантах осуществления сдвоенные потоки расплава могут пересекаться в камере, оборудованной окном, и световое излучение, производимое второй плазмой, либо излучение абсолютно черного тела, проходя сквозь окно, будет нагревать точку нагрузки. Точкой нагрузки может быть камера печи (либо присутствующие в ней  
15 воздух/вода/пар), что нагревается световым излучением, производимым второй плазмой, либо излучением абсолютно черного тела. В некоторых вариантах осуществления реакция с образованием второй плазмы будет происходить в реакционной камере, оборудованной PV-окном;

20 расплавленный металл либо окисленный расплавленный металл будет удаляться с PV-окна, причем:

а) PV-окно будет выполнено по меньшей мере из одного из таких веществ, как кварц, сапфир, оксинитрид алюминия,  $\text{CaF}_2$  и  $\text{MgF}_2$ .

б) PV-окно будет нагреваться выше температуры плавления оксида расплавленного металла (например, оксида олова);

25           в) восстановление оксида расплавленного металла водородом будет производиться путем пропускания газообразного водорода в реакционную камеру под давлением, достаточным для достижения указанного восстановления водородом; и/или

30           d) в процессе генерирования второй плазмы (например, на выходе электромагнитного насоса) на поверхность PV-окна впрыскивается расплавленный металл.

В некоторых вариантах осуществления упомянутая система будет оборудована PV-окном и по меньшей мере одним теплопоглотителем, причем мощность оптического излучения реакции с образованием второй плазмы через PV-окно будет передаваться

на теплопоглотитель путем передачи излучательной мощности, а указанный теплопоглотитель будет передавать мощность теплового излучения от указанной передачи излучательной мощности. В некоторых вариантах осуществления система содержит или представляет собой водяной котел, нагреваемый за счет мощности теплового излучения теплопоглотителя. В некоторых вариантах осуществления система будет включать в себя воздушный теплообменник, нагреваемый за счет мощности теплового излучения теплопоглотителя. В некоторых вариантах осуществления система будет окружена внешней камерой, которая может быть заполнена точкой нагрузки, например, водой. Во время работы энергия второй плазмы может передаваться точке нагрузке в виде теплового и/или оптического излучения.

Также предлагаются системы удаления с PV-окна оксида расплавленного металла (например, оксида олова). В числе этих систем могут быть: источник деаккумулирующего материала, при этом упомянутый деаккумулирующий материал будет направляться к указанному PV-окну; а указанный деаккумулирующий материал будет представлять собой газообразный водород либо расплавленный металл из оксида расплавленного металла.

Также в изобретении предложены определенные способы. Такой способ может, например, предусматривать генерирование энергии, или производство светового излучения, или производство плазмы. В некоторых вариантах осуществления указанный способ может включать в себя:

а) электрическое смещение расплавленного металла;

б) направление исходящего из ячейки генерирования плазмы (например, ячейки с тлеющим разрядом) потока на взаимодействие со смещенным расплавленным металлом и индукцию образования плазмы. В некоторых вариантах реализации исходящий из ячейки генерирования плазмы поток образуется из газовой смеси водорода ( $H_2$ ) с кислородом ( $O_2$ ), проходящей в процессе работы через ячейку генерирования плазмы.

Также в изобретении предложены определенные способы. Например, такой способ может включать в себя:

а) образование первой плазмы в ячейке с тлеющим разрядом из направленного в нее газа;

б) создание электрически смещенного потока расплавленного металла;

в) направление потока из ячейки с тлеющим разрядом на электрически смещенный поток расплавленного металла с образованием второй плазмы,

производящей ультрафиолетовое, видимое и/или инфракрасное световое излучение.

5 Данное световое излучение может быть использовано для нагрева точки нагрузки и/или в фотоэлектрическом преобразователе для выработки электроэнергии. В некоторых вариантах осуществления газ в ячейке генерирования плазмы представляет собой смесь водорода ( $H_2$ ) с кислородом ( $O_2$ ).

10 Изобретение также охватывает собой способы удаления с PV-окна оксида расплавленного металла (например, оксида олова). Такой способ может предусматривать, например, направление на указанное PV-окно деаккумулирующего материала; причем указанный деаккумулирующий материал будет представлять собой газообразный водород либо расплавленный металл из оксида расплавленного металла. В некоторых вариантах осуществления деаккумулирующий материал будет представлять собой расплавленный металл (например, олово), причем упомянутое

15 окно будет подвергаться воздействию плазмы, а расплавленный металл – направляться на окно со скоростью, предотвращающей либо ограничивающей деформации конструкции окна, сопряженные с перегревом (например, коробление, растрескивание, снижение прозрачности), либо процесс образования каких-либо конструктивных деформаций, сопряженных с перегревом (например, коробление, растрескивание).

20 В некоторых вариантах осуществления газ в ячейке генерирования плазмы представляет собой смесь водорода ( $H_2$ ) с кислородом ( $O_2$ ). Например, относительное молярное отношение кислорода к водороду будет составлять от 0,01 до 50 (например, от 0,1 до 20, от 0,1 до 15, менее 10, менее 5, менее 2 и т.д.). В некоторых вариантах осуществления относительная скорость потока кислорода по сравнению с водородом

25 будет составлять от 0,01 до 50 в объемном выражении при комнатной температуре (например, от 0,1 до 20, от 0,1 до 15, менее 10, менее 5, менее 2 и т.д.). В некоторых вариантах выполнения указанным расплавленным металлом будет галлий либо олово. В некоторых вариантах осуществления продукты реакции будут иметь по меньшей мере один описанный в настоящем документе спектроскопический признак (например,

30 описанный в настоящем документе и в Приложении либо Подприложении к Заявке № 62/236,198, поданной 23 августа 2021 года на получение патента в США, которая посредством ссылки включена в настоящий документ во всей своей полноте и, в частности, в части приведенных в ней таких спектроскопических измерений, как ЭПР и спектроскопия комбинационного рассеяния, материала, полученного системами,

35 предусмотренными настоящим изобретением, и собранного в соответствии с ним). В

различных аспектах вторая плазма будет образовываться в реакционной ячейке, при этом стенки указанной реакционной ячейки будут оснащены футеровкой, обладающий повышенной устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом, а футеровка и стенки реакционной ячейки будут обладать высокой проницаемостью для продуктов реакции (например, будут выполнены из нержавеющей стали, в частности, нержавеющей стали марки 347, к примеру, легированной нержавеющей стали марки 4130 или хром-молибденовой нержавеющей стали, никеля, Ti, ниобия, ванадия, железа, W, Re, Ta, Mo, ниобия и сплава Nb(94,33 мас.%)–Mo(4,86 мас.%)–Zr(0,81 мас.%)). Футеровка может быть выполнена из кристаллического материала (например, SiC, BN, кварца) и/или тугоплавкого металла, к примеру, по меньшей мере одного из таких элементов, как Nb, Ta, Mo или W. В некоторых вариантах осуществления вторая плазма будет образовываться в реакционной ячейке, причем стенки камеры реакционной ячейки будет включать в себя первую секцию и вторую секцию, первая секция будет состоять из нержавеющей стали, например, нержавеющей стали марки 347, в частности, легированной нержавеющей стали марки 4130 или хром-молибденовой нержавеющей стали, никеля, Ti, ниобия, ванадия, железа, W, Re, Ta, Mo, ниобия и сплава Nb(94,33 мас.%)–Mo(4,86 мас.%)–Zr(0,81 мас.%)); вторая секция выполнена из тугоплавкого металла, отличного от металла, присутствующего в первой секции; причем соединение между различными металлами образуется с помощью многослойного материала (например, керамики, в частности, BN).

Данная энергетическая система может быть оборудована газосмесительным устройством, предназначенным для смешивания газообразного водорода и кислорода и/или молекулярной воды, а также рекомбинатором водорода и кислорода и/или диссоциатором водорода. В некоторых вариантах осуществления рекомбинатор водорода и кислорода будет оборудован плазменной ячейкой. Ячейка генерирования плазмы будет оборудована центральным положительным электродом и заземленным трубчатым противоэлектродом, причем на электроды будет подаваться напряжение (например, напряжение в диапазоне от 50 В до 1000 В), вызывающее образование плазмы из газовой смеси водорода (H<sub>2</sub>) и кислорода (O<sub>2</sub>). В некоторых вариантах осуществления рекомбинатор водорода и кислорода будет выполнен в виде рекомбинационного металлического катализатора, нанесенного на подложку из инертного материала. В определенных вариантах осуществления газовая смесь, подаваемая в ячейку генерирования плазмы для получения первой плазмы, будет представлять собой нестехиометрическую смесь H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> (например, смесь H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> с содержанием менее 1/3 мольных % O<sub>2</sub>, либо от 0,01% до 30% или от 0,1% до 20%, либо

менее 10%, или менее 5%, или менее 3%  $O_2$  мольной концентрации в смеси), пропускаемую через плазменную ячейку (например, ячейку с тлеющим разрядом) для создания реакционной смеси, способной вступить в реакцию, обладающей экзотермичностью, достаточной для образования второй плазмы.

- 5 Нестехиометрическая смесь  $H_2/O_2$  может проходить сквозь тлеющий разряд с образованием потока атомарного водорода и образующейся  $H_2O$  (например, смесь с содержанием воды в той концентрации и с той внутренней энергией, которых достаточно для предотвращения образования водородных связей); образующийся под действием тлеющего разряда поток будет направляться в
- 10 реакционную камеру, где между двумя электродами (например, с пропускаемыми между ними расплавленного металла) будут проводить ток воспламенения, и при взаимодействии потока со смещенным расплавленным металлом (например, галлием либо оловом), к примеру, при образовании тока дугового разряда, будет инициироваться реакция с участием образующейся воды и атомарного водорода.
- 15 Указанная энергетическая система может быть оборудована по меньшей мере одним из таких компонентов, как реакционная камера (например, в которой образующаяся вода и атомарный водород вступают в реакцию с образованием второй плазмы) и/или резервуар, оснащенный по меньшей мере одной футеровкой из тугоплавкого материала, устойчивой к образованию сплава с расплавленным
- 20 металлом. Внутренняя стенка камеры реакционной ячейки может иметь керамическое покрытие, графитовый вкладыш, облицованный футеровочным материалом из  $W$ ,  $Nb$  либо  $Mo$ , футеровку из вольфрамовых пластин. В некоторых вариантах осуществления указанный резервуар будет оснащен графитовым вкладышем, а сам графит будет покрываться содержащимся в нем расплавленным металлом. В
- 25 различных вариантах осуществления такая стенка камеры реакционной ячейки будет состоять из материала, обладающего высокой проницаемостью для газообразного продукта реакции. В различных вариантах осуществления такая стенка камеры реакционной ячейки будет состоять по меньшей мере из одного из таких веществ, как нержавеющая сталь (например, хром-молибденовая нержавеющая сталь), ниобий,
- 30 молибден либо вольфрам.

Данная энергетическая система может быть оборудована конденсатором, предназначенным для конденсации паров расплавленного металла, а также частиц и паров оксидов металлов и для возврата их в камеру реакционной ячейки. В некоторых вариантах осуществления указанная система питания может быть дополнительно

35 оборудована вакуумным трубопроводом, причем упомянутый конденсатор будет представлять собой участок вакуумного трубопровода, ведущий от камеры реакционной ячейки до вакуумного насоса, который расположен вертикально по отношению к камере реакционной ячейки, и будет инертный наполнительный

материал с большой площадью поверхности, конденсирующий пары расплавленного металла, а также частицы и пары оксидов металлов и возвращающий их в камеру реакционной ячейки, позволяя тем самым вакуумному насосу поддерживать вакуумное давление в камере реакционной ячейки.

5           Указанная энергетическая система может быть оборудована излучателем Планка, а также окном для отвода светового излучения от этого излучателя Планка. Подобные варианты осуществления могут использоваться для генерирования светового излучения (например, используемого для освещения).

10           В некоторых вариантах осуществления данная энергетическая система может быть дополнительно оборудована газосмесительным устройством, предназначенным для смешивания газообразного водорода с газообразным кислородом, а также рекомбинатором водорода и кислорода и/или диссоциатором водорода. Например, данная энергетическая система может быть оборудована рекомбинатором водорода и кислорода, в котором металлический катализатор рекомбинатора будет нанесен на  
15           подложку из инертного материала.

            Указанная энергетическая система может работать при параметрах, максимально усиливающих реакции, а, в частности, реакции, способные вырабатывать энергию в количестве, достаточном для поддержания генерации плазмы и выработки полезной энергии. Например, в некоторых вариантах осуществления давление в  
20           емкости в процессе работы будет находиться в диапазоне от 0,1 Торр до 50 Торр. В некоторых вариантах осуществления массовый расход водорода превышает массовый расход кислорода в число раз, находящееся в диапазоне от 1,5 до 1000. В некоторых вариантах осуществления давление может превышать 50 Торр, и может быть дополнительно предусмотрена система рециркуляции газов.

25           В некоторых вариантах осуществления в емкость будет впрыскиваться инертный газ (например, аргон). Такой инертный газ может использоваться для продления рабочего цикла некоторых реагентов, образующихся в условиях *in situ* (к примеру, образующейся воды).

            Указанная энергетическая система может быть оборудована микрофорсункой  
30           для впрыска воды, которая будет сконфигурирована таким образом, чтобы нагнетать воду в емкость, благодаря чему плазма, производимая из энергии, вырабатываемой в результате прохождения реакции, будет содержать водяной пар. В некоторых вариантах осуществления такая микрофорсунка будет нагнетать воду в емкость. В некоторых вариантах осуществления вода будет протекать в направлении смещенных  
35           пересекающихся потоков расплава в виде пара. В некоторых вариантах осуществления вода будет образовываться в ячейке с тлеющим разрядом. В некоторых вариантах осуществления водяной пар будет присутствовать в газовой смеси. В некоторых вариантах осуществления в газе будет использоваться влажный воздух, что будет

приводить к тому, что в реакционную ячейку будет поступать вода. В некоторых вариантах осуществления молярная концентрация  $H_2$ , необходимая для образования второй плазмы, будет иметь значение, которое в число раз, находящееся в диапазоне от 1,5 до 1000, будет превышать молярную концентрацию водяного пара (например, водяного пара, нагнетаемого микрофорсункой, воды, присутствующей в потоке, исходящем из ячейки с тлеющим разрядом).

Данная энергетическая система может быть дополнительно оборудована нагревателем, предназначенным для расплавления металла (например, олова, или галлия, или серебра, или меди либо их сочетаний) с образованием расплавленного металла. Эта энергетическая система может быть дополнительно оборудована системой рекуперации расплавленного металла, сконфигурированной таким образом, чтобы выполнять рекуперацию расплавленного металла после прохождения реакции, в которой будет предусмотрен перепускной канал для расплавленного металла, отводящий перепускной поток из не оснащенного функцией впрыска резервуара расплавленного металла.

Указанная система впрыска расплавленного металла может быть дополнительно оборудована электродами, расположенными в резервуаре расплавленного металла и в не оснащенный функцией впрыска резервуаре расплавленного металла; при этом система воспламенения будет оборудована источником электроэнергии либо тока воспламенения, предназначенным для подачи противоположных напряжений на электроды, находящиеся, соответственно, в резервуаре, оснащенный функцией впрыска, и резервуаре, такой функцией не оснащенный; причем указанный источник электроэнергии ток и силовой поток будет подавать через поток расплавленного металла, чем будет вызывать реакцию реагентов с образованием внутри емкости плазмы.

Такой источник электрической энергии, как правило, будет генерировать электрическую энергию с силой тока, достаточной для того, чтобы вызвать вступление реагентов в реакцию с образованием второй плазмы. В определенных вариантах осуществления этот источник электрической энергии будет оборудован по меньшей мере одним конденсатором большой емкости. В различных вариантах осуществления сила тока, производимого системой воспламенения расплавленного металла будет находиться в диапазоне от 10 до 50 000 А.

Как правило, система перекачивания расплавленного металла будет сконфигурирована таким образом, чтобы перекачивать расплавленный металл из резервуара расплавленного металла в резервуар без функции впрыска, причем между ними будет создаваться поток расплавленного металла. В некоторых вариантах осуществления система перекачивания расплавленного металла будет состоять из

одного или более электромагнитных насосов, при этом каждый из таких электромагнитных насосов будет представлять собой

- 5 а) кондукционный электромагнитный насос постоянного тока или переменного тока, оснащенный источником постоянного или переменного тока, подведенным к расплавленному металлу через электроды, а также источником постоянного или синфазного переменного магнитного поля с пересечением векторов, либо
- 10 б) индукционный электромагнитный насос, оснащенный источником переменного магнитного поля, проходящего через замкнутую петлю расплавленного металла, которое индуцирует в металле переменный ток, а также источником синфазного переменного магнитного поля с пересечением векторов.

15 В некоторых вариантах осуществления цепь системы воспламенения расплавленного металла будет замыкаться потоком расплавленного металла, что будет вызывать воспламенение, вызывающее дальнейшее воспламенение (например, с частотой воспламенения менее 10 000 Гц). Резервуар с функцией впрыска может быть оборудован электродом, контактирующим с находящимся в нем расплавленным металлом, при этом резервуар без функции впрыска будет оборудован электродом, вступающим в контакт с расплавленным металлом, подаваемым системой впрыска.

20 В различных вариантах осуществления резервуар без функции впрыска будет выровнен над форсункой (например, на одной с ней вертикали), а форсунка будет сконфигурирована таким образом, чтобы получать расплавленный поток, ориентированный в направлении резервуара без функции впрыска, благодаря чему расплавленный металл из потока расплавленного металла сможет собираться в данном резервуаре, а сам поток расплавленного металла будет создавать электрический

25 контакт с электродом в таком резервуаре без функции впрыска; и при этом расплавленный металл будет собираться на электроде резервуара без функции впрыска. В некоторых вариантах осуществления ток воспламенения на резервуар без функции впрыска может подаваться через:

- 30 а) герметичный, высокотемпературный кабельный ввод, проходящий в емкость;
- б) электродную шину, а также
- с) электрод.

35 Плотность тока воспламенения может соотноситься с геометрией емкости по меньшей мере в той степени, в которой геометрия емкости будет соотноситься с окончательной формой плазмы. В различных вариантах осуществления указанная

емкость может иметь геометрию песочных часов (например, геометрию, при которой средняя часть площади внутренней поверхности емкости будет иметь поперечное сечение, которое примерно на 20%, 10% или 5% меньше поперечного сечения каждого дистального конца вдоль главной оси) и может быть ориентирована по вертикали (например, по главной оси приблизительно параллельно действию силы тяжести) в поперечном сечении, причем оснащенный функцией впрыска резервуар будет расположен ниже сужения и сконфигурирован таким образом, чтобы уровень расплавленного металла в резервуаре находился примерно на уровне сужения песочных часов, увеличивая тем самым плотность тока воспламенения. В некоторых вариантах осуществления емкость расположена симметрично относительно главной продольной оси. В некоторых вариантах осуществления емкость может иметь геометрию песочных часов и иметь футеровку из тугоплавкого металла. В некоторых вариантах осуществления в оснащенный функцией впрыска резервуаре емкости, имеющей геометрию песочных часов, может быть размещен положительный электрод для создания тока воспламенения.

Расплавленный металл может состоять по меньшей мере из одного из таких веществ, как олово, серебро, галлий, серебряно-медный сплав, медь либо их сочетания. В некоторых вариантах осуществления расплавленный металл будет иметь температуру плавления ниже 700°C, поскольку расплавленный металл, например, может состоять по меньшей мере из одного из таких веществ, как висмут, свинец, олово, индий, кадмий, галлий, сурьма либо сплавы, в числе которых сплав Розе, Cerrosafe, сплав Вуда, сплав Филда, Cerrolow 136, Cerrolow 117, Bi-Pb-Sn-Cd-In-Tl и галинстан. В определенных аспектах, по меньшей мере один из компонентов указанной энергогенерирующей системы, контактирующий с таким расплавленным металлом (например, резервуары, электроды), выполнен, имеет плакировку либо покрытие из одного или более стойких к сплавлению материалов, препятствующих образованию сплава с расплавленным металлом. Примерами стойких к сплавлению материалов являются W, Ta, Mo, Nb, сплав Nb(94,33 мас.%) - Mo(4,86 мас.%) - Zr(0,81 мас.%), Os, Ru, Hf, Re, нержавеющая сталь марки 347, хром-молибденовая нержавеющая сталь, с силицидным покрытием, графит и керамика, например, BN, кварц, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, шапал, AlN, сиалон, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub> либо HfO<sub>2</sub>. В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере часть емкости состоит из керамики и/или металла. Такая керамическая часть может быть выполнена по меньшей мере из одного из таких веществ, как оксид металла, кварц, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид магния, оксид гафния, карбид кремния, карбид циркония, диборид циркония, нитрид кремния, а также стеклокерамика. В некоторых вариантах осуществления металлическая часть емкости будет выполнена по меньшей мере из одного из таких веществ, как нержавеющая сталь и тугоплавкий металл.

В некоторых вариантах осуществления данная энергогенерирующая система будет вырабатывать водо-водородную смесь, которая через ячейку генерирования плазмы будет направляться в ячейку с расплавленным металлом. В указанных вариантах осуществления ячейка генерирования плазмы, в частности, ячейка с тлеющим разрядом, будет индуцировать образование первой плазмы из газа (например, газа, представляющего собой кислородно-водородную смесь); причем исходящий из ячейки генерирования плазмы поток будет направляться на любой элемент цепи расплавленного металла (например, на расплавленный металл, анод, катод, погруженный в резервуар с расплавленным металлом электрод). При взаимодействии смещенного расплавленного металла с этим потоком может образоваться вторая плазма (обладающая большей энергией, чем создаваемая ячейкой генерирования плазмы). В указанных вариантах осуществления в ячейку генерирования плазмы может подаваться имеющая молярный избыток водорода смесь водорода ( $H_2$ ) и кислорода ( $O_2$ ), в результате чего исходящий поток будет содержать атомарный водород (H) и воду ( $H_2O$ ). Присутствующая в исходящем потоке вода может быть в форме образующейся воды, воды, в достаточной мере насыщенной энергией и пребывающей в такой концентрации, что в ней будут отсутствовать водородные связи с другими компонентами такого исходящего потока. Данный исходящий поток может переходить ко второй, обладающей большей энергией, реакции с участием H и HOH, в результате которой будет образоваться плазма, усиливающаяся при взаимодействии с расплавленным металлом и внешним током, подаваемым через по меньшей мере один из таких компонентов, как расплавленный металл и плазма, которая может производить (из  $H_2$  в исходящем потоке) дополнительный атомарный водород, необходимый для дальнейшего распространения второй энергетической реакции.

В некоторых вариантах осуществления энергетическая система может быть дополнительно оборудована по меньшей мере одним теплообменником (например, теплообменником, соединенным со стенкой емкости, теплообменником, который может переносить тепло к расплавленному металлу либо от него или к резервуару расплавленного металла, либо от него). В некоторых вариантах осуществления теплообменную функцию будет выполнять один из таких теплообменников, как (i) пластинчатый теплообменник, (ii) кожухоблочный теплообменник, (iii) выполненный из SiC кольцевой теплообменник, (iv) выполненный из SiC полиблочный, а также (v) кожухотрубный теплообменник. В некоторых вариантах осуществления кожухотрубный теплообменник будет состоять из трубопроводов, коллекторов, распределителей, подводящей линии теплообменника, отводящей линии теплообменника, кожуха, впускного патрубка внешнего хладагента, выпускного патрубка внешнего хладагента, перегородок, по меньшей мере одного насоса для

рециркуляции горячего расплавленного металла из резервуара через теплообменник и возврата охлажденного расплавленного металла в резервуар, а также одного или более насосов системы водяного охлаждения либо одного или более нагнетателей системы воздушного охлаждения, предназначенных для прокачивания холодного хладагента  
5 через впускной патрубков внешнего хладагента и кожух, откуда, нагреваясь в результате теплоотдачи трубопроводов, хладагент будет выходить через выпускной патрубков внешнего хладагента. В некоторых вариантах осуществления кожухотрубный теплообменник будет состоять из трубопроводов, коллекторов, распределителей, подводящей линии теплообменника, отводящей линии  
10 теплообменника, который в виде футеровки содержат в себе графит, который расширяется независимо от трубопроводов, коллекторов, распределителей, подводящей линии теплообменника, отводящей линии теплообменника, из кожуха, впускного патрубка внешнего хладагента, выпускного патрубка внешнего хладагента и перегородок, состоящих из нержавеющей стали. Внешний хладагент теплообменника  
15 будет представлять собой воздух, при этом воздух из микротурбинного компрессора либо микротурбинного рекуператора будет нагнетать холодный воздух через впускной патрубков внешнего хладагента и кожух, откуда, нагреваясь в результате теплоотдачи трубопроводов, хладагент будет выходить через выпускной патрубков внешнего хладагента, после чего выходящий из выпускного патрубка внешнего хладагента  
20 горячий хладагент будет поступать в микротурбину, преобразовывая тепловую энергию в электрическую.

В некоторых вариантах осуществления энергетическая система будет оборудована по меньшей мере одним преобразователем энергии либо одной системой вывода выходной мощности реакции, а также по меньшей мере одним устройством из  
25 группы, в которую входят термофотоэлектрический преобразователь, фотоэлектрический преобразователь, фотоэлектронный преобразователь, магнетогидродинамический преобразователь, плазмодинамический преобразователь, термоэлектронный преобразователь, термоэлектрический преобразователь, двигатель Стерлинга, преобразователь, работающий по сверхкритическому циклу CO<sub>2</sub>,  
30 преобразователь, работающий по циклу Брайтона, работающий по циклу Брайтона двигатель либо преобразователь внешнего сгорания, двигатель либо преобразователь, работающий по циклу Ренкина, преобразователь, работающий по органическому циклу Ренкина, двигатель внутреннего сгорания, а также тепловой двигатель, нагреватель и котел. Емкость может быть оборудована светопрозрачным фотоэлектрическим окном  
35 (PV-окном), пропускающим свет из внутренней части емкости к фотоэлектрическому преобразователю, а также может иметь по меньшей мере одну из геометрий емкости и по меньшей мере одну перегородку, оборудованную вращающимся окном. Указанное вращающееся окно оборудовано системой, предназначенной для восстановления

оксида галлия либо олова, включающей в себя по меньшей мере одно из таких устройств, как система восстановления водородом и система электролиза. В некоторых вариантах осуществления вращающееся окно будет выполнено или будет состоять из кварца, сапфира, оксинитрида алюминия, фторида магния либо их сочетаний. В более вариантах осуществления вращающееся окно будет иметь покрытие, подавляющее прилипание по меньшей мере одного из таких веществ, как галлий или олово либо их оксид. Покрытие вращающегося окна может быть выполнено из по меньшей мере одного из таких веществ, как алмазоподобный графит, графит, нитрид бора и гидроксид щелочного металла. В некоторых вариантах осуществления положительный электрод воспламенения (например, верхний электрод воспламенения, электрод, смещенный над другим электродом) будет расположен ближе к окну (например, по сравнению с отрицательным электродом воспламенения), при этом положительный электрод будет испускать излучение черного тела через фотоэлектрическое окно к фотоэлектрическому преобразователю.

Указанный преобразователь энергии либо система вывода может представлять собой магнитогидродинамический преобразователь энергии, имеющий в своей конструкции соединенный с сосудом раструб, магнитогидродинамический канал, электроды, магниты, систему сбора металла, систему рециркуляции металла, теплообменник и, в необязательном порядке, систему рециркуляции газа. В некоторых вариантах осуществления расплавленным металлом может быть серебро. В вариантах осуществления с использованием магнитогидродинамического преобразователя на такой магнитогидродинамический преобразователь может подаваться газообразный кислород, в результате чего при взаимодействии с присутствующим в потоке расплавленного металла серебром будут образовываться наночастицы серебра (например, размером в молекулярном режиме менее примерно 10 нм или менее примерно 1 нм), причем эти наночастицы серебра будут, получая при прохождении через магнитогидродинамический раструб ускорение, передавать накопленную кинетическую энергию производимой в результате реакции энергии. Система подачи реагентов может обеспечивать и регулировать подачу газообразного кислорода в преобразователь. В различных вариантах осуществления по меньшей мере часть кинетической энергии, накопленной наночастицами серебра, будет в магнитогидродинамическом канале преобразоваться в электрическую энергию. Такой вариант электрической энергии может приводить к коалесценции наночастиц. Наночастицы могут коалесцировать в ходе того, как расплавленный металл, который, по меньшей мере частично, поглощает кислород в секции конденсации магнитогидродинамического преобразователя (также именуемого здесь секцией МГД-конденсации), и расплавленный металл, содержащий поглощенный кислород, системой рециркуляции металла возвращается в резервуар с функцией впрыска. В

некоторых вариантах осуществления кислород может высвобождаться из металла присутствующей в емкости плазмой. В некоторых вариантах осуществления плазма поддерживается в магнитогиродинамическом канале и системе сбора металла с целью повышения степени поглощения кислорода расплавленным металлом.

5 Система перекачивания расплавленного металла может состоять из электромагнитного насоса первой ступени и электромагнитного насоса второй ступени, причем первая ступень будет представлять собой насос, предназначенный для системы рециркуляции металла, а вторая ступень – насос системы впрыска металла.

10 В результате вызываемой указанными реагентами реакции будет производиться количество энергии, достаточное для того, чтобы инициировать образование в емкости плазмы. Эти измеримые спектроскопические признаки и сами реакции могут быть использованы для определения природы второй плазмы. Например, упомянутые реакции могут приводить к образованию продукта водорода, обладающего одной или более из следующих свойств:

15 а) молекулярный продукт водорода  $H_2$  (например,  $H_2(1/p)$  ( $p$  представляет собой целое число больше 1 и не больше 137), имеющий неспаренный электрон), который проявляется в спектрах электронного парамагнитного резонанса (ЭПР);

20 б) молекулярный продукт водорода  $H_2$  (например,  $H_2(1/4)$ ), который на ЭПР-спектрограмме дает главный пик с  $g$ -фактором на уровне 2,0046386, что в необязательном порядке расщепляется на серию пар пиков, члены которых разделены энергиями спин-орбитальной связи, представляющими собой функцию соответствующих квантовых чисел спин-орбитальной связи электронов, в котором

25 (i) магнитный момент неспаренного электрона индуцирует диамагнитный момент в парном электроне молекулярной орбитали  $H_2(1/4)$  в силу диамагнитной восприимчивости  $H_2(1/4)$ ;

(ii) соответствующие магнитные моменты собственных токовых взаимодействий спаренных и неспаренных электронов и те, что обусловлены относительным вращательным движением вокруг межъядерной оси, порождают энергии спин-орбитальной связи;

30 (iii) каждый пик спин-орбитального расщепления далее подразделяется на серию равноотстоящих пиков, которые сопоставимы с целочисленными величинами энергии единичного флюксона, представляющими собой функцию квантового числа флюксона электрона, соответствующего количеству участвующих в переходе компонентов углового момента, и

35 (iv) кроме этого, спин-орбитальное расщепление увеличивается с квантовым числом спин-орбитальной связи на стороне слабого поля серии пар пиков,

обусловленных магнитными энергиями, которые увеличивались с наращиванием потокосцепления магнитного потока на молекулярной орбитали.

с) для частоты ЭПР на уровне 9,820295 ГГц,

5 (i) пиковые позиции со стороны слабого поля  $B_{S/O\text{combined}}^{\text{downfield}}$ , обусловленные комбинированными сдвигами под воздействием магнитной энергии и энергии спин-орбитальной связи  $H_2(1/4)$ , составляют

$$B_{S/O\text{combined}}^{\text{downfield}} = \left( 0.35001 - m3.99427 \times 10^{-4} - (0.5) \frac{(2\pi m3.99427 \times 10^{-4})^2}{0.1750} \right) T;$$

10 (ii) пиковые позиции со стороны сильного поля  $B_{S/O}^{\text{upfield}}$  с квантованными энергиями спин-орбитального расщепления  $E_{S/O}$  и квантовыми числами спин-орбитальной связи электронов  $m = 0.5, 1, 2, 3, 5 \dots$  составляют

$$B_{S/O}^{\text{upfield}} = 0.35001 \left( 1 + m \left[ \frac{7.426 \times 10^{-27} \text{ J}}{h9.820295 \text{ GHz}} \right] \right) T = (0.35001 + m3.99427 \times 10^{-4}) T, \text{ и/или}$$

(iii) для квантовых чисел флюксона электрона  $m_\Phi = 1, 2, 3$  интервалы  $\Delta B_\Phi$  между пиками целочисленной серии в каждой позиции спин-орбитального пика составляют

$$\Delta B_\Phi^{\text{downfield}} = \left( 0.35001 - m3.99427 \times 10^{-4} - (0.5) \frac{(2\pi m3.99427 \times 10^{-4})^2}{0.1750} \right) \left[ \frac{m_\Phi 5.7830 \times 10^{-28} \text{ J}}{h9.820295 \text{ GHz}} \right] \times 10^4 \text{ G}$$

15 и  $\Delta B_\Phi^{\text{upfield}} = (0.35001 + m3.99427 \times 10^{-4}) \left[ \frac{m_\Phi 5.7830 \times 10^{-28} \text{ J}}{h9.820295 \text{ GHz}} \right] \times 10^4 \text{ G};$

20 d) гидридный ион  $H^-$  (например,  $H^-(1/p)$ ), имеющий на общей атомной орбитали спаренный и неспаренный электрон, демонстрирующий потокосцепление, которое выражается в квантованных единицах  $h/2e$ , и которое на примере  $H^-(1/2)$  с помощью спектроскопии высокого разрешения в видимой области спектра наблюдается в диапазоне от 400 до 410 нм;

е) потокосцепление, которое выражается в квантованных единицах  $h/2e$ , и которое наблюдается при возбуждении уровней вращательной энергии  $H_2(1/4)$  лазерным излучением во время спектроскопии комбинационного рассеяния и столкновениями высокоэнергетических электронов из электронного пучка с  $H_2(1/4)$ ;

25 f) молекулярный гидрино (например,  $H_2(1/p)$ ), демонстрирующий в рамановских спектрах переходы спин-орбитальной связи между спиновым магнитным моментом неспаренного электрона и обусловленным молекулярным вращением орбитальным магнитным моментом, в котором

(i) энергии вращательных переходов сдвигаются на значения такой энергии спин-орбитальной связи, выражаемые в виде функции соответствующих квантовых чисел спин-орбитальной связи электронов;

5 (ii) пики в спектре молекулярного вращательного рассеивания, сдвинутые на значения спин-орбитальной энергии, далее смещаются на значения энергии потокосцепления, причем величина каждой энергии соответствует ее квантовому числу флюксона электрона, зависящему от количества участвующих во вращательном переходе компонентов углового момента, и/или

10 (iii) наблюдаемое подрасщепление или смещение пиков в спектре комбинационного рассеяния обусловлено потокосцеплением, выражающимся в единицах кванта магнитного потока  $h/2e$  и образующимся в процессе формирования спин-орбитальной связи между спиновым и молекулярным вращательными магнитными моментами в момент вращательного перехода;

15 g)  $H_2(1/4)$ , демонстрирующий типичные переходы в спектре комбинационного рассеяния, представляющие собой

(i) либо чисто вращательный переход  $H_2(1/4)$  от  $J=0$  до  $J'=3$  со спин-орбитальной связью и потокосцеплением:

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0 \rightarrow J'} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 11701 \text{ cm}^{-1} + m528 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi} 31 \text{ cm}^{-1}$$

20 (ii) согласованные переходы, представляющие собой вращательные переходы от  $J=0$  до  $J'=2,3$  со спин-вращательным переходом от  $J=0$  до  $J=1$ :

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0 \rightarrow J'} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 7801 \text{ cm}^{-1} (13,652 \text{ cm}^{-1}) + m528 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi 3/2} 46 \text{ cm}^{-1}$$

либо

(iii) двойной переход на конечные вращательные квантовые числа  $J'_p = 2$  и  $J'_c = 1$   
:  $J'_p = 3$  и  $J'_c = 2$ ;

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0 \rightarrow J'_p=2} + \Delta E_{J=0 \rightarrow J'_c=1} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot}$$

$$25 = 9751(19,502) \text{ cm}^{-1} + m528 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi} 31 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi 3/2} 46 \text{ cm}^{-1} \text{ причем}$$

соответствующие спин-орбитальная связь и потокосцепление наблюдались также и при чистом, согласованном и двойном переходах;

30 h) пики  $H_2(1/4)$  в ультрафиолетовом диапазоне спектра комбинационного рассеяния (например, зафиксированные на подвергавшихся воздействию реакционной плазмы комплексе  $GaOON:H_2(1/4):H_2O$  и фольге из Ni, наблюдавшиеся в области от 12 250 до 15 000  $cm^{-1}$ , в которых типичные линии сопоставимы с согласованными чисто вращательным переходом  $\Delta J = 3$  и спиновым переходом  $\Delta J = 1$  со спин-орбитальной

связью и расщеплениями потокосцепления:

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0 \rightarrow 3} + \Delta E_{J=0 \rightarrow 1} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 13,652 \text{ cm}^{-1} + m528 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi} 31 \text{ cm}^{-1} \quad );$$

i) энергии вращения в спектре комбинационного рассеяния HD(1/4), сдвинутом в  $\frac{3}{4}$  раза по сравнению с таким спектром H<sub>2</sub>(1/4);

5 j) типичные энергии вращения в спектре комбинационного рассеяния HD(1/4) сопоставимы с энергиями вращения

(i) либо чисто вращательного перехода HD(1/4) от  $J = 0$  до  $J' = 3,4$  со спин-орбитальной связью и потокосцеплением:

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0 \rightarrow J'} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 8776 \text{ cm}^{-1} (14,627 \text{ cm}^{-1}) + m528 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi} 31 \text{ cm}^{-1}$$

10 (ii) согласованных переходов, представляющих собой вращательные переходы от  $J=0$  до  $J'=3$  со спин-вращательным переходом от  $J=0$  до  $J=1$ :

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0 \rightarrow J'} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 10,239 \text{ cm}^{-1} + m528 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi 3/2} 46 \text{ cm}^{-1}$$

, либо

(iii) двойного перехода на конечные вращательные квантовые числа  $J'_p = 3; J'_c = 1$

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0 \rightarrow J'_p=2} + \Delta E_{J=0 \rightarrow J'_c=1} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot}$$

15  $= 11,701 \text{ cm}^{-1} + m528 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi} 31 \text{ cm}^{-1} + m_{\Phi 3/2} 46 \text{ cm}^{-1}$

причем спин-орбитальная связь и потокосцепление также наблюдаются как при чистом, так и при согласованном переходе;

20 k) смеси H<sub>2</sub>(1/4) с благородными газами, облученные высокоэнергетичными электронами электронного пучка, дают равномерное, с интервалом 0,25 эВ, линейчатое излучение в ультрафиолетовой (150-180 нм) области спектра с отсечкой на уровне 8,25 эВ, что сопоставимо с колебательным переходом H<sub>2</sub>(1/4) от  $\nu=1$  до  $\nu=0$  с серией вращательных переходов, соответствующих Р-ветви H<sub>2</sub>(1/4), причем

(i) спектральная аппроксимация вполне сопоставима с

$$4^2 0.515 \text{ eV} - 4^2 (J+1) 0.01509; J = 0, 1, 2, 3 \dots$$

, где 0,515 эВ и 0,01509 эВ –

25 соответственно, колебательная и вращательная энергии обычного молекулярного водорода,

(ii) наблюдаются небольшие сателлитные линии, которые сопоставимы с энергиями вращательного спин-орбитального расщепления, что также наблюдаются с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния, а (iii) интервалы между

энергиями вращательного спин-орбитального расщепления сопоставимы с  $m528 \text{ cm}^{-1}$   $m=1,1.5$ , причем 1,5 предусматривает расщепления  $m=0.5$  и  $m=1$ ;

l) спектральное излучение вращательных переходов Р-ветви  $\text{H}_2(1/4)$  с колебательным переходом от  $\nu=1$  до  $\nu=0$  наблюдается при возбуждении электронным пучком захваченного в кристаллической матрице  $\text{KCl}$   $\text{H}_2(1/4)$ , причем

(i) пики вращения сопоставимы с пиком свободного вращения ротора;

(ii) колебательная энергия смещается в результате увеличения эффективной массы, обусловленного взаимодействием колебания  $\text{H}_2(1/4)$  с матрицей  $\text{KCl}$ ;

(iii) спектральная аппроксимация вполне сопоставима с  $5.8eV - 4^2(J+1)0.01509; J = 0,1,2,3\dots$ , где пики разнесены на 0,25 эВ, а

(iv) относительная величина сдвига колебательной энергии  $\text{H}_2(1/4)$  сопоставима с относительным влиянием на вращательно-колебательный спектр со стороны захватываемого в  $\text{KCl}$  обычного  $\text{H}_2$ ;

m) в спектре комбинационного рассеяния, полученном с применением  $\text{HeCd}$ -лазера, видна серия пиков, которые равномерно разнесены по энергии на расстояние  $1\ 000 \text{ cm}^{-1}$  (0,1234 эВ) в области от  $8\ 000 \text{ cm}^{-1}$  до  $18\ 000 \text{ cm}^{-1}$ , причем при преобразовании такого спектра комбинационного рассеяния в спектр флуоресценции или фотолюминесценции обнаруживается совпадение в виде вращательно-колебательного спектра  $\text{H}_2(1/4)$  второго порядка со спектром возбужденного электронным пучком излучения  $\text{H}_2(1/4)$  в

$$5.8eV - 4^2(J+1)0.01509; J = 0,1,2,3\dots$$

матрице  $\text{KCl}$  с заданными параметрами и с обусловленным такой матрицей колебательным переходом от  $\nu=1$  до  $\nu=0$  с пиками вращательного перехода, разнесенными по энергии на расстояние 0,25 эВ;

n) вращательные переходы  $\text{H}_2(1/4)$  в инфракрасной части спектра наблюдаются в области энергий выше  $4\ 400 \text{ cm}^{-1}$ , причем интенсивность увеличивается с приложением магнитного поля в дополнение к собственному магнитному полю, а также наблюдается связь вращательных переходов со спин-орбитальными переходами;

o) с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) наблюдается допустимая двойная ионизация  $\text{H}_2(1/4)$  под воздействием эффекта Комптона, соответствующая полной энергии на уровне 496 эВ;

p) с помощью газовой хроматографии наблюдается  $\text{H}_2(1/4)$ , демонстрирующий более высокую скорость миграции, чем у любого известного газа, учитывая, что самые большие из известных ранее значений по скорости миграции и, соответственно, самые малые значения по времени удерживания имеют водород и гелий;

q) в крайней ультрафиолетовой области спектра зафиксировано непрерывное излучение крайнего ультрафиолетового диапазона с отсечкой на уровне 10,1 нм (например, соответствующее происходящему во время реакции с образованием гидрино переходу  $\text{H}$  в  $\text{H}(1/4)$ , катализируемому катализатором на основе образующейся  $\text{НОН}$ );

- г) спектроскопией протонного ядерного магнитного резонанса с вращением под магическим углом ( $^1\text{H MAS ЯМР}$ ) фиксируется водяной пик в матрице со сдвигом в сторону сильного поля в диапазоне от  $-4$  до  $-5$  ч/млн;
- с) объемный магнетизм, в частности, парамагнетизм, суперпарамагнетизм и даже ферромагнетизм, когда магнитные моменты множества молекул продукта водорода взаимодействуют совместно (например, наблюдаемый с помощью магнитометра с вибрирующим образцом, применяемого для измерения магнитной восприимчивости соединений с содержанием продуктов реакции);
- т) результаты время-пролетной масс-спектропии вторичных ионов (ToF-SIMS) и время-пролетной масс-спектропии вторичных ионов с электрораспылением (ESI-ToF), зафиксированные на  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{KOH}$ , подвергавшихся воздействию источника молекулярного газа из продуктов реакции, демонстрирующие комплексообразование продуктов реакции (например, газообразный  $\text{H}_2(1/4)$ ) с неорганическими соединениями, содержащими оксианионы, и полученные благодаря уникальному наблюдению мультимерных комплексов  $\text{M} + 2$  (например,  $\text{K}^+ [\text{H}_2 : \text{K}_2\text{CO}_3]_n$  и  $\text{K}^+ [\text{H}_2 : \text{KOH}]_n$ , где  $n$  представляет собой целое число) и интенсивного пика  $\text{H}^-$ , обусловленного стабильностью гидридного иона, а также
- у) продукты реакции, состоящие из ядер молекулярного водорода, ведущих себя как органические молекулы, о чем свидетельствует хроматографический пик в колонке с матрицей матрицей на основе молекул органических полимеров, распадающийся на неорганические ионы. В различных вариантах осуществления в результате указанной реакции будут проявляться энергетические сигнатуры, обладающие одной или более из следующих характеристик:
- (i) экстраординарное доплеровское уширение водородной линии  $\alpha$  серии Бальмера на более  $100$  эВ в условиях плазмы, содержащей атомы  $\text{H}$  и катализатор на основе образующейся  $\text{HOH}$  либо  $\text{H}$ , в частности, плазмы аргона- $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2$  и паров  $\text{H}_2\text{O}$ ,
  - (ii) инверсия линий  $\text{H}$  в возбужденном состоянии,
  - (iii) аномальная продолжительность послесвечения плазмы  $\text{H}$ ,
  - (iv) скорость распространения ударной волны и соответствующее давление, эквивалентное примерно 10-кратному количеству молей оружейного пороха, при всего лишь примерно 1% связанной с такой ударной волной мощности,
  - (v) до  $20$  МВт оптической мощности, производимых  $10$  мкл дозы гидратированного серебра, а также
  - (vi) калориметрия энергосистемы марки SunCell, подтвержденная на уровне мощности  $340\,000$  Вт. Упомянутые реакции могут приводить к образованию продукта водорода, обладающего одной или более из следующих характеристик:
- а) продукт водорода с пиком комбинационного рассеяния в одном или более из таких диапазонов, как от  $1900$  до  $2200$   $\text{cm}^{-1}$ , от  $5500$  до  $6400$   $\text{cm}^{-1}$  и

- от 7500 до 8500  $\text{см}^{-1}$ , либо в диапазоне, кратном целое число раз диапазону от 1900 до 2200  $\text{см}^{-1}$ ;
- b) продукт водорода с множеством пиков комбинационного рассеяния с разнесением, кратным целое число раз 0,23-0,25 эВ;
- 5 c) продукт водорода с пиком в инфракрасном диапазоне, кратном целое число раз диапазону от 1900 до 2200  $\text{см}^{-1}$ ;
- d) продукт водорода с множеством пиков в инфракрасном диапазоне, разнесенных на расстоянии, кратном целое число раз 0,23-0,25 эВ;
- e) продукт водорода с множеством пиков в спектре ультрафиолетового флуоресцентного излучения в диапазоне от 200 до 300 нм, имеющих разнесение, кратное целое число раз 0,23-0,3 эВ;
- 10 f) продукт водорода с множеством пиков в спектре эмиссии электронного пучка в диапазоне от 200 до 300 нм, имеющих разнесение, кратное целое число раз 0,2-0,3 эВ;
- 15 g) продукт водорода с множеством пиков Рамана в диапазоне от 5000 до 20000  $\text{см}^{-1}$  с разнесением, кратным целое число раз 1000  $\pm 200$   $\text{см}^{-1}$ ;
- h) продукт водорода с пиком на рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии при энергии в диапазоне от 490 до 525 эВ;
- i) продукт водорода, вызывающий сдвиг матрицы ЯМР с вращением под магическим углом (MAS) в сторону сильного поля;
- 20 j) продукт водорода, имеющий сдвиг ЯМР с MAS либо ЯМР жидкости в сторону сильного поля на более чем -5 ч/млн относительно TMS
- m) продукт водорода, содержащий по меньшей мере одно из таких веществ, как гидрид металла и оксид металла, а также содержащий водород, причем металл представляет собой по меньшей мере один из таких элементов, как Zn, Fe, Mo, Cr, Cu и W;
- 25 o) продукт водорода, содержащий неорганическое соединение  $\text{M}_x\text{X}_y$  и  $\text{H}_2$ , причем M является катионом, а X – анионом, имеющий по меньшей мере один из таких показателей, как пиковое время полета при масс-спектропии вторичных ионов с применением метода
- 30 электрораспылительной ионизации (ESI-ToF) и пиковое время полета при масс-спектропии вторичных ионов (ToF-SIMS), на уровне  $\text{M}(\text{M}_x\text{X}_y\text{H}_2)_n$ , где n представляет собой целое число;

- 5 р) продукт водорода, содержащий по меньшей мере одно из таких веществ, как  $K_2CO_3H_2$  и  $KOHH_2$ , имеющее по меньшей мере один из таких пиков, как пик времени полета при масс-спектропии вторичных ионов с применением метода электрораспылительной ионизации (ESI-ToF) и пик времени полета при масс-спектропии вторичных ионов (ToF-SIMS) со стороны, соответственно,  $K(K_2H_2CO_3)_n^+$  и  $K(KOHH_2)_n^+$ ;
- 10 q) магнитный продукт водорода, содержащий по меньшей мере одно из таких веществ, как гидрид металла и оксид металла, а также содержащий водород, причем металл содержит по меньшей мере один из таких элементов, как Zn, Fe, Mo, Cr, Cu, W, а также диамагнитный металл;
- 15 r) продукт водорода, содержащий по меньшей мере одно из таких веществ, как гидрид металла и оксид металла, а также содержащий водород, причем металл содержит по меньшей мере один из таких элементов, как Zn, Fe, Mo, Cr, Cu, W, а также диамагнитный металл, демонстрирующий магнитные свойства при применении метода магнитной восприимчивости;
- 20 s) продукт водорода, содержащий металл, который не проявляет активности при проведении спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), причем ЭПР-спектр отличается по меньшей мере одним из таких показателей, как g-фактор на уровне примерно  $2,0046 \pm 20\%$ , расщепление ЭПР-спектра на серию пиков с интервалом примерно от 1 до 10 Гс, причем каждый основной пик подразделяется на серию пиков с разнесением примерно от 0,1 до 1 Гс;
- 25 t) продукт водорода, содержащий металл, который не проявляет активности при проведении спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), причем ЭПР-спектр отличается по меньшей мере энергией расщепления спин-орбитальной связи электронов примерно на уровне  $m_1 \times 7,43 \times 10^{-27} \text{ J} \pm 20\%$ , расщеплением флюксонов примерно на уровне  $m_2 \times 5,78 \times 10^{-28} \text{ J} \pm 20\%$  и энергией расщепления взаимодействия магнитных моментов димеров примерно на уровне  $1,58 \times 10^{-23} \text{ J} \pm 20\%$ ;
- 30 v) продукт водорода, содержащий газ, дающий отрицательный пик при проведении газовой хроматографии с водородным либо гелиевым носителем;
- w) продукт водорода, имеющий квадрупольный момент примерно на уровне  $\frac{1,70127 a_0^2}{p^2} \pm 10\%$ , где p представляет собой целое число;

- 5           х) протонный продукт водорода, содержащий молекулярный димер, имеющий энергию вращения от одного конца к другому для целочисленного перехода от  $J$  к  $J + 1$  в диапазоне примерно  $(J+1)44,30 \text{ см}^{-1} \pm 20 \text{ см}^{-1}$ , причем соответствующая энергия вращения молекулярного димера, содержащего дейтерий, равна  $\frac{1}{2}$  от аналогичной энергии димера, содержащего в себе протоны;
- 10           у) продукт водорода, содержащий молекулярные димеры, имеющие по меньшей мере один из таких параметров, как (i) пространственный разнос молекул водорода примерно на уровне  $1,028 \text{ \AA} \pm 10\%$ , (ii) энергия колебания между молекулами водорода примерно на уровне  $23 \text{ см}^{-1} \pm 10\%$ , а также (iii) энергия Ван-дер-Ваальса между молекулами водорода примерно на уровне  $0,0011 \text{ эВ} \pm 10\%$ ;
- 15           z) продукт водорода, содержащий твердое вещество, имеющее по меньшей мере один из таких параметров, как (i) пространственный разнос молекул водорода примерно на уровне  $1,028 \text{ \AA} \pm 10\%$ , (ii) энергия колебания между молекулами водорода примерно на уровне  $23 \text{ см}^{-1} \pm 10\%$ , а также (iii) энергия Ван-дер-Ваальса между молекулами водорода примерно на уровне  $0,019 \text{ эВ} \pm 10\%$ ;
- 20           aa) продукт водорода, имеющий спектральные параметры ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) и комбинационного рассеяния на уровне (i)  $(J+1)44,30 \text{ см}^{-1} \pm 20 \text{ см}^{-1}$ , (ii)  $(J+1)22,15 \text{ см}^{-1} \pm 10 \text{ см}^{-1}$ , а также (iii)  $23 \text{ см}^{-1} \pm 10\%$ , и/или рентгенограмму или нейтронограмму, отображающую разнос молекул водорода на уровне  $1,028 \text{ \AA} \pm 10\%$ , и/или калориметрическое значение энергии испарения на уровне  $0,0011 \text{ эВ} \pm 10\%$
- 25           на 1 молекулярный водород;
- 30           bb) твердый продукт водорода, имеющий спектральные параметры ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) и комбинационного рассеяния на уровне (i)  $(J+1)44,30 \text{ см}^{-1} \pm 20 \text{ см}^{-1}$ , (ii)  $(J+1)22,15 \text{ см}^{-1} \pm 10 \text{ см}^{-1}$ , а также (iii)  $23 \text{ см}^{-1} \pm 10\%$ , и/или рентгенограмму или нейтронограмму, отображающую разнос молекул водорода на уровне  $1,028 \text{ \AA} \pm 10\%$ , и/или калориметрическое значение энергии испарения на уровне  $0,019 \text{ эВ} \pm 10\%$  на 1 молекулярный водород.
- 35           cc) продукт водорода, содержащий гидридный ион водорода, обладающий магнитными свойствами и связывающий поток, определяемый в единицах магнитного потока, в своей области связанно-свободной энергии связи, а также

dd) продукт водорода, при исследовании которого посредством жидкостной хроматографии высокого давления (ЖХВД) отображаются хроматографические пики с показателем времени удерживания выше показателя времени удерживания, связанного со свободным объемом носителя, полученного с использованием колонки на основе органических полимеров с содержащим воду растворителем, причем определение пиков с помощью такого метода масс-спектропии, как ESI-ToF, демонстрирует фрагменты по меньшей мере одного неорганического соединения.

В различных вариантах реализации указанный продукт водорода может по своим характеристикам быть подобным продуктам, образующимся в различных реакторах гидрино, в частности, продуктам, образующимся в результате детонации провода в атмосфере, содержащей водяной пар. Такие продукты могут:

a) содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как гидрид металла и оксид металла, а также содержать водород, причем металл представляет собой по меньшей мере один из таких элементов, как Zn, Fe, Mo, Cr, Cu и W, при этом водород будет представлять собой H;

b) содержать неорганическое соединение  $M_xX_y$  и  $H_2$ , причем M является катионом металла, а X – анионом, а также иметь по меньшей мере один из таких показателей, как пиковое время полета при масс-спектропии вторичных ионов с применением метода электрораспылительной ионизации (ESI-ToF) и пиковое время полета при масс-спектропии вторичных ионов (ToF-SIMS), на уровне  $M(M_xX_yH(1/4)_2)_n$ , где n представляет собой целое число;

c) иметь магнитные свойства и содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как гидрид металла и оксид металла, а также содержащий водород, причем металл содержит по меньшей мере один из таких элементов, как Zn, Fe, Mo, Cr, Cu, W, а также диамагнитный металл, при этом водород представляет собой  $H(1/4)$ , а также

d) содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как гидрид металла и оксид металла, а также содержащий водород, причем металл содержит по меньшей мере один из таких элементов, как Zn, Fe, Mo, Cr, Cu, W, а также диамагнитный металл, при этом водород представляет собой  $H(1/4)$ , а сам продукт демонстрирует магнитные свойства при применении метода магнитной восприимчивости.

В некоторых вариантах осуществления продукт водорода, образующийся в результате реакции, представляет собой продукт водорода в комплексе по меньшей

мере с одним из таких элементов, как (i) элемент, отличный от водорода, (ii) обычный вид водорода, состоящий по меньшей мере из одного из таких элементов, как  $H^+$ , обычный  $H_2$ , обычный  $H^-$  и обычный  $H_3^+$ , обычная органическая молекулярная частица, а также (iv) неорганическая частица. В некоторых вариантах осуществления упомянутый продукт водорода представляет собой оксианионное соединение. В различных вариантах реализации упомянутый продукт водорода (либо восстановленный продукт водорода при реализациях с использованием геттера) может содержать по меньшей мере одно соединение, имеющее формулу, выбранную из следующего перечня:

- 10            a)  $MH$ ,  $MH_2$  либо  $M_2H_2$ , где  $M$  является катионом щелочного металла, а  $H$  или  $H_2$  – указанным продуктом водорода;
- b)  $MH_n$ , где  $n$  равно 1 либо 2,  $M$  является катионом щелочноземельного металла, а  $H$  – указанным продуктом водорода;
- 15            c)  $MHX$ , где  $M$  представляет собой катион щелочного металла,  $X$  – один из таких элементов, как нейтральный атом, например, атом галогена, молекула или однократно отрицательно заряженный анион, например, анион галогена, а  $H$  – указанный продукт водорода;
- d)  $MHX$ , где  $M$  представляет собой катион щелочноземельного металла,  $X$  – однократно отрицательно заряженный анион, а  $H$  – указанный продукт
- 20            водорода;
- e)  $MHX$ , где  $M$  представляет собой катион щелочноземельного металла,  $X$  – двукратно отрицательно заряженный анион, а  $H$  – указанный продукт
- водорода;
- f)  $M_2HX$ , где  $M$  представляет собой катион щелочного металла,  $X$  – однократно отрицательно заряженный анион, а  $H$  – указанный продукт
- 25            водорода;
- g)  $MH_n$ , где  $n$  представляет собой целое число,  $M$  – катион щелочного металла, а содержащийся в соединении водород  $H_n$  представляет собой по меньшей мере один из упомянутых продуктов водорода;
- 30            h)  $M_2H_n$ , где  $n$  представляет собой целое число,  $M$  – катион щелочноземельного металла, а содержащийся в соединении водород  $H_n$  представляет собой по меньшей мере один из упомянутых продуктов
- водорода;
- i)  $M_2XH_n$ , где  $n$  представляет собой целое число,  $M$  – катион
- 35            щелочноземельного металла,  $X$  – однократно отрицательно заряженный

анион а содержащийся в соединении водород Нn представляет собой по меньшей мере один из упомянутых продуктов водорода;

5 j)  $M_2X_2H_n$ , где n равно 1 либо 2, М – катион щелочноземельного металла, Х – однократно отрицательно заряженный анион а содержащийся в соединении водород Нn, представляет собой по меньшей мере один из упомянутых продуктов водорода;

k)  $M_2X_3H$ , где М представляет собой катион щелочноземельного металла, Х – однократно отрицательно заряженный анион, а Н – указанный продукт водорода;

10 l)  $M_2XH_n$ , где n равно 1 либо 2, М – катион щелочноземельного металла, Х – двукратно отрицательно заряженный анион а содержащийся в соединении водород Нn представляет собой по меньшей мере один из упомянутых продуктов водорода;

15 m)  $M_2XX'H$ , где М представляет собой катион щелочноземельного металла, Х – однократно отрицательно заряженный анион, Х' – двукратно отрицательно заряженный анион, а Н – указанный продукт водорода;

20 n)  $MM'H_n$ , где n представляет собой целое число от 1 до 3, М – катион щелочноземельного металла, М' – катион щелочного металла, а содержащийся в соединении водород Нn включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

o)  $MM'XH_n$ , где n равно 1 либо 2, М – катион щелочноземельного металла, М' – катион щелочного металла, Х – однократно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород Нn включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

25 p)  $MM'XH$ , где М представляет собой катион щелочноземельного металла, М' – катион щелочного металла, Х – двукратно отрицательно заряженный анион, а Н – указанные продукты водорода;

30 q)  $MM'XX'H$ , где М представляет собой катион щелочноземельного металла, М' – катион щелочного металла, Х и Х' – однократно отрицательно заряженные анионы, а Н – указанный продукт водорода;

r)  $MXX'H_n$ , где n представляет собой целое число от 1 до 5, М – катион щелочного либо щелочноземельного металла, Х – однократно либо двукратно отрицательно заряженный анион, Х' – металл или металлоид, переходный элемент, внутренний переходный элемент либо редкоземельный

элемент, а содержащийся в соединении водород Н<sub>n</sub> включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

5 s) МН<sub>n</sub>, где n представляет собой целое число, М – катион, например, переходный элемент, внутренний переходный элемент либо редкоземельный элемент, а содержащийся в соединении водород Н<sub>n</sub> включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

10 t) МХН<sub>n</sub>, где n представляет собой целое число, М – катион, например, катион щелочного металла, катион щелочноземельного металла, Х – другой катион, например, переходный элемент, внутренний переходный элемент либо катион редкоземельного элемента, а содержащийся в соединении водород Н<sub>n</sub> включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

15 u)  $(MH_m MCO_3)_n$ , где М представляет собой катион щелочного металла либо иной катион с зарядом +1, m и n, соответственно, представляют собой целые числа, а содержащийся в соединении водород Н<sub>m</sub> включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

20 v)  $(MH_m MNO_3)_n^+ nX^-$ , где М представляет собой катион щелочного металла либо иной катион с зарядом +1, m и n, соответственно, представляют собой целые числа, Х – однократно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород Н<sub>m</sub> включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

25 w)  $(MHMNO_3)_n$ , где М представляет собой катион щелочного металла либо иной катион с зарядом +1, n – целое число, а содержащийся в соединении водород Н включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

x)  $(MHMOH)_n$ , где М представляет собой катион щелочного металла либо иной катион с зарядом +1, n – целое число, а содержащийся в соединении водород Н включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

30 y)  $(MH_m M' X)_n$ , где m и n, соответственно, представляют собой целые числа, М и М' – оба катионы щелочного либо щелочноземельного металла, Х – однократно либо двукратно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород Н<sub>m</sub> включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода; а также

z)  $(MH_m M' X')_n^+ nX^-$ , где m и n, соответственно, представляют собой  
целые числа, M и M' – катионы щелочного либо щелочноземельного  
металла, X и X' – однократно либо двукратно отрицательно заряженные  
анионы, а содержащийся в соединении водород H<sub>m</sub> включает в себя по  
5 меньшей мере один из указанных продуктов водорода.

Анионами продукта водорода, образующегося в результате прохождения реакции,  
могут быть один или более однократно отрицательно заряженных анионов, включая  
галогенид-ион, гидроксид-ион, гидрокарбонат-ион, нитрат-ион, двукратно  
отрицательно заряженные анионы, карбонат-ион, оксид и сульфат-ион. В некоторых  
10 вариантах осуществления указанный продукт водорода будет заключен в  
кристаллическую решетку (*например*, с использованием геттера, в частности K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,  
расположенного, например, в емкости либо в линии отвода). Например, такой продукт  
водорода может быть заключен в решетку соли. В различных вариантах  
осуществления указанная решетка соли может содержать соль щелочного металла,  
15 галогенид щелочного металла, гидроксид щелочного металла, соль щелочноземельного  
металла, галогенид щелочноземельного металла, гидроксид щелочноземельного  
металла либо их сочетания.

### **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Прилагаемые чертежи, которые включены в состав и являются неотъемлемой  
20 частью настоящего описания, иллюстрируют более вариантов осуществления  
изобретения и вместе с описанием служат для объяснения принципов изобретения. На  
чертежах:

Фигура 1 представляет собой схематические чертежи, на которых отображены  
детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного единым ЭМ-насосом-  
25 форсункой, расположенным в резервуаре с функцией впрыска, а также перевернутым  
пьедесталом, которые служат в качестве жидких электродов, в соответствии с одним из  
вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигуры 2-4 представляют собой схематические чертежи, на которых  
отображены детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного единым  
30 ЭМ-насосом-форсункой, расположенным в резервуаре с функцией впрыска, и частично  
перевернутым пьедесталом, которые служат в качестве жидких электродов, а также  
конической камерой реакционной ячейки, предназначенной для предотвращения  
металлизации PV-окна, в соответствии с одним из вариантов осуществления  
настоящего изобретения.

35 Фигура 5 представляет собой схематический чертеж, на котором отображены  
детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного единым ЭМ-насосом-

форсункой, расположенным в резервуаре с функцией впрыска, а также частично перевернутым пьедесталом, которые служат в качестве жидких электродов, индукционной системой воспламенения и PV-окном в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

5           Фигура 6 представляет собой схематический чертеж, на котором отображены детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного камерой реакционной ячейки кубической формы с футеровкой и единым ЭМ-насосом-форсункой, расположенным в резервуаре с функцией впрыска, и перевернутым пьедесталом, которые служат в качестве жидких электродов, в соответствии с одним из вариантов  
10 осуществления настоящего изобретения.

          Фигура 7А представляет собой схематический чертеж, на котором отображены детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного камерой реакционной ячейки в формы песочных часов с футеровкой и единым ЭМ-насосом-форсункой, расположенным в резервуаре с функцией впрыска, и перевернутым пьедесталом, которые служат в качестве жидких электродов, в соответствии с одним из вариантов  
15 осуществления настоящего изобретения.

          Фигура 7В представляет собой схематические чертеж, на котором отображены детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного единым ЭМ-насосом-форсункой, расположенным в резервуаре с функцией впрыска, а также перевернутым пьедесталом, которые служат в качестве электродов, в соответствии с одним из  
20 вариантов осуществления настоящего изобретения.

          Фигура 7С представляет собой схематические чертеж, на котором отображены детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного единым ЭМ-насосом-форсункой, расположенным в резервуаре с функцией впрыска, а также перевернутым пьедесталом, которые служат в качестве электродов, причем патрубков ЭМ-насоса представляет собой совокупность множества деталей, обладающих устойчивостью по  
25 меньшей мере к одному из таких процессов, как образование сплава с галлием либо оловом и окисление, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

30           Фигуры 7D-H представляют собой схематические чертежи, на которых отображены детали теплообменника марки SunCell® с теплопередачей от перекачиваемого расплавленного металла к воздуху в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

          Фигуры 8А-В представляют собой схематические чертежи керамического генератора энергии марки SunCell®, оборудованного сдвоенными резервуарами и ЭМ-насосами-форсунками постоянного тока, выполняющими функции электродов, резервуары которых, соединяясь, образуют камеру реакционной ячейки в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.  
35

Фигуры 8С-D представляют собой схематические чертежи генератора энергии марки SunCell® с перевернутой Y-образной геометрией, оборудованного сдвоенными резервуарами и ЭМ-насосами-форсунками постоянного тока. Они образуют жидкие электроды, заполняющие собой резервуары, причем соответствующие впрыскиваемые потоки расплавленного металла, соединяясь, образуют в камере реакционной ячейки токопроводящую цепь. Камера соединена с PV-окном в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 8Е представляет собой схематический чертеж фотоэлектрического преобразователя и генератора энергии марки SunCell® с перевернутой Y-образной геометрией, оборудованного сдвоенными резервуарами и ЭМ-насосами-форсунками постоянного тока, выполняющими функции электродов, резервуары которых, соединяясь, образуют камеру реакционной ячейки, которая соединена с PV-окном в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. PV-окно окружено сетью фотоэлектрических элементов, предназначенных для сбора и преобразования светового излучения, производимого второй плазмой.

Фигуры 8F-8G представляют собой схематические чертежи термофотоэлектрического генератора энергии марки SunCell®, оборудованного сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функции жидких электродов, на которых отображен наклонный электромагнитный насосный агрегат со впускной вертикальной трубкой, внутренним и внешним PV-окнами и одним или двумя резервуарами, оборудованными электрическим прерывателем и сифоном в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Фигура 8G, на которой представлен вид изнутри в поперечном сечении термофотоэлектрического элемента марки SunCell®.

Фигуры 8H-8L представляют собой схематические чертежи термофотоэлектрического генератора энергии марки SunCell®, оборудованного сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функции жидких электродов, на каждой из которых отображен наклонный электромагнитный насосный агрегат со впускной вертикальной трубкой, внутренним PV-окном и внешним PV-окном, по меньшей мере одним резервуаром, оборудованным электрическим прерывателем, и по меньшей мере одним резервуаром, оборудованным сифоном, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. На фигуре 8L можно увидеть пересекающиеся траектории потоков расплавленного металла, которые, пересекаясь, образуют замкнутую цепь.

Фигуры 9A-C представляют собой схематические изображения генератора энергии марки SunCell® с использованием реакции с образованием гидрино, оборудованного по меньшей мере одним электромагнитным насосом-форсункой, форсуночный резервуар которого выполняет функцию электрода, по меньшей мере

одним вертикально выровненным противоэлектродом и ячейкой с тлеющим разрядом, которая, будучи соединенной с верхним фланцем, образует катализатор на основе НОН и атомарный Н. А. Внешний вид варианта осуществления с одноэлектродной парой. В. Вид в поперечном разрезе варианта осуществления с одноэлектродной парой. С. Вид в поперечном разрезе варианта осуществления с двухэлектродной парой.

Фигуры 9D-E представляют собой схематические изображения генератора энергии марки SunCell® с использованием реакции с образованием гидрино и котла в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фигура 9F представляет собой схематическое изображение генератора энергии марки SunCell® с использованием реакции с образованием гидрино и котла, предназначенного для теплообменника типа «пар и горячая вода – воздух», в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фигуры 9G-H представляют собой схематические изображения генератора энергии марки SunCell® с использованием реакции с образованием гидрино и теплообменника с прямой тепловой трубкой в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фигура 9I представляет собой схематическое изображение генератора энергии марки SunCell® с использованием реакции с образованием гидрино с по меньшей мере одним окном, служащим источником теплового излучения по меньшей мере для одного поглотителя, и воздушным теплообменником в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фигура 9J представляет собой схематическое изображение генератора энергии марки SunCell® с использованием реакции с образованием гидрино с окном, служащим источником теплового излучения для печи, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фигура 9K представляет собой схематическое изображение генератора энергии марки SunCell® с использованием реакции с образованием гидрино с окном, служащим источником теплового излучения для котла, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фигура 10 представляет собой схематический чертеж генератора энергии марки SunCell®, на котором отображены детали системы оптического распределения и системы фотоэлектрического преобразователя в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия.

Фигура 11 представляет собой схематический чертеж треугольного элемента массива геодезического плотного массива приемников фотоэлектрического преобразователя или теплообменника в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

5 Фигуры 12-13 представляют собой схематические чертежи термофотоэлектрического генератора энергии марки SunCell®, оборудованного сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функции жидких электродов, на которых отображен наклонный электромагнитный насосный агрегат со впускной вертикальной трубкой и PV-преобразователем увеличенного радиуса, предназначенного для снижения интенсивности светового излучения абсолютно черного тела, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

10 На фигуре 14 показан спектр излучения, измеренный в условиях плазмы, образующейся при взаимодействии истечения тлеющего разряда, получаемого из смеси газообразного водорода с газообразным кислородом, с электрически смещенными сдвоенными потоками расплавленного олова.

15 На фигуре 15 показан спектр испускаемого плазмой излучения, образующейся при снижении в реакционной ячейке концентрации образующейся воды и атомарного водорода.

## **ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ**

20 Предметом настоящего изобретения являются энергогенерирующие системы, а также способы генерирования энергии, предусматривающие преобразование энергии, выделяемой в результате прохождения реакций с участием атомарного водорода, в электрическую и/или тепловую энергию. Для обеспечения таких реакций могут быть задействованы каталитические системы, предназначенные для высвобождения энергии из атомарного водорода с образованием более низких энергетических состояний, в которых электронная оболочка находится в более близком положении относительно ядра. Высвобождаемая энергия используется для производства электроэнергии, при этом желаемыми продуктами являются новые виды и соединения водорода. Такие энергетические состояния предсказываются классическими физическими законами и требуют, чтобы катализатор принимал энергию от водорода, дабы претерпеть соответствующий экзоэнергетический переход.

30 Теория, с помощью которой можно объяснить экзотермические реакции, производимые описываемыми в настоящем изобретении энергогенерирующими системами, предусматривает наличие безызлучательной передачи энергии от атомарного водорода к определенным катализаторам (например, к образующейся воде). Классическая физика предлагает лаконичные решения в отношении атома водорода, гидридного иона, молекулярного иона водорода и молекулы водорода, предсказывая соответствующие виды, имеющие дробные главные квантовые числа. Атомарный водород может претерпевать каталитическую реакцию с некоторыми видами, включая самого себя, которые способны принимать энергию в количествах,

целочисленно кратных потенциальной энергии атомарного водорода,  $m \cdot 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число. Предсказываемая реакция предусматривает резонансный, безызлучательный перенос энергии от стабильного в остальном атомарного водорода к способному принять такую энергию катализатору.

- 5 Получаемый продукт представляет собой  $H(1/p)$ , дробные ридберговские состояния атомарного водорода, именуемые «атомами гидрино», где  $n = 1/2, 1/3, 1/4, \dots, 1/p$  ( $p \leq 137$  представляет собой целое число) заменяет известный параметр  $n =$  целому числу в уравнении Ридберга для определения возбужденных состояний водорода. В каждом гидринном состоянии также присутствует электрон, протон и фотон, но
- 10 влияние на поле возбуждения со стороны фотона увеличивает энергию связи, а не уменьшает ее, что соответствует выделению энергии, а не ее поглощению. Так как потенциальная энергия атомарного водорода составляет  $27,2$  эВ, число  $m$  атомов  $H$  служит катализатором с энергией  $m \cdot 27,2$  эВ для еще одного  $(m+1)$ -го атома  $H$  [R. Mills, *The Grand Unified Theory of Classical Physics*; September 2016 Edition,
- 15 опубликовано по адресу: <https://brilliantlightpower.com/book-download-and-streaming/> (в дальнейшем – «Mills GUTCP»)]. Например, атом  $H$  может выступить в качестве катализатора для другого атома  $H$ , приняв от него  $27,2$  эВ путем передачи энергии через пространство, например, посредством магнитного или индуцированного электрического диполь-дипольного взаимодействия, с образованием промежуточного
- 20 соединения, которое распадается с испусканием непрерывных полос с

коротковолновыми отсечками и энергиями  $m^2 \cdot 13,6 \text{ eV} \left( \frac{91,2}{m^2} \text{ nm} \right)$ . Помимо атомарного

$H$ , молекула, принимающая  $m \cdot 27,2 \text{ eV}$  от атомарного  $H$  с уменьшением величины потенциальной энергии самой молекулы на то же количество энергии, может также служить в качестве катализатора. Потенциальная энергия  $H_2O$  составляет  $81,6$  эВ.

- 25 Затем, исходя из того же механизма, делается предположение о том, что зарождающаяся молекула  $H_2O$  (не связанная водородом в твердом, жидком или газообразном состоянии), образуемая в результате термодинамически благоприятного восстановления оксида металла, будет служить катализатором для образования  $H(1/4)$  с высвобождением энергии в  $204$  эВ, включающим в себя
- 30 передачу  $81,6$  эВ к НОН и высвобождение непрерывного излучения с отсечкой при  $10,1$  нм ( $122,4$  эВ).

В реакции катализатора на основе атомов  $H$ , предусматривающей переход в

состояние  $H \left[ \frac{a_H}{p=m+1} \right]$ , число  $m$   $H$  атомов служит в качестве катализатора с энергией  $m \cdot 27,2$  эВ для еще одного  $(m+1)$ -го  $H$ -атома. Тогда реакцию, проходящую между

35  $m+1$  атомами водорода, при которой  $m$  атомов резонансно и безызлучательно

принимают  $m \cdot 27,2$  эВ от  $(m+1)$ -го атома водорода, в силу чего  $mH$  служит катализатором, можно отобразить следующим образом:

$$m \cdot 27,2 \text{ eV} + mH + H \rightarrow mH_{fast}^+ + me^- + H * \left[ \frac{a_H}{m+1} \right] + m \cdot 27,2 \text{ eV} \quad (1)$$

$$H * \left[ \frac{a_H}{m+1} \right] \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{m+1} \right] + [(m+1)^2 - 1^2] \cdot 13,6 \text{ eV} - m \cdot 27,2 \text{ eV} \quad (2)$$

$$5 \quad mH_{fast}^+ + me^- \rightarrow mH + m \cdot 27,2 \text{ eV} \quad (3)$$

При этом суммарная реакция имеет такой вид:

$$H \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{p=m+1} \right] + [(m+1)^2 - 1^2] \cdot 13,6 \text{ eV} \quad (4)$$

10 Реакция катализа ( $m=3$ ) в части потенциальной энергии образующейся  $H_2O$  [R. Mills, *The Grand Unified Theory of Classical Physics*; September 2016 Edition, опубликовано по адресу: <https://brilliantlightpower.com/book-download-and-streaming/>] имеет такой вид:

$$81,6 \text{ eV} + H_2O + H [a_H] \rightarrow 2H_{fast}^+ + O^- + e^- + H * \left[ \frac{a_H}{4} \right] + 81,6 \text{ eV} \quad (5)$$

$$H * \left[ \frac{a_H}{4} \right] \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{4} \right] + 122,4 \text{ eV} \quad (6)$$

$$2H_{fast}^+ + O^- + e^- \rightarrow H_2O + 81,6 \text{ eV} \quad (7)$$

15 При этом суммарная реакция имеет такой вид:

$$H [a_H] \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{4} \right] + 81,6 \text{ eV} + 122,4 \text{ eV} \quad (8)$$

После переноса энергии к катализатору (см. уравнения (1) и (5)) образуется

промежуточное соединение  $H * \left[ \frac{a_H}{m+1} \right]$  с радиусом атома H и центральным полем, в  $m + 1$  раз(а) большим, чем центральное поле протона. Предполагается, что радиус уменьшается по мере того, как электрон подвергается радиальному ускорению до стабильного состояния, имеющего радиус  $1/(m+1)$ , радиус некатализируемого атома водорода, с высвобождением энергии в количестве  $m^2 \square 13,6$  эВ. Предполагается, что полоса непрерывного крайнего ультрафиолетового излучения, обусловленная

промежуточным соединением  $H * \left[ \frac{a_H}{m+1} \right]$  (см., например, уравнение (2) и уравнение

25 (6)) имеет малую длину волны отсечки, а также энергию  $E_{\left( H \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{p=m+1} \right] \right)}$ , которую можно отобразить следующим образом:

$$E\left(H \rightarrow H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right]\right) = m^2 \cdot 13.6 \text{ eV}; \lambda\left(H \rightarrow H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right]\right) = \frac{91.2}{m^2} \text{ nm} \quad (9)$$

с вытягиванием до значений, превышающих значение длины волны соответствующей отсечки. Здесь делается предположение о том, что вследствие распада промежуточного соединения  $H^*[a_H/4]$  полоса непрерывного экстремального ультрафиолетового излучения будет иметь малую длину волны отсечки при  $E = m^2 \cdot 13,6 = 9 \cdot 13,6 = 122,4 \text{ эВ}$  (10,1 нм) [где согласно уравнению (9)  $p = m + 1 = 4$ , а  $m = 3$ ] с вытягиванием до более длинных волн. Полоса непрерывного излучения на длине волны 10,1 нм с переходом к более длинным волнам для теоретически предсказуемого перехода H к более низкой энергии, к так называемому состоянию «гидрино» H(1/4), наблюдалась только под воздействием импульсных пинч-разрядов в газе с содержанием некоторого количества водорода. Другим наблюдаемым явлением, предположенным уравнениями (1) и (5), является образование быстрых возбужденных атомов H в результате воссоединения быстрого  $H^+$ . Такие быстрые атомы вызывают уширение бальмеровской  $\alpha$ -эмиссии. Уширение бальмеровской  $\alpha$ -линии более чем на 50 эВ, выявляющее популяцию атомов водорода с чрезвычайно высокой кинетической энергией в некоторых смешанных водородных плазмах, является признанным явлением, причиной которого является энергия, высвобождаемая при образовании гидрино. Быстрый H ранее наблюдался в плазмах самостягивающегося разряда непрерывно-излучающего водорода.

Возможно присутствие дополнительного катализатора и реакций с образованием гидрино. Для катализации атомарным водородом такого процесса необходимо присутствие определенных видов (например,  $He^+$ ,  $Ar^+$ ,  $Sr^+$ , K, Li, HCl и NaH, OH, SH, SeH, образующейся  $H_2O$ , nH (n=целое число)), которые можно идентифицировать, исходя из известных уровней энергии их электронов. Упомянутая реакция предусматривает безызлучательный перенос энергии с последующим непрерывным испусканием  $q \cdot 13.6 \text{ eV}$  либо с последующим переносом  $q \cdot 13.6 \text{ eV}$  к H с образованием чрезвычайно «горячего», находящего в возбужденном состоянии, H, а также атома водорода с более низкой, чем у не участвовавшего в реакции атомарного водорода, энергией, что соответствует дробному главному квантовому числу. То есть в формуле для определения основных уровней энергии атома водорода:

$$E_n = -\frac{e^2}{n^2 8\pi\epsilon_0 a_H} = -\frac{13.598 \text{ eV}}{n^2} \quad (10)$$

$$n = 1, 2, 3, \dots \quad (11)$$

где  $a_H$  – борковский радиус атома водорода (52,947 пм),  $e$  величина заряда электрона, а  $\epsilon_0$  – магнитная проницаемость вакуума, дробные квантовые числа:

$$n = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots, \frac{1}{p}; \text{ где } p \leq 137 \text{ представляет собой целое число} \quad (12)$$

заменяют собой известный параметр  $n = \text{integer}$  (т.е. целое число) в уравнении Ридберга для определения возбужденных состояний водорода и представляют атомы водорода с более низкой энергией, именуемые «гидрино». Состояние  $n = 1$  водорода и

5 состояния  $n = \frac{1}{\text{integer}}$  водорода являются безызлучательными, но переход между двумя безызлучательными состояниями, скажем, от  $n = 1$  к  $n = 1/2$ , возможен посредством безызлучательного переноса энергии. Водород представляет собой особый случай в части стабильных состояний, определяемых уравнениями (10) и (12), где  
10 соответствующий радиус атома водорода или гидрино определяется следующим образом:

$$r = \frac{a_H}{p} \quad (13)$$

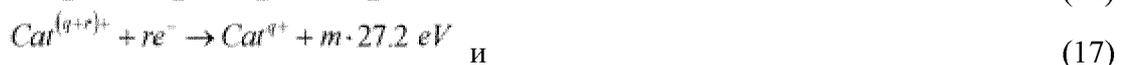
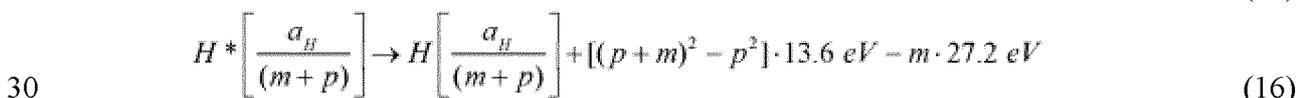
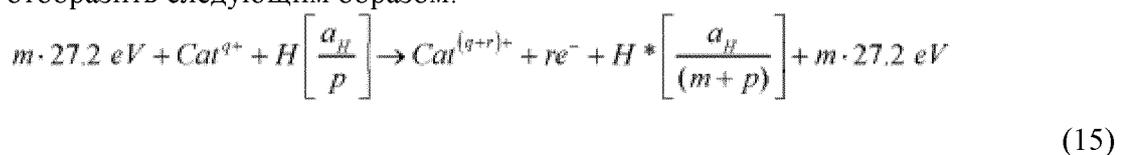
где  $p = 1, 2, 3, \dots$ . Для сохранения энергии перенос ее от атома водорода к катализатору должен осуществляться в целочисленных единицах потенциальной энергии атома

15 водорода в нормальном состоянии  $n = 1$  и с переходами радиуса к  $\frac{a_H}{m+p}$ . Гидрино образуются в результате взаимодействия обычного атома водорода с подходящим катализатором, обладающим чистой энтальпией реакции

$$m \cdot 27.2 \text{ eV} \quad (14)$$

где  $m$  представляет собой целое число. Считается, что скорость катализа тем выше, чем теснее чистая энтальпия реакции сопоставима с  $m \cdot 27.2 \text{ eV}$ . Было установлено, что  
20 катализаторы, обладающие чистой энтальпией реакции в пределах  $\pm 10\%$ , предпочтительно  $\pm 5\%$ ,  $m \cdot 27.2 \text{ eV}$  подходят для большинства вариантов практического применения.

Реакции с участием катализаторов предусматривают два этапа высвобождения энергии: безызлучательный перенос энергии к катализатору с последующим  
25 дополнительным высвобождением энергии по мере уменьшения радиуса до соответствующего стабильного конечного состояния. Таким образом, общую реакцию можно отобразить следующим образом:



суммарная реакция имеет такой вид:

$$H \left[ \frac{a_H}{p} \right] \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{(m+p)} \right] + [(p+m)^2 - p^2] \cdot 13.6 \text{ eV} \quad (18)$$

$q$ ,  $r$ ,  $m$  и  $p$  представляют собой целые числа.  $H^* \left[ \frac{a_H}{(m+p)} \right]$  имеет радиус атома

водорода (соответствующий 1 в знаменателе) и центральное поле, эквивалентное значению, в  $(m+p)$  раз(а) превышающему аналогичное значение для протона, а  $H \left[ \frac{a_H}{(m+p)} \right]$  представляет собой соответствующее стабильное состояние с радиусом  $\frac{1}{(m+p)}$  от радиуса  $H$ .

Продукт катализа,  $H(1/p)$ , может также вступать в реакцию с электроном с образованием гидрино-гидридного иона  $H^-(1/p)$ , или же два  $H(1/p)$  могут вступать в реакцию с образованием соответствующего молекулярного гидрино  $H_2(1/p)$ . В частности, продукт катализа,  $H(1/p)$ , может также вступать в реакцию с электроном с образованием нового гидридного иона  $H^-(1/p)$  с энергией связи  $E_B$ :

$$E_B = \frac{\hbar^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^2} - \frac{\pi\mu_0 e^2 \hbar^2}{m_e^2} \left( \frac{1}{a_H^3} + \frac{2^2}{a_0^3 \left[ \frac{1 + \sqrt{s(s+1)}}{p} \right]^3} \right) \quad (19)$$

где  $p = \text{integer} > 1$ ,  $s = 1/2$ ,  $\hbar$  – постоянная Планка,  $\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума,  $m_e$  – масса электрона,  $\mu_e$  – приведенная масса электрона, определяемая по

$$\mu_e = \frac{m_e m_p}{\frac{m_e}{\sqrt{3}} + m_p}$$

формуле,  $\sqrt{\frac{3}{4}}$ , где  $m_p$  – масса протона,  $a_0$  – радиус Бора, а ионный радиус

равен  $r_1 = \frac{a_0}{p} (1 + \sqrt{s(s+1)})$ . В соответствии с уравнением (19) рассчитанная энергия ионизации гидридного иона составляет  $0.75418 \text{ eV}$ , а экспериментальное значение –  $6082.99 \pm 0.15 \text{ cm}^{-1}$  ( $0,75418 \text{ эВ}$ ). Энергии связи гидрино-гидридных ионов могут быть измерены с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС).

Пики ЯМР со сдвигом в сторону сильного поля являются прямым доказательством существования водорода с более низкой энергией, имеющего уменьшенный радиус по сравнению с обычным гидридным ионом, а также

демонстрирующего увеличение диамагнитного экранирования протона. Указанный сдвиг определяется по сумме диамагнитных влияний двух электронов и фотонного поля магнитудой  $p$  (см. уравнение (7,87) в Mills GUTCP):

$$\frac{\Delta B_T}{B} = -\mu_0 \frac{pe^2}{12m_e a_0 \left(1 + \sqrt{s(s+1)}\right)} (1 + p\alpha^2) = -(p29.9 + p^2 1.59 \times 10^{-3}) \text{ ppm} \quad (20)$$

5 где первый член относится к  $H^-$  с  $p = 1$  и  $p = \text{integer} > 1$  для  $H^-(1/p)$ , а  $\alpha$  представляет собой постоянную тонкой структуры. Предполагаемые пики гидрино-гидрида чрезвычайно сильно сдвинуты относительно обычного гидридного иона в сторону сильного поля. В одном из вариантов осуществления такие пики смещены относительно TMS в сторону сильного поля. Сдвиг ЯМР относительно TMS может  
10 быть больше, чем сдвиг, известный по меньшей мере для одного из таких элементов, как обычные H, H, H<sub>2</sub> либо H<sup>+</sup> отдельно или в составе соединения. Такой сдвиг может быть больше, чем по меньшей мере один из таких показателей, как 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, -11, -12, -13 -14, -15, -16, -17, -18, -19, -20, -21, -22, -23, -24, -25, -26, -27, -28, -29, -30, -31, -32, -33, -34, -35, -36, -37, -38, -39 и -40 ч/млн. Диапазон абсолютного  
15 сдвига относительно голого протона, где сдвиг по TMS составляет примерно -31,5 относительно голого протона, может составлять  $-(p29,9 + p^2 2,74)$  ч/млн (см. уравнение (20)) в пределах диапазона примерно по меньшей мере одного из таких показателей, как  $\pm 5$  ч/млн,  $\pm 10$  ч/млн,  $\pm 20$  ч/млн,  $\pm 30$  ч/млн,  $\pm 40$  ч/млн,  $\pm 50$  ч/млн,  $\pm 60$  ч/млн,  $\pm 70$  ч/млн,  $\pm 80$  ч/млн,  $\pm 90$  ч/млн и  $\pm 100$  ч/млн. Диапазон абсолютного сдвига  
20 относительно голого протона может составлять  $-(p29,9 + p^2 1,59 \times 10^{-3})$  ч/млн (см. уравнение (20)) в рамках по меньшей мере одного из таких диапазонов, как примерно 0.1%-99%, 1%-50% и 1%-10%. В еще одном из вариантов осуществления присутствие таких видов гидрино, как атомы, гидридные ионы или молекулы гидрино, в такой твердой матрице, как матрица гидроксида, например, NaOH либо KOH, вызывает сдвиг  
25 протонов матрицы в сторону сильного поля. Протоны матрицы, например, протоны NaOH либо KOH, могут меняться местами. В одном из вариантов осуществления указанный сдвиг может привести к тому, что пик матрицы будет находиться относительно TMS в диапазоне примерно от -0,1 до -5 ч/млн. Методика ЯМР может включать в себя спектроскопию ядерного магнитного резонанса  $^1H$  с вращением  
30 образца под магическим углом ( $^1H$  MAS ЯМР).

$H(1/p)$  может вступать в реакцию с протоном, а два  $H(1/p)$  могут вступать в реакцию с образованием, соответственно,  $H_2(1/p)^+$  и  $H_2(1/p)$ . Функции заряда и плотности тока молекулярного иона и молекулы водорода, значения длины их химической связи и их энергии были получены по результатам вычислений лапласиана  
35 в эллипсоидальных координатах с ограничением неизлучения.

$$(\eta - \zeta)R_\zeta \frac{f}{f_\zeta} (R_\zeta \frac{f\phi}{f_\zeta}) + (\zeta - \xi)R_\eta \frac{f}{f_\eta} (R_\eta \frac{f\phi}{f_\eta}) + (\xi - \eta)R_\zeta \frac{f}{f_\zeta} (R_\zeta \frac{f\phi}{f_\zeta}) = 0 \quad (21)$$

Полная энергия  $E_T$  молекулярного иона водорода, обладающего центральным полем  $+pe$  в каждом фокусе вытянутой сфероидальной молекулярной орбитали, составляет

$$E_T = -p^2 \left\{ \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_H} (4 \ln 3 - 1 - 2 \ln 3) \left[ 1 + p \sqrt{\frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0 (2a_H)^3} \frac{2\hbar}{m_e}} \right] \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{pe^2}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{2a_H}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{3a_H}{p}\right)^3}} \mu \right\} \\ = -p^2 16.13392 \text{ eV} - p^3 0.118755 \text{ eV} \quad (22)$$

где  $p$  представляет собой целое число,  $c$  – скорость света в вакууме, а  $\mu$  – приведенную массу атомного ядра. Полная энергия молекулы водорода, обладающей центральным полем  $+pe$  в каждом фокусе вытянутой сфероидальной молекулярной орбитали, составляет

$$E_T = -p^2 \left\{ \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_0} \left[ \left( 2\sqrt{2} - \sqrt{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \ln \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1} - \sqrt{2} \right] \left[ 1 + p \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0^3} \frac{2\hbar}{m_e}} \right] \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{a_0}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{\left(1+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)a_0}{p}\right)^3}} \mu \right\} \\ = -p^2 31.351 \text{ eV} - p^3 0.326469 \text{ eV} \quad (23)$$

Энергия диссоциации связи,  $E_D$ , молекулы водорода  $H_2(1/p)$  представляет собой разницу между полной энергией соответствующих атомов водорода и  $E_T$

$$E_D = E(2H(1/p)) - E_T \quad (24)$$

где

$$E(2H(1/p)) = -p^2 27.20 \text{ eV} \quad (25)$$

$E_D$  определяется в соответствии с уравнениями (23-25):

$$\begin{aligned} E_D &= -p^2 27.20 \text{ eV} - E_T \\ &= -p^2 27.20 \text{ eV} - (-p^2 31.351 \text{ eV} - p^3 0.326469 \text{ eV}) \\ &= p^2 4.151 \text{ eV} + p^3 0.326469 \text{ eV} \end{aligned} \quad (26)$$

$H_2(1/p)$  можно идентифицировать с помощью рентгеновской

5 фотоэлектронной спектроскопии (РФС), причем продуктом ионизации в дополнение к ионизированному электрону может быть по меньшей мере один из таких возможных вариантов, как варианты, содержащие два протона и электрон, атом водорода (H), атом гидрино, молекулярный ион, молекулярный ион водорода, а также  $H_2(1/p)^+$ , причем показатели энергии могут сдвигаться матрицей.

10 ЯМР газообразного продукта катализа служит доказательным исследованием теоретически предполагаемого химического сдвига  $H_2(1/p)$ . В общем и целом  $^1H$ -ЯМР-резонанс  $H_2(1/p)$  предположительно имеет сдвиг от резонанса  $H_2$  в сторону сильного поля в связи с дробным радиусом в эллиптических координатах, причем

электронны будут находиться значительно ближе к ядрам. Предполагаемый сдвиг  $\frac{\Delta B_T}{B}$ , для  $H_2(1/p)$  определяется по сумме диамагнитных влияний двух электронов и

15 фотонного поля магнитудой  $p$  (см. уравнения (11.415-11.416) в Mills GUTCP):

$$\frac{\Delta B_T}{B} = -\mu_B \left( 4 - \sqrt{2} \ln \frac{\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2} - 1} \right) \frac{pe^2}{36\alpha_0 m_e} (1 + p\alpha^2) \quad (27)$$

$$\frac{\Delta B_T}{B} = -(p28.01 + p^3 1.49 \times 10^{-3}) \text{ ppm} \quad (28)$$

где первый член относится к  $H_2$  с  $p = 1$  и  $p =$  целому числу  $>1$  для  $H_2(1/p)$ .

20 Экспериментальный абсолютный сдвиг от резонанса  $H_2$  в газовой фазе на уровне -28,0 ч/млн находится в исключительном соответствии с предполагаемым абсолютным сдвигом в газовой фазе на уровне -28,01 ч/млн (см. уравнение (28)). Предполагаемые пики молекулярного гидрино чрезвычайно сильно сдвинуты по сравнению с обычным  $H_2$  в сторону сильного поля. В одном из вариантов осуществления такие пики смещены относительно TMS в сторону сильного поля. Сдвиг ЯМР относительно TMS

25 может быть больше, чем сдвиг, известный по меньшей мере для одного из таких элементов, как обычные H, H,  $H_2$  либо  $H^+$  отдельно или в составе соединения. Такой сдвиг может быть больше, чем по меньшей мере один из таких показателей, как 0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, -11, -12, -13 -14, -15, -16, -17, -18, -19, -20, -21, -22, -23, -24, -25, -26, -27, -28, -29, -30, -31, -32, -33, -34, -35, -36, -37, -38, -39 и -40 ч/млн. Диапазон

абсолютного сдвига относительно голого протона, где сдвиг относительно TMS составляет примерно  $-31,5$  ч/млн по сравнению с голым протоном, может составлять  $-(p28,01 + p^2 2,56)$  ч/млн (см. уравнение (28)) в пределах диапазона примерно по меньшей мере одного из таких показателей, как  $\pm 5$  ч/млн,  $\pm 10$  ч/млн,  $\pm 20$  ч/млн,  $\pm 30$  ч/млн,  $\pm 40$  ч/млн,  $\pm 50$  ч/млн,  $\pm 60$  ч/млн,  $\pm 70$  ч/млн,  $\pm 80$  ч/млн,  $\pm 90$  ч/млн и  $\pm 100$  ч/млн. Диапазон абсолютного сдвига относительно голого протона может составлять  $-(p28,01 + p^2 1,49 \times 10^{-3})$  ч/млн (см. уравнение (28)) в рамках по меньшей мере одного из таких диапазонов, как примерно 0,1%-99%, 1%-50% и 1%-10%.

Значения энергии колебания,  $E_{vib}$ , для перехода  $\nu = 0$  к  $\nu = 1$  молекул водородного типа  $H_2(1/p)$  составляют

$$E_{vib} = p^2 0.515902 \text{ eV} \quad (29)$$

где  $p$  представляет собой целое число.

Значения энергии вращения,  $E_{rot}$ , для перехода  $J$  к  $J + 1$  молекул водородного типа  $H_2(1/p)$  составляют

$$E_{rot} = E_{J+1} - E_J = \frac{\hbar^2}{I} [J+1] = p^2 (J+1) 0.01509 \text{ eV} \quad (30)$$

где  $p$  представляет собой целое число, а  $I$  – момент инерции. Колебательно-

вращательное испускание  $H_2(1/4)$  наблюдалось на возбужденных электронным пучком молекулах, которые находились в газовых атмосферах и были захвачены в твердой матрице.

Зависимость  $p^2$  энергий вращения является следствием обратной зависимости  $p$  межъядерного расстояния и соответствующего воздействия на момент инерции  $I$ .

Предполагаемое межъядерное расстояние  $2c'$  для  $H_2(1/p)$  составляет

$$2c' = \frac{a_o \sqrt{2}}{p} \quad (31)$$

По меньшей мере одну из энергий вращения и колебаний  $H_2(1/p)$  можно измерить с помощью по меньшей мере одного из таких методов, как спектроскопия возбужденного электронным пучком излучения, спектроскопия комбинационного рассеяния, а также инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR).  $H_2(1/p)$  может захватываться в матрице для выполнения таких измерений, какие выполняются в матрице по меньшей мере одного из таких соединений, как MOH, MX и  $M_2CO_3$  ( $M$  = щелочной металл;  $X$  = галогенид).

В одном из вариантов осуществления продукт в виде молекулярного гидрино наблюдается в виде пика обращенного эффекта Рамана (ОЭР) примерно на уровне  $1950 \text{ см}^{-1}$ . Пик усиливается при использовании проводящего материала, имеющего

свойства шероховатости либо размер частиц, сопоставимый с размером частиц, наблюдаемым на длине волны ВКР-лазера, применяемого для подтверждения результатов Усиленного поверхностного комбинационного рассеяния (УПКР), демонстрирующего пик ОЭР.

## 5 I. Катализаторы

Такие используемые в настоящем описании изобретения термины, как реакция гидрино, катализ Н, реакция катализа Н и катализ, которые упоминаются со ссылкой на водород, реакцию водорода с образованием гидрино и реакцию с образованием гидрино, неизменно относятся к такой реакции, как отображенная в уравнениях (15-18) реакция с участием катализатора, определенного уравнением (14), с атомарным Н с образованием состояний водорода, обладающих уровнями энергии, задаваемыми уравнениями (10) и (12). Соответствующие термины, в числе которых реагенты гидрино, смесь для реакции с образованием гидрино, каталитическая смесь, реагенты для образования гидрино, реагенты, производящие или образующие водород с более низкой энергией или гидрино, также взаимозаменяемо используются при упоминании реакционной смеси, выполняющей катализ Н для перехода в состояния Н или состояния гидрино, обладающие уровнями энергии, задаваемыми уравнениями (10) и (12).

Предусмотренные настоящим изобретением каталитические переходы водорода в состояние с более низкой энергией требуют наличия катализатора, который может быть в форме эндотермической химической реакции с целочисленной величиной  $m$  потенциальной энергии некатализированного атомарного водорода,  $27.2 \text{ eV}$ , который принимает энергию от атома Н, инициируя процесс перехода. Эндотермическая каталитическая реакция может представлять собой процесс ионизации одного или более электронов такого вида, как атом или ион (например,  $m = 3$  для  $Li \rightarrow Li^{2+}$ ) и может дополнительно включать в себя совмещенную реакцию разрыва химической связи с ионизацией одного или более электронов одного или более партнеров по исходной химической связи (например,  $m = 2$  для  $NaH \rightarrow Na^{2+} + H$ ).  $He^+$  отвечает установленному для катализатора критерию: представлять собой химический или физический процесс с изменением энтальпии в объеме, целочисленное количество раз кратном  $27.2 \text{ eV}$ , поскольку он ионизируется при  $54.417 \text{ eV}$ , что составляет  $2 \cdot 27.2 \text{ eV}$ . Целочисленное количество атомов водорода может также служить катализатором объема энтальпии, целочисленное количество раз кратного  $27.2 \text{ eV}$ , при этом катализатор способен принимать от атомарного водорода энергию в целочисленных единицах, равных примерно  $27,2 \text{ эВ} \pm 0,5 \text{ эВ}$  либо  $\frac{27.2}{2} \text{ eV} \pm 0,5 \text{ эВ}$ .

В одном из вариантов осуществления катализатор содержит атом или ион М, причем ионизация  $t$  электронов атома либо иона М в каждом случае до уровня

непрерывной энергии происходит таким образом, что сумма энергий ионизации  $t$  электронов составляет примерно  $m \cdot 27,2$  эВ либо  $m \cdot \frac{27,2}{2}$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число.

5 В одном из вариантов осуществления катализатор содержит двухатомную молекулу МН, причем разрыв связи МН вместе с ионизацией  $t$  электронов атома М в каждом случае до уровня энергии континуума происходит таким образом, что сумма энергии связи и энергий ионизации электронов  $t$  составляет примерно  $m \cdot 27,2$  эВ

либо  $m \cdot \frac{27,2}{2}$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число.

10 В одном из вариантов осуществления катализатор содержит атомы, ионы и/или молекулы, выбранные из молекул AlH, AsH, BaH, BiH, CdH, ClH, CoH, GeH, InH, NaH, NbH, OH, RhH, RuH, SH, SbH, SeH, SiH, SnH, SrH, TlH,  $C_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $NO_2$  и  $NO_3$ , а также атомов или ионов Li, Be, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Kr, Rb, Sr, Nb, Mo, Pd, Sn, Te, Cs, Ce, Pr, Sm, Gd, Dy, Pb, Pt, Kr,  $2K^+$ ,  $He^+$ ,  $Ti^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Sr^+$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mo^{2+}$ ,  $Mo^{4+}$ ,  $In^{3+}$ ,  $He^+$ ,  $Ar^+$ ,  $Xe^+$ ,  $Ar^{2+}$  и  $H^+$ , а также  $Ne^+$  и  $H^+$ .

15 В других вариантах осуществления водородные катализаторы типа МН<sup>-</sup>, производящие гидрино, получают за счет переноса электрона к акцептору А, разрыва связи М-Н вместе с такой ионизацией  $t$  электронов атома М в каждом случае до уровня непрерывной энергии, чтобы сумма энергии переноса электронов, составляющая разность электронного сродства (ЭС) МН и А, энергии связи М-Н и  
20 энергий ионизации  $t$  электронов М составляла примерно  $m \cdot 27,2$  эВ, где  $m$  представляет собой целое число. Водородными катализаторами типа МН<sup>-</sup>, способными обеспечить чистую энтальпию реакции примерно в объеме  $m \cdot 27,2$  эВ, являются ОН<sup>-</sup>, SiH<sup>-</sup>, CoH<sup>-</sup>, NiH<sup>-</sup> и SeH<sup>-</sup>

25 В других вариантах осуществления водородные катализаторы типа МН<sup>+</sup>, производящие гидрино, получают за счет переноса электрона от донора А, который может быть отрицательно заряжен, разрыва связи М-Н, а также такой ионизации  $t$  электронов атома М в каждом случае до уровня непрерывной энергии, чтобы сумма энергии переноса электронов, составляющая разность энергий ионизации МН и А, энергии связи М-Н и энергий ионизации  $t$  электронов М составляла примерно  $m \cdot 27,2$   
30 эВ, где  $m$  представляет собой целое число.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как молекула либо положительно или отрицательно заряженный молекулярный ион, служит в качестве катализатора, который принимает примерно  $m \cdot 27,2$  эВ от атомарного Н с уменьшением величины потенциальной энергии такой  
35 молекулы либо такого положительно или отрицательно заряженного молекулярного

иона примерно на  $m \cdot 27,2$  эВ. Типичными катализаторами являются  $H_2O$ ,  $OH$ , амидная группа  $NH_2$  и  $H_2S$ .

$O_2$  может служить катализатором либо источником катализатора. Энергия связи молекулы кислорода составляет 5,165 эВ, а первая, вторая и третья энергии ионизации атома кислорода – 13.61806 eV, 35.11730 eV и 54.9355 eV, соответственно. Реакции  $O_2 \rightarrow O + O^{2+}$ ,  $O_2 \rightarrow O + O^{3+}$  и  $2O \rightarrow 2O^+$  обеспечивают чистую энтальпию примерно в объеме, 2-, 4- и 1-кратном  $E_h$ , соответственно, и включают в себя каталитические реакции с образованием гидрино за счет принятия таких энергий от H, что и обуславливает образование гидрино.

## 10            II. Гидрино

Атом водорода, имеющий энергию связи, определяемую по формуле

$$E_B = \frac{13.6 \text{ eV}}{(1/\rho)^2}, \text{ где } \rho \text{ представляет собой целое число больше 1, предпочтительно от 2}$$

до 137, является продуктом предусмотренной настоящим изобретением реакции катализа H. Энергия связи атома, иона либо молекулы, также известная как энергия ионизации, представляет собой энергию, необходимую для удаления из такого атома, иона либо такой молекулы одного электрона. Атом водорода, обладающий энергией связи, определенной в уравнениях (10) и (12), в дальнейшем именуется «атомом

гидрино» либо «гидрино». Обозначение гидрино радиусом  $\frac{a_H}{\rho}$ , где  $a_H$  представляет

собой радиус обычного атома водорода, а  $\rho$  – целое число, имеет вид  $H \left[ \frac{a_H}{\rho} \right]$ . Атом

20            водорода с радиусом  $a_H$  в дальнейшем именуется «обычным атомом водорода» либо «нормальным атомом водорода». Обычный атомарный водород характеризуется своей энергией связи в объеме 13,6 эВ.

В рамках настоящего изобретения представлен гидрино-гидридный ион (H-), обладающий энергией связи согласно уравнению (19), которая больше энергии связи 25            обычного гидридного иона (примерно 0,75 эВ) для  $\rho = 2$  и вплоть до 23, и меньше таковой для  $\rho = 24$  (H-). Для получаемых согласно уравнению (19) значений от  $\rho = 2$  до  $\rho = 24$  энергии связи гидридного иона составляют, соответственно, 3, 6,6, 11,2, 16,7, 22,8, 29,3, 36,1, 42,8, 49,4, 55,5, 61,0, 65,6, 69,2, 71,6, 72,4, 71,6, 68,8, 64,0, 56,8, 47,1 34,7, 19,3 и 0,69 эВ. Здесь также предлагаются типичные сочетания, содержащие 30            новый гидридный ион.

Кроме того, предлагаются типичные соединения, содержащие один или более гидрино-гидридных ионов и один или более других элементов. Подобное соединение именуется «гидрино-гидридным соединением».

Обычные виды водорода характеризуются следующими энергиями связи: (а) гидридный ион – 0,754 эВ (в дальнейшем – «обычный гидридный ион»); (b) атом водорода (в дальнейшем – «обычный атом водорода») – 13,6 эВ; (с) двухатомная молекула водорода – 15,3 эВ (в дальнейшем – «обычная молекула водорода»); (d) молекулярный ион водорода – 16,3 эВ (в дальнейшем – «обычный молекулярный ион водорода»); а также (е)  $H_3^+$  – 22,6 эВ (в дальнейшем – «обычный молекулярный ион триводорода»). В настоящем документе применительно к формам водорода термины «нормальный» и «обычный» являются синонимами.

В рамках еще одного варианта осуществления настоящего изобретения предлагается соединение, содержащее по меньшей мере один вид водорода с увеличенной энергией связи, например, (а) атом водорода, обладающий энергией связи

в объеме примерно  $\frac{13.6 \text{ eV}}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , например, в пределах диапазона объема, примерно в 0,9-1,1 раза кратного объему  $\frac{13.6 \text{ eV}}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , где p представляет собой целое число от 2 до 137; (b)

гидридный ион ( $H^-$ ), обладающий энергией связи примерно в объеме

15  $Binding \ Energy = \frac{\hbar^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^2} - \frac{\pi\mu_0 e^2 \hbar^2}{m_e^2} \left( \frac{1}{a_H^3} + \frac{2^2}{a_0^3 \left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^3} \right)$ , например, в пределах диапазона объема, примерно в 0,9-1,1 раза кратного объему

$Binding \ Energy = \frac{\hbar^2 \sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2 \left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^2} - \frac{\pi\mu_0 e^2 \hbar^2}{m_e^2} \left( \frac{1}{a_H^3} + \frac{2^2}{a_0^3 \left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^3} \right)$ , где p

представляет собой целое число от 2 до 24; (с)  $H_4^+(1/p)$ ; (d) молекулярный ион

20 тригидрино,  $H_3^+(1/p)$ , обладающий энергией связи в объеме примерно  $\frac{22.6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2} \text{ eV}$ , например, в пределах диапазона объема, примерно в 0,9-1,1 раза кратного объему

$\frac{22.6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2} \text{ eV}$ , где p представляет собой целое число от 2 до 137; (е) дигидрино,

обладающий энергией связи в объеме примерно  $\frac{15.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2} \text{ eV}$ , например, в пределах

диапазона объема, примерно в 0,9-1,1 раза кратного объему  $\frac{15.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2} eV$ , где p представляет собой целое число от 2 до 137; (f) молекулярный ион дигидрино,

обладающий энергией связи в объеме примерно  $\frac{16.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2} eV$ , например, в пределах

диапазона объема, примерно в 0,9-1,1 раза кратного объему  $\frac{16.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2} eV$ , где p представляет собой целое число, преимущественно целое число от 2 до 137.

В рамках еще одного варианта осуществления настоящего изобретения предлагается соединение, содержащее по меньшей мере один вид водорода с увеличенной энергией связи, например (а) молекулярный ион дигидрино, обладающий полной энергией в объеме примерно

$$E_T = -p^2 \left\{ \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_H} (4 \ln 3 - 1 - 2 \ln 3) \left[ 1 + p \sqrt{\frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0 (2a_H)^3} \frac{m_e}{m_e c^2}} \right] - \frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{pe^2}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{2a_H}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{3a_H}{p}\right)^3}} \mu \right\}$$

10

$$= -p^2 16.13392 eV - p^3 0.118755 eV$$

например, в пределах диапазона объема, примерно в 0,9-1,1 раза кратного

$$E_T = -p^2 \left\{ \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_H} (4\ln 3 - 1 - 2\ln 3) \left[ 1 + p \sqrt{\frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0 (2a_H)^3} \frac{1}{m_e}} \right] \frac{m_e c^2}{m_e c^2} \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{pe^2}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{2a_H}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{3a_H}{p}\right)^3}} \frac{1}{\mu} \right\}$$

объему  $= -p^2 16.13392 \text{ eV} - p^3 0.118755 \text{ eV}$ , где  $P$

представляет собой целое число,  $\hbar$  – постоянную Планка,  $m_e$  – массу электрона,  $c$  – скорость света в вакууме, а  $\mu$  – приведенную массу атомного ядра, а также (b) молекулярный ион дигидрино, обладающий полной энергией в объеме примерно

$$E_T = -p^2 \left\{ \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_0} \left[ \left( 2\sqrt{2} - \sqrt{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \ln \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1} - \sqrt{2} \right] \left[ 1 + p \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0^3} \frac{1}{m_e}} \right] \frac{m_e c^2}{m_e c^2} \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{a_0}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{\left(1+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)a_0}{p}\right)^3}} \frac{1}{\mu} \right\}$$

5  $= -p^2 31.351 \text{ eV} - p^3 0.326469 \text{ eV}$

например, в пределах диапазона объема, примерно в 0,9-1,1 раза кратного объему

$$E_T = -p^2 \left\{ \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_0} \left[ \left( 2\sqrt{2} - \sqrt{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \ln \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1} - \sqrt{2} \right] \left[ 1 + p \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0^3} \frac{1}{m_e}} \right] \frac{m_e c^2}{m_e c^2} \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \hbar \sqrt{\frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{a_0}{p}\right)^3} - \frac{pe^2}{8\pi\epsilon_0 \left(\frac{\left(1+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)a_0}{p}\right)^3}} \frac{1}{\mu} \right\}$$

$= -p^2 31.351 \text{ eV} - p^3 0.326469 \text{ eV}$ , где  $P$

представляет собой целое число, а  $a_0$  – боровский радиус.

В соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения, в котором соединение содержит отрицательно заряженный вид водорода с увеличенной энергией связи, такое соединение дополнительно содержит один или более катионов, например, протон, обычный  $H_2^+$  либо обычный  $H_3^+$ .

5 В настоящем документе предлагается способ получения соединений, содержащих по меньшей мере один гидрино-гидридный ион. Подобные соединения будут именоваться в дальнейшем «гидрино-гидридными соединениями». Упомянутый способ предусматривает воздействие на атомарный водород катализатором,

10 обладающим чистой энтальпией реакции в объеме примерно  $\frac{m}{2} \cdot 27 \text{ eV}$ , где  $m$  представляет собой целое число больше 1, предпочтительно целое число меньше 400, для получения атома водорода с увеличенной энергией связи, обладающего энергией

$$\frac{13.6 \text{ eV}}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$$

связи в объеме примерно  $\frac{13.6 \text{ eV}}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ , где  $p$  представляет собой целое число, предпочтительно целое число от 2 до 137. Другим продуктом такого катализа является энергия. На атом водорода с увеличенной энергией связи можно воздействовать 15 источником электронов, в результате чего будет получен гидридный ион с увеличенной энергией связи. На гидридный ион с увеличенной энергией связи можно воздействовать одним или более катионами, в результате чего будет получено соединение, содержащее по меньшей мере один гидридный ион с увеличенной энергией связи.

20 В одном из вариантов осуществления по меньшей мере одного из таких показателей, как очень большая мощность и очень высокая энергия, можно добиться в результате претерпевания водородом переходов в гидрино с большими значениями  $p$  в уравнении (18) в рамках процесса, который в настоящем документе далее будет именоваться диспропорционированием, согласно определению, данному в Главе 5

25 Mills GUTCP, которое включено в него путем ссылки. Атомы водорода  $H(1/p)$   $p=1,2,3,\dots,137$  могут претерпевать дальнейшие переходы в состояния с более низкой энергией, определяемые уравнениями (10) и (12), причем такой переход одного атома катализируется другим, который резонансно и безызлучательно принимает  $m \cdot 27.2 \text{ eV}$  с сопутствующим изменением своей потенциальной энергии на

30 противоположную. Итоговое общее уравнение для перехода  $H(1/p)$  к  $H(1/(p+m))$ , индуцированного резонансным переносом  $m \cdot 27.2 \text{ eV}$  на  $H(1/p')$ , определяемым уравнением (32), может быть представлено таким образом:

$$H(1/p') + H(1/p) \rightarrow H + H(1/(p+m)) + [2pm + m^2 - p'^2 + 1] \cdot 13.6 \text{ eV} \quad (32)$$

Световое излучение крайней ультрафиолетовой области спектра, производимое процессом образования гидрино, способно диссоциировать молекулы дигидрино, а полученные в результате этого атомы гидрино могут служить в качестве катализаторов перехода в состояния с более низкой энергией. Типичная реакция включает в себя каталитическое преобразование Н в Н(1/17) под воздействием Н(1/4), причем Н(1/4) может быть продуктом реакции катализа другого Н под воздействием НОН.

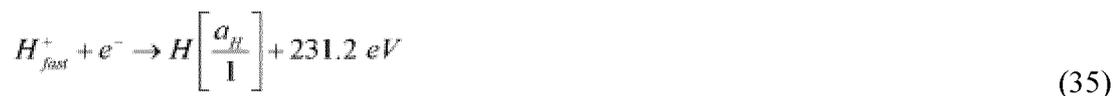
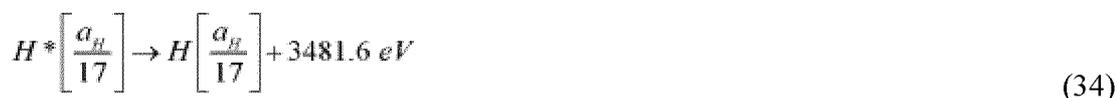
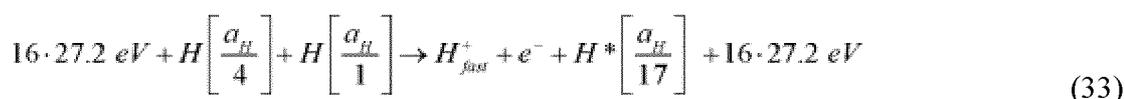
Предполагается, что реакции диспропорционирования гидрино приводят к появлению особенностей в рентгеновской области. Как показано уравнениями (5-8), продуктом

реакции катализатора на основе НОН является  $H\left[\frac{a_H}{4}\right]$ . Если рассмотреть вероятную реакцию перехода в облаках водорода, содержащих газообразную  $H_2O$ , то первый атом

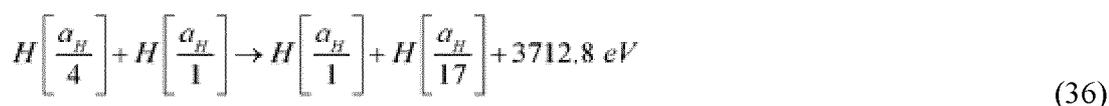
водородного типа  $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$  будет представлять собой атом Н, а второй акцепторный

атом водородного типа  $H\left[\frac{a_H}{p'}\right]$ , служащий катализатором, –  $H\left[\frac{a_H}{4}\right]$ . Поскольку

потенциальная энергия  $H\left[\frac{a_H}{4}\right]$  составляет  $4^2 \cdot 27.2 \text{ eV} = 16 \cdot 27.2 \text{ eV} = 435.2 \text{ eV}$ , реакция перехода может быть представлена таким образом:



При этом суммарная реакция имеет такой вид:



Предполагается, что полоса непрерывного крайнего ультрафиолетового

излучения, обусловленная промежуточным соединением  $H^*\left[\frac{a_H}{p+m}\right]$  (см., например, уравнение (16) и уравнение (34)) имеет малую длину волны отсечки, а также энергию

$E_{\left(H \rightarrow H\left[\frac{a_H}{p+m}\right]\right)}$ , которую можно отобразить следующим образом:

$$E_{\left[ H \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{p+m} \right] \right]} = \left[ (p+m)^2 - p^2 \right] \cdot 13.6 \text{ eV} - m \cdot 27.2 \text{ eV}$$

$$\lambda_{\left[ H \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{p+m} \right] \right]} = \frac{91.2}{\left[ (p+m)^2 - p^2 \right] \cdot 13.6 \text{ eV} - m \cdot 27.2 \text{ eV}} \text{ nm} \quad (37)$$

с вытягиванием до значений, превышающих значение длины волны соответствующей отсечки. Здесь делается предположение о том, что вследствие распада

промежуточного соединения  $H * \left[ \frac{a_H}{17} \right]$  полоса непрерывного крайнего

- 5 ультрафиолетового излучения будет иметь малую длину волны отсечки при  $E = 3481.6 \text{ eV}$ ;  $0.35625 \text{ nm}$  с вытягиванием до более длинных волн. Рентгеновской обсерваторией НАСА Чандра, а также космическим рентгеновским телескопом XMM-Newton [E. Bulbul, M. Markevitch, A. Foster, R. K. Smith, M. Loewenstein, S. W. Randall, “Detection of an unidentified emission line in the stacked X-Ray spectrum of galaxy
- 10 clusters,” The Astrophysical Journal, том 789, номер 1, (2014г.); A. Boyarsky, O. Ruchayskiy, D. Iakubovskiy, J. Franse, “An unidentified line in X-ray spectra of the Andromeda galaxy and Perseus galaxy cluster, (2014), arXiv:1402.4119 [astro-ph.CO]] в скоплении Персея наблюдался широкий рентгеновский пик с отсечкой при 3,48 кэВ, который не соответствует ни одному из известных атомных переходов. Отмеченная
- 15 при 3,48 кэВ особенность, отнесенная БюльБюлем и соавторами на счет темной

материи неизвестной природы, соответствует переходу  $H \left[ \frac{a_H}{4} \right] + H \left[ \frac{a_H}{1} \right] \rightarrow H \left[ \frac{a_H}{17} \right]$  и дополнительно подтверждает, что гидрино являются опознавательными признаками присутствия темной материи.

Новые водородные смеси химически связанных веществ могут содержать:

- 20 (a) по меньшей мере один нейтральный, положительный или отрицательный вид водорода (в дальнейшем – «вид водорода с увеличенной энергией связи»), обладающий энергией связи,
- (i) превышающей энергию связи соответствующего обычного вида водорода либо
- 25 (ii) превышающей энергию связи любого вида водорода, для которой соответствующий обычный вид водорода является нестабильным или не наблюдается, потому что энергия связи обычного вида водорода меньше тепловых энергий в условиях окружающей среды (стандартных температуры и давления, STD) либо имеет отрицательное значение; а также
- 30 (b) по меньшей мере еще один элемент. Как правило, описанные в настоящем документе продукты водорода представляют собой виды водорода с увеличенной энергией связи.

Под «другим элементом» в данном контексте подразумевается элемент, отличный от вида водорода с увеличенной энергией связи. Соответственно, таким другим элементом может быть обычный вид водорода или любой другой отличный от водорода элемент. В одной группе соединений упомянутые другой элемент и вид водорода с увеличенной энергией связи являются нейтральными. В другой группе соединений упомянутые другой элемент и вид водорода с увеличенной энергией связи заряжены таким образом, что другой элемент обеспечивает уравнивающий заряд для образования нейтрального соединения. Первая группа соединений характеризуется молекулярной и координатной связью; вторая группа характеризуется ионной связью.

Также предлагаются новые соединения и молекулярные ионы, содержащие

(а) по меньшей мере один нейтральный, положительный или отрицательный вид водорода (в дальнейшем – «вид водорода с увеличенной энергией связи»), обладающий полной энергией,

(i) превышающей полную энергию соответствующего обычного вида водорода либо

(ii) превышающей полную энергию любого вида водорода, для которого соответствующий обычный вид водорода является нестабильным или не наблюдается, потому что полная энергия обычного вида водорода меньше тепловых энергий в условиях окружающей среды либо имеет отрицательное значение; а также

(b) по меньшей мере еще один элемент.

Полная энергия упомянутого вида водорода является суммой энергий, необходимых для удаления всех электронов из данного вида водорода. Виды водорода, в частности, образующиеся в процессе генерирования второй плазмы, в соответствии с настоящим изобретением могут иметь полную энергию, превышающую полную энергию соответствующего вида водорода, не подвергшегося описываемой в настоящем документе реакции с образующейся водой. Вид водорода, обладающий увеличенной полной энергией согласно настоящему изобретению, также именуется «видом водорода с увеличенной энергией связи», даже если некоторые варианты осуществления видов водорода, обладающих увеличенной полной энергией, могут иметь энергию связи первого электрона, уступающую энергии связи первого электрона соответствующего обычного вида водорода. Например, гидридный ион по уравнению (19) для  $P = 24$  имеет первую энергию связи, уступающую первой энергии связи обычного гидридного иона, в то время как полная энергия гидридного иона по уравнению (19) для  $P = 24$  значительно превышает полную энергию соответствующего обычного гидридного иона.

Также в настоящем документе предлагаются новые соединения и молекулярные ионы, содержащие

(a) множество нейтральных, положительно заряженных либо отрицательно заряженных видов водорода, обладающих энергией связи,

(i) превышающей энергию связи соответствующего обычного вида водорода либо

5 (ii) превышающей энергию связи любого вида водорода, для которой соответствующий обычный вид водорода является нестабильным или не наблюдается, потому что энергия связи обычного вида водорода меньше тепловых энергий в условиях окружающей среды либо имеет отрицательное значение; а также

(b) в необязательном порядке, один другой элемент. Описываемые в настоящем  
10 изобретении соединения могут именоваться «соединениями водорода с увеличенной энергией связи». Эти виды можно идентифицировать по различным, описываемым в настоящем документе, спектроскопическим признакам.

Виды водорода с увеличенной энергией связи могут быть образованы путем воздействия на один или более атом гидрино одним или более из таких элементов, как  
15 электрон, атом гидрино, соединение, содержащее по меньшей мере один из указанных видов водорода с увеличенной энергией связи и по меньшей мере один другой атом, одну другую молекулу или один другой ион, отличные от вида водорода с увеличенной энергией связи.

Также предлагаются новые соединения и молекулярные ионы, содержащие  
20 (a) множество нейтральных, положительно заряженных либо отрицательно заряженных видов водорода, обладающих полной энергией,

(i) превышающей полную энергию обычного молекулярного водорода либо

(ii) превышающей полную энергию любого вида водорода, для которой  
25 соответствующий обычный вид водорода является нестабильным или не наблюдается, потому что полная энергия обычного вида водорода меньше тепловых энергий в условиях окружающей среды либо имеет отрицательное значение; а также

(b) в необязательном порядке, один другой элемент.

В одном из вариантов осуществления предлагается соединение, содержащее по  
30 меньшей мере один вид водорода с увеличенной энергией связи, выбранный из группы, в которую входят (a) гидридный ион, обладающий энергией связи согласно уравнению (19), которая превышает энергию связи обычного гидридного иона (примерно 0,8 эВ) для  $P = 2$  до 23, включительно, и уступает таковой для  $P = 24$  (в дальнейшем – «гидридный ион с увеличенной энергией связи» или «гидрино-  
35 гидридный ион»); (b) атом водорода, обладающий энергией связи, превышающей энергию связи обычного атома водорода (примерно 13,6 эВ) (в дальнейшем – «атом водорода с увеличенной энергией связи» или «гидрино»); (c) молекула водорода, имеющая первую энергию связи, превышающую примерно 15,3 эВ (в дальнейшем –

«молекула водорода с увеличенной энергией связи» или «дигидрино»), а также (d) молекулярный ион водорода, обладающий энергией связи, превышающей примерно 16,3 эВ (в дальнейшем – «молекулярный ион водорода с увеличенной энергией связи» или «молекулярный ион дигидрино»). В данном описании изобретения виды и соединения водорода с увеличенной энергией связи также именуется видами и соединениями водорода с более низкой энергией. Гидрино состоят из вида водорода с увеличенной энергией связи или, в порядке эквивалента, вида водорода с более низкой энергией.

### III. Химический реактор

Настоящее изобретение направлено и на другие реакторы для получения описываемых в настоящем изобретении видов и соединений водорода с увеличенной энергией связи, в числе которых молекулы дигидрино и гидрино-гидридные соединения. Другими продуктами катализа являются энергия, а также в зависимости от типа ячейки, в необязательном порядке, плазма и световое излучение. Такой реактор в дальнейшем именуется «водородным реактором» или «водородной ячейкой». Водородный реактор выполнен в виде ячейки для получения гидрино. Ячейка для получения гидрино может иметь конструкцию химического реактора либо газовой топливной ячейки, например, газоразрядной ячейки, ячейки с плазменной горелкой либо микроволновой энергетической ячейки, а также электрохимической ячейки. В одном из вариантов осуществления катализатор представляет собой НОН, а источником по меньшей мере одного из таких веществ, как НОН и Н, является лед. Лед может иметь большую площадь поверхности, необходимую для увеличения по меньшей мере одного из таких показателей, как скорости образования катализатора на основе НОН и Н из льда и скорость реакции с образованием гидрино. Для увеличения площади поверхности лед может пребывать в виде мелкой стружки. В одном из вариантов осуществления ячейка будет оборудована дуговой разрядной ячейкой, в которой будет содержаться лед и по меньшей мере один электрод, позволяющий действию разряда распространяться по меньшей мере на часть льда.

В одном из вариантов осуществления дуговая разрядная ячейка оборудована емкостью, двумя электродами, высоковольтным источником питания, например, таким, который способен выдавать напряжение в диапазоне примерно от 100 В до 1 МВ и ток в диапазоне примерно от 1 А до 100 кА, а также источником воды, например, резервуаром и средством для формирования и подачи капель  $H_2O$ . Капли могут перемещаться между электродами. В одном из вариантов осуществления капли инициируют воспламенение дуговой плазмы. В одном из вариантов осуществления плазма дугового разряда в воде содержит Н и НОН, которые, вступая в реакцию, могут образовывать гидрино. Интенсивность воспламенения и соответствующую номинальную мощность энергии можно контролировать путем регулирования размера

капель и интенсивности, с которой они подаются на электроды. Источник высокого напряжения может быть оборудован по меньшей мере одним конденсатором высокого напряжения, который может заряжаться от высоковольтного источника питания. В одном из вариантов осуществления дуговая разрядная ячейка дополнительно  
5 оборудована средством, например, преобразователем энергии, в том числе преобразователем энергии, предлагаемым настоящим изобретением, в частности по меньшей мере одним из таких преобразователей, как фотоэлектрический преобразователь и тепловой двигатель, для преобразования энергии, вырабатываемой в процессе образования гидрино, например, световой и тепловой, в  
10 электричество.

Типичные варианты осуществления ячейки для получения гидрино могут иметь конструкцию жидкотопливной ячейки, твердотопливной ячейки, гетерогенной топливной ячейки, ячейки СИТ, а также ячейки SF-СИТ (твердотопливного катализатор-индуцированного-гидрино-перехода) или ячейки марки SunCell®. Каждая  
15 из этих ячеек оснащена: (i) реагентами, в числе которых источник атомарного водорода, (ii) по меньшей мере одним катализатором, выбранным из группы, в которую входят твердый катализатор, расплавленный катализатор, жидкий катализатор, газообразный катализатор либо их сочетания, для получения гидрино; а также (iii) емкостью для реакции водорода с катализатором с получением гидрино. В  
20 случаях использования в настоящем документе и в рамках присутствия в настоящем изобретении термин «водород», если не указано иное, включает в себя не только протий ( $^1H$ ), но также дейтерий ( $^2H$ ) и тритий ( $^3H$ ). Типичные химические реакционные смеси и реакторы могут быть выполнены в виде вариантов настоящего изобретения на базе ячеек SF-СИТ, СИТ или тепловых ячеек. В данном разделе  
25 «Химический реактор» приведены и дополнительные типичные варианты. В настоящем описании изобретения приведены примеры реакционных смесей, в процессе вступления в реакцию которых в качестве катализатора образуется  $H_2O$ . Для образования видов и соединений водорода с увеличенной энергией связи могут служить и другие катализаторы. Реакции и условия могут быть корректироваться, исходя из этих типичных случаев, по таким параметрам, как реагенты, мас.%  
30 реагентов, давление  $H_2$  и температура реакции. Подходящими реагентами, условиями и диапазонами параметров являются реагенты, условия и диапазоны параметров, описываемые в настоящем изобретении. Тот факт, что гидрино и молекулярные гидрино являются продуктами описываемых в настоящем изобретении реакторов  
35 доказываются на основании предполагаемых полос непрерывного излучения мощностью целочисленное количество раз кратной 13,6 эВ, необъяснимых при иных обстоятельствах чрезвычайно высоких кинетических энергий  $H$ , измеряемых на основании доплеровского уширения линий  $H$ , инверсии линий  $H$ , образования плазмы

без полей пробоя, а также аномальной длительности послесвечения плазмы, о чем сообщалось в предыдущих публикациях Миллса. Данные вроде информации о ячейке СИТ и твердых видах топлива были независимо удостоверены другими, не связанными с настоящим изобретением, исследователями. Образование гидрино с помощью описываемых в настоящем изобретении ячеек было также подтверждено значениями электрической энергии, которые непрерывно вырабатывались в течение длительного периода времени и были кратны подаваемому электричеству, которые в большинстве случаев превышают подачу с коэффициентом больше 10 при отсутствии альтернативного источника. Предполагаемый молекулярный гидрино  $H_2(1/4)$  идентифицировался как продукт ячеек СИТ и твердых видов топлива с помощью ЯМР Н с вращением под магическим углом (MAS), результаты которой демонстрировали предположительный пик матрицы со сдвигом в сторону сильного поля примерно на уровне -4,4 ч/млн, ToF-SIMS и ESI-ToFMS, результаты которых указывали на присутствие  $H_2(1/4)$  в комплексе с геттерной матрицей в виде пиков с  $m/e = M + n2$ , где М – масса исходного иона, а n – целое число, спектроскопии возбужденного электронным пучком излучения и фотолюминесцентной спектроскопии, результаты которых демонстрировали предполагаемый вращательно-вибрационный спектр  $H_2(1/4)$ , обладающего энергией, 16 или квантовое число  $p = 4$  в квадрате раз кратной энергии  $H_2$ , спектроскопии комбинационного рассеяния, а также инфракрасной спектроскопии с преобразования Фурье (FTIR), результаты которых демонстрировали вращательную энергию  $H_2(1/4)$  на уровне  $1950 \text{ см}^{-1}$ , являющуюся 16 или квантовое число  $p = 4$  в квадрате раз кратной энергии вращения  $H_2$ , РФС, результаты которой демонстрировали предполагаемую полную энергию связи  $H_2(1/4)$  на уровне 500 эВ, а также пика на спектре ToF-SIMS с моментом достижения, предшествующим пику  $m/e=1$ , который соответствовал Н с кинетической энергией примерно на уровне 204 эВ, согласовывавшейся с предполагаемым высвобождением энергии для перехода Н в  $H(1/4)$  с переносом энергии к третьему телу Н, о чем сообщалось в предыдущих публикациях, а также в публикациях R. Mills X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski, “Catalyst Induced Hydrino Transition (СИТ) Electrochemical Cell”, International Journal of Energy Research, (2013г.) и R. Mills, J. Lotoski, J. Kong, G Chu, J. He, J. Trevey, “High-Power-Density Catalyst Induced Hydrino Transition (СИТ) Electrochemical Cell” (2014г.), которые во всей своей полноте включены в настоящий документ посредством ссылки.

При использовании как водяного проточного калориметра, так и дифференциального сканирующего калориметра (ДСК) Setaram DSC 131 образование гидрино с помощью описываемых в настоящем изобретении ячеек, например, ячеек, содержащих твердое топливо для выработки тепловой энергии, было подтверждено наблюдением тепловой энергии, производимой образующими гидрино твердыми видами топлива, которая превышала максимальную теоретическую энергию в 60 раз.

ЯМР Н с MAS показывала предполагаемый сдвиг матрицы  $H_2(1/4)$  в сторону сильного поля примерно на  $-4,4$  ч/млн. Пик комбинационного рассеяния (пик Рамана), начинающийся на уровне  $1950 \text{ см}^{-1}$ , соответствовал энергии вращения в свободном пространстве  $H_2(1/4)$  ( $0,2414 \text{ эВ}$ ). Эти результаты представлены в предыдущих публикациях Миллса, а также в публикации R. Mills, J. Lotoski, W. Good, J. He, "Solid Fuels that Form НОН Catalyst" (2014г.), которые во всей своей полноте включены в настоящий документ посредством ссылки.

#### IV. Устройство марки SunCell и преобразователь энергии

Энергетические системы (также именуемые в настоящем документе «устройство марки SunCell»), генерирующие по меньшей мере один из таких видов энергии, как электрическая и тепловая, могут включать в себя:

- а) по меньшей мере одну оборудованную реакционной камерой емкость, способную поддерживать давление ниже атмосферного;
- б) два электрода, сконфигурированных таким образом, чтобы проходящий между ними поток расплавленного образовывал замкнутую цепь;
- в) источник питания, подсоединенный к указанным двум электродам для пропускания между ними тока воспламенения в момент замыкания указанной цепи;
- г) ячейку генерирования плазмы (например, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования из подаваемого в нее газа первой плазмы; причем исходящий из ячейки генерирования плазмы поток направляется к цепи (например, расплавленному металлу, аноду, катоду, погруженному в резервуар с расплавленным металлом электроду);

причем, когда по цепи пропускают ток, исходящий из ячейки генерирования плазмы поток вступает в реакцию с образованием второй плазмы и продуктов реакции; а также

- е) силовой адаптер, представляющий собой термофотоэлектрический преобразователь, сконфигурированный таким образом, чтобы преобразовывать и/или трансформировать энергию второй плазмы в механическую, тепловую и/или электрическую энергию;

причем энергия оптического излучения (например, одного или более из таких видов излучения, как ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное световое излучение) второй плазмы преобразуется в термофотоэлектрическом преобразователе. В порядке альтернативы, энергия второй плазмы поглощается излучателем Планка с получением

излучения абсолютно черного тела, а указанное излучение абсолютно черного тела преобразуется в термофотоэлектрическом преобразователе. В некоторых вариантах осуществления указанный силовой адаптер выполнен в виде множества термофотоэлектрических адаптеров. Термофотоэлектрический адаптер может представлять собой фотоэлектрический преобразователь в геодезическом куполе, причем этот фотоэлектрический преобразователь может быть выполнен в виде приемного массива (например, плотного приемного массива), состоящего из треугольных элементов; и

при этом каждый треугольный элемент будет включать в себя множество концентрационных фотоэлектрических элементов, способных преобразовывать излучение абсолютно черного тела в электрическую энергию. В некоторых вариантах осуществления положительно смещенный электрод из упомянутых двух электродов будет представлять собой, включать в себя излучатель Планка либо будет соединен с ним. В различных реализациях получаемые из плазмы фотоны, обладающие энергией, уровень которой ниже запрещенной зоны фотоэлектрических элементов (например, инфракрасного излучения), отражаются обратно к ячейке генерирования плазмы (например, к излучателю Планка). В некоторых вариантах осуществления исходящий поток будет представлять собой (либо иметь в своем составе) образующуюся воду и атомарный водород. В некоторых вариантах осуществления исходящий поток будет представлять собой (либо иметь в своем составе) образующуюся воду и молекулярный водород. В некоторых вариантах осуществления исходящий поток будет представлять собой (либо иметь в своем составе) образующуюся воду, атомарный водород и молекулярный водород. В некоторых вариантах осуществления исходящий поток будет также содержать в себе благородный газ (например, аргон). В конкретных вариантах осуществления газ, подаваемый в ячейку с тлеющим разрядом, будет представлять собой смесь газообразного кислорода ( $O_2$ ) и водорода ( $H_2$ ) в благородном газе, в частности, аргоне. Молярное отношение кислорода к водороду может быть, например, меньше (или в диапазоне от 0,1 до) 10, меньше 5 или меньше 2.

Упомянутым преобразователем может выступать преобразователь, приведенный в предыдущих публикациях Миллса и в предыдущих заявках Миллса. Такие реагенты гидрино, как источники H и источники НОН, а также системы марки SunCell®, могут содержать в себе устройства, описанные в настоящем изобретении либо в предыдущих патентных заявках США, в числе которых заявка на реактор катализа водорода № PCT/US08/61455, поданная в соответствии с PCT 24.04.2008г.; заявка на реактор гетерогенного катализа водорода № PCT/US09/052072, поданная в соответствии с PCT 29.07.2009г.; заявка на энергетическую систему гетерогенного катализа водорода № PCT/US10/27828, поданной в соответствии с PCT 18.03.2010г.; заявка на энергетическую систему электрохимического катализа водорода №

РСТ/US11/28889, поданная в соответствии с РСТ 17.03.2011г.; заявка на энергетическую систему электрохимического катализа водорода на основе  $H_2O$  № РСТ/US12/31369, поданная 30.03.2012г.; заявка на энергетическую систему СИИТ № РСТ/US13/041938, поданная 21.05.2013г.; заявка на системы и способы производства энергии № РСТ/IB2014/058177, поданная в соответствии с РСТ 10.01.2014г.; заявка на фотоэлектрические системы и способы производства электроэнергии № РСТ/US14/32584, поданная в соответствии с РСТ 01.04.2014г.; заявка на системы и способы производства электроэнергии № РСТ/US2015/033165, поданная в соответствии с РСТ 29.05.2015г.; заявка на системы и способы производства электроэнергии с использованием ультрафиолетового излучения № РСТ/US2015/065826, поданная в соответствии с РСТ 15.12.2015г.; заявка на термофотоэлектрический генератор электроэнергии № РСТ/US16/12620, поданная в соответствии с РСТ 08.01.2016г.; заявка на термофотоэлектрическую сеть генераторов электроэнергии № РСТ/US2017/035025, поданная в соответствии с РСТ 07.12.2017г.; заявка на термофотоэлектрический генератор электроэнергии № РСТ/US2017/013972, поданная в соответствии с РСТ 18.01.2017г.; заявка на фотоэлектрическую ячейку с использованием крайней и глубокой области ультрафиолетового излучения № РСТ/US2018/012635, поданная в соответствии с РСТ 05.01.2018г.; заявка на магнетогидродинамический генератор электроэнергии № РСТ/US18/17765, поданная в соответствии с РСТ 12.02.2018г.; заявка на магнетогидродинамический генератор электроэнергии № РСТ/US2018/034842, поданная в соответствии с РСТ 29.05.2018г.; заявка на магнетогидродинамический генератор электроэнергии № РСТ/IB2018/059646, поданная в соответствии с РСТ 05.12.2018г.; заявка на магнетогидродинамический генератор электроэнергии № РСТ/IB2020/050360, поданная в соответствии с РСТ 16.01.2020г.; а также заявка на магнетогидродинамический водородный генератор электроэнергии № РСТ/US21/17148, поданная в соответствии с РСТ 8 февраля 2021 года (в дальнейшем – «Предыдущие заявки Миллса»), которые во всей своей полноте включены в настоящий документ посредством ссылки.

В одном из вариантов осуществления магниты 5k4 ЭМ-насоса ориентированы вдоль той же оси, что и впрыскиваемый поток расплавленного металла, что обеспечивает соединение между двумя электродами, которые могут быть расположены напротив друг друга по той же оси, как показано на фигурах 1-30 и 7А-С. Указанные магниты могут быть расположены на противоположных сторонах патрубка 5k6 ЭМ-насоса, причем один из них может быть расположен вдоль оси впрыска в направлении, противоположном другому. Каждая из шин 5k2 ЭМ-насоса может быть ориентирована перпендикулярно оси впрыска и ориентирована в направлении от боковой стороны ближайшего магнита. Каждый из магнитов ЭМ-насоса может дополнительно

включать в себя L-образное ярмо, предназначенное для направления магнитного потока от соответствующего вертикально ориентированного магнита в поперечном направлении относительно патрубке 5к6 ЭМ-насоса и перпендикулярно как направлению потока расплавленного металла в патрубке, так и направлению прокачивания ЭМ-насоса. Указанная система воспламенения может представлять собой систему с изменяющейся во времени формой волны, имеющей такие напряжение и силу тока, как у формы волны переменного тока, в частности, с формой волны с частотой 60 Гц. Упомянутая вертикальная ориентация магнитов может защитить их от размагничивания под воздействием изменяющегося во времени тока воспламенения.

В одном из вариантов осуществления перенос энергии от атомарного водорода, переходящего в результате катализа в состояние гидрино, приводит к ионизации катализатора. Ионизированные из катализатора электроны могут накапливаться в реакционной смеси и емкости и приводить к накоплению объемного заряда. Такой объемный заряд может изменять уровни энергии для последующего переноса энергии от атомарного водорода к катализатору со снижением скорости реакции. В одном из вариантов осуществления применение сильного тока нейтрализует объемный заряд, вызывая тем самым повышение скорости реакции с образованием гидрино. В еще одном из вариантов осуществления ток, подаваемый в цепь расплавленного металла, в частности, ток дугового разряда, вызывает чрезвычайное повышение температуры реагентов, в частности, воды. Высокая температура может вызывать термоллиз воды с получением по меньшей мере одного из таких веществ, как  $nH$  и катализатор на основе НОН. В одном из вариантов осуществления реакционная смесь устройства марки SunCell® содержит источник  $nH$  и источник катализатора, например, по меньшей мере одно из таких веществ, как  $nH$  ( $n$  представляет собой целое число) и НОН. По меньшей мере одно из таких веществ, как  $nH$  и НОН, может образовываться в результате термоллиза или термического разложения по меньшей мере одного агрегатного состояния воды, например, воды, находящейся по меньшей мере в одном из таких состояний, как твердое, жидкое и газообразное. Термоллиз может происходить при высокой температуре, например, при температуре, находящейся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 500К до 10000К, от 1000К до 7000К, а также от 1000К до 5000К. В одном из типичных вариантов осуществления температура реакции составляет примерно от 3500 до 4000 К, чтобы мольная доля атомарного  $H$  была высокой, как показали Ж. Леде, Ф. Лапик и Ж. Вийермо [в публикациях J. Lédé, F. Lapique, J. Villermaux, "Production of hydrogen by direct thermal decomposition of water", International Journal of Hydrogen Energy, 1983, Т.8, 1983 год, стр. 675-679; H. H. G. Jellinek, H. Kachi, "The catalytic thermal decomposition of water and the production of hydrogen", International Journal of Hydrogen Energy, 1984, Т.9, стр. 677-688; S. Z.

Baykara, “Hydrogen production by direct solar thermal decomposition of water, possibilities for improvement of process efficiency”, International Journal of Hydrogen Energy, 2004, T.29, стр. 1451–1458; S. Z. Baykara, “Experimental solar water thermolysis”, International Journal of Hydrogen Energy, 2004, T.29, стр. 1459–1469, которые включены в настоящий документ посредством ссылки]. Процессу термоллиза может способствовать наличие твердой поверхности, например поверхности компонентов ячейки. Такая твердая поверхность может нагреваться до уровня повышенной температуры посредством подводимой энергии, а также плазмы, поддерживаемой реакцией с образованием гидрино. Термоллизные газы, в числе которых газы, которые находятся ниже области воспламенения, могут охлаждаться с целью предотвращения воссоединения или обратного реакционного преобразования продуктов в исходную воду. Реакционная смесь может содержать охлаждающее вещество, пребывающее, например, по меньшей мере в одной из таких фаз, как твердая, жидкая или газообразная, имеющих температуру ниже температуры газообразных продуктов. Охлаждения газообразных продуктов реакции термоллиза можно добиваться посредством контакта продуктов с охлаждающим агентом. Охлаждающий агент может содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как пар с более низкой температурой, вода и лед.

В одном из вариантов осуществления присутствующие в газе реагенты могут содержать в себе по меньшей мере одно из таких веществ, как источник H, H<sub>2</sub>, источник катализатора, источник H<sub>2</sub>O, а также H<sub>2</sub>O. Подходящими реагентами могут быть проводящая металлическая матрица, а также гидрат, например, по меньшей мере один из гидратов таких веществ, как щелочной металл, щелочноземельный металл и переходный металл. Указанным гидратом может быть по меньшей мере одно из таких веществ, как MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, BaI<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O и ZnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O. В порядке альтернативы, реагенты могут содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как серебро, олово, медь, газообразный водород, газообразный кислород и вода.

В одном из вариантов осуществления для достижения высокой температуры газа камера 5b31 реакционной ячейки, в которой реагенты могут вступать в реакцию плазмообразования, может работать при низком давлении. Затем давление может быть увеличено с помощью источника газов реакционной смеси и контроллера, предназначенного для увеличения скорости реакции, причем указанная высокая температура поддерживает образование НОН и атомарного Н путем термоллиза по меньшей мере одного из таких типов связей, как Н-связи димеров воды и ковалентных связей H<sub>2</sub>. Типичная пороговая температура газа, необходимая для обеспечения термоллиза, составляет примерно 3300°C. Плазма, имеющая температуру выше, чем примерно 3300°C, может разрывать связи в димере H<sub>2</sub>O, в результате чего получается образующаяся НОН, которая служит катализатором образования гидрино. По меньшей мере один из таких параметров, как давление паров H<sub>2</sub>O в реакционной

камере, давление  $H_2$  и давление  $O_2$ , может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 0,01 торр до 100 атм, от 0,1 торр до 10 атм и от 0,5 торр до 1 атм. Скорость ЭМ-нагнетания может иметь значение, находящееся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 0,01 мл/с до 10000 мл/с, от 0,1 мл/с до 1000 мл/с и от 0,1 мл/с до 100 мл/с. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких параметров, как высокая мощность воспламенения и низкое давление, может первоначально поддерживаться для нагрева плазмы и ячейки с целью обеспечения термоллиза.

В одном из вариантов осуществления источник питания воспламенения может находиться на описываемых в данном изобретении начальном уровне мощности и начальной формы волны и при достижении камерой реакционной ячейки требуемой температуры может переключаться на второй уровень мощности и вторую форму волны. В одном из вариантов осуществления указанный второй уровень мощности может быть ниже начального. Такой второй уровень мощности может быть близок к нулю. Условием для переключения хотя бы одного из таких параметров, как уровень мощности и форма волны, является превышение температурой камеры реакционной ячейки порогового значения, при котором кинетика реакции с образованием гидрино может поддерживаться в пределах от 20% до 100% от начальных показателей при работе на втором уровне мощности. В одном из вариантов осуществления указанное пороговое значение по температуре может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 800 °C до 3000 °C, от 900 °C до 2500 °C и от 1000 °C до 2000 °C.

В одном из вариантов осуществления камеру реакционной ячейки нагревают до температуры, которая поддерживает вторую плазму в отсутствие источника энергии воспламенения. В одном из вариантов осуществления ЭМ-прокачивание может поддерживаться или не поддерживаться после прекращения подачи питания воспламенения, причем подача реагентов гидрино, в частности, по меньшей мере одного из таких веществ, как  $H_2$ ,  $O_2$  и  $H_2O$ , будет поддерживаться во время работы устройства марки SunCell® при выключенной функции воспламенения. В одном из типичных вариантов осуществления устройство марки SunCell®, показанное на фигуре 1, было должным образом изолировано с помощью изоляции, выполненной из алюмосиликатного волокна, в него со скоростью 2500 ст.куб.см/мин подавался газообразный  $H_2$  и со скоростью 250 ст.куб.см/мин подавался газообразный  $O_2$ , которые пропускались над гранулами  $Pt/Al_2O_3$ , а указанное устройство марки SunCell® нагревалось до температуры в диапазоне от 900 °C до 1400 °C. При постоянном поддержании потока  $H_2$  и  $O_2$  и ЭМ-прокачивании происходило самоподдержание реакции с образованием гидрино в отсутствие источника питания воспламенения, о чем свидетельствовало повышение температуры с течением времени при отсутствии

подачи питания воспламенения.

### Система воспламенения

В одном из вариантов осуществления система воспламенения оборудована тумблером, предназначенным для переключения по меньшей мере в одно из таких положений: инициирования тока и прерывания тока после выполнения воспламенения. Протекание тока может быть инициировано контактом потоков расплавленного металла. Переключение может выполняться электронным способом с помощью, например, по меньшей мере одного из таких устройств, как биполярный транзистор с изолированным затвором (БИТЗ), кремниевый управляемый тиристор (КУТ), а также по меньшей мере один полевой транзистор со структурой металл-оксид-полупроводник (ПТМОП). В порядке альтернативы, переключение в положение воспламенения может выполняться механическим способом. После воспламенения ток может прерываться с целью оптимизации генерируемой гидрино энергии на выходе относительно энергии воспламенения на входе. Система воспламенения может быть оборудована тумблером, позволяющим контролируемым количествам энергии протекать в топливо, вызывая детонацию, и отключающим питание во время фазы, в которой генерируется плазма. В одном из вариантов осуществления источник электрической энергии, предназначенный для того, чтобы генерировать короткий всплеск высокоэнергетической электрической энергии, имеет по меньшей мере один из следующих параметров:

напряжение, выбранное таким образом, чтобы вызывать переменный либо постоянный ток большой силы или смесь переменного и постоянного тока, сила которого находится в диапазоне по меньшей мере от 100 А до 1 000 000 А, от 1 кА до 100 000 А, от 10 кА до 50 кА;

плотность постоянного или пикового переменного тока, находящаяся в диапазоне по меньшей мере от 1 А/см<sup>2</sup> до 1 000 000 А/см<sup>2</sup>, от 1000 А/см<sup>2</sup> до 100 000 А/см<sup>2</sup>, а также от 2000 А/см<sup>2</sup> до 50 000 А/см<sup>2</sup>;

причем напряжение определяется по проводимости твердого топлива, при этом напряжение представляет собой производное от необходимой силы тока, умноженной на сопротивление образца твердого топлива;

величина постоянного или пикового переменного напряжения находится в диапазоне по меньшей мере от 0,1 до 500 кВ, от 0,1 до 100 кВ, а также от 1 до 50 кВ, а частота переменного тока находится в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как от 0,1 Гц до 10 ГГц, от 1 Гц до 1 МГц, от 10 Гц до 100 кГц, а также от 100 Гц до 10 кГц.

Упомянутая система также может быть оборудована источником пусковой мощности/энергии, например, батареей, в частности, литий-ионной батареей. В порядке альтернативы, для запуска через соединение, ведущее от внешнего источника

питания к генератору, может использоваться внешнее питание, например, питание от сети. Указанное соединение может быть выполнено в виде шины вывода мощности. Источник пусковой энергии может выполнять по меньшей мере одну из таких функций, как подача питания на нагреватель для поддержания проводящей матрицы расплавленного металла, питание системы впрыска и питание системы воспламенения.

Упомянутое устройство марки SunCell® может быть оборудовано электролизером для разложения воды под высоким давлением, например, электролизером с протонообменной мембраной (ПОМ), создающим высокое давление воды для получения находящегося под высоким давлением водорода. Каждая из камер  $H_2$  и  $O_2$  может быть оборудована рекомбинатором, предназначенным для удаления таких загрязняющих веществ, как, соответственно,  $O_2$  и  $H_2$ . ПОМ может служить по меньшей мере в качестве одного из таких элементов, как сепаратор и солевой мостик, анодного и катодного отсеков, обеспечивая образование в виде отдельных газов водорода, на катоде, и кислорода, на аноде. Катод может быть выполнен в виде дихалькогенидного катализатора выделения водорода, например, катализатора, содержащего в себе по меньшей мере один из таких элементов, как ниобий и тантал, который может дополнительно содержать серу. Катод может содержать известный в данной области техники элемент, например, Pt или Ni. Водород может вырабатываться под воздействием высокого давления и может подаваться в камеру 5b31 реакционной ячейки непосредственно либо путем проникновения через проницаемую для водорода мембрану. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано трубопроводом газообразного кислорода, пролегающим от анодного отсека до точки подачи газообразного кислорода в накопительную емкость либо в отводной канал. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® оборудовано датчиками, процессором и контроллером тока электролиза.

В еще одном из вариантов осуществления водородное топливо может получаться путем электролиза воды, риформинга природного газа, посредством применения по меньшей мере одной из таких реакций, как реакция синтез-газа и реакция конверсии водяного газа, где пар вступает в реакцию с углеродом с образованием  $H_2$ , CO и  $CO_2$ , а также других способов производства водорода, известных специалистам в данной области.

В еще одном из вариантов осуществления водород может быть вырабатываться путем термолиза с использованием подаваемой воды и тепла, генерируемого устройством марки SunCell®. Цикл термолиза может представлять собой цикл, описываемый в настоящем изобретении либо известный в данной области техники, например, цикл на основе металла и его оксида, например, по меньшей мере одного из SnO/Sn и ZnO/Zn. В одном из вариантов осуществления, в котором индуктивно связанный нагреватель, ЭМ-насос и системы воспламенения потребляют энергию

только во время запуска, водород может вырабатываться путем термолиза, соответственно, потребность в паразитной электрической энергии очень низкая. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано батареей, например, литий-ионной батареей, предназначенной для обеспечения питания, необходимого для функционирования таких систем, как датчики газа и регулирующие устройства, в частности, датчиков и устройств, необходимых для контроля газов реакционной плазмы.

#### Создание потока расплавленного металла

10 В одном из вариантов осуществления, например, показанном на фигурах 8А-В, устройство марки SunCell® будет оборудовано двумя резервуарами 5с, в каждом из которых будет установлен электромагнитный (ЭМ) насос, например, насос постоянного тока, насос переменного тока либо другой описываемый в настоящем изобретении ЭМ-насос, и форсунку, также служащую в качестве электрода

15 воспламенения, а также впускную вертикальную трубку резервуара, предназначенную для выравнивания уровня расплавленного металла в резервуаре. Расплавленный металл может представлять собой серебро, серебряно-медный сплав, галлий либо олово, галинстан либо другое, описываемое в настоящем изобретении, вещество. Устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано камерой 5b31

20 реакционной ячейки, обеспечивающими электрическую изоляцию фланцами, расположенными между резервуарами и камерой реакционной ячейки, в частности, обеспечивающими электрическую изоляцию фланцами марки Conflat, а также каплеотводной кромкой, расположенной в верхней части каждого из резервуаров и предназначенной для обеспечения взаимной электрической изоляции резервуаров и

25 ЭМ-насосов, причем ток воспламенения будет протекать при контакте пересекающихся потоков расплавленного металла двух ЭМ-насосов-форсунок. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как каждый из резервуаров 5с, камера 5b31 реакционной ячейки и внутренняя часть патрубка 5к6 ЭМ-насоса, будет иметь керамическое покрытие либо будет оснащен

30 керамической футеровкой, в частности, выполненной из VN, кварца, диоксида титана, оксида алюминия, оксида иттрия, оксида гафния, диоксида циркония, карбида кремния, либо одной из таких смесей, как  $TiO_2-Yt_2O_3-Al_2O_3$ , или другой описываемого в данном изобретении, вещества. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет дополнительно оборудовано внешним резистивным

35 нагревателем, в частности, нагревательными спиралями, например, из провода марки Kanthal, намотанного на внешнюю поверхность по меньшей мере одного компонента устройства марки SunCell®. В одном из вариантов осуществления внешняя поверхность по меньшей мере одного компонента устройства марки SunCell, в

частности, реакционной ячейки 5b3, резервуара 5с и патрубка 5к6 ЭМ-насоса, имеет керамическое покрытие, предназначенное для обеспечения электрической изоляции спирали резистивного нагревателя, например, из намотанного на поверхность провода марки Kanthal. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell®  
5 может быть дополнительно оборудовано по меньшей мере одним из таких элементов, как теплообменник и теплоизоляция, который может быть намотан на поверхность по меньшей мере одного компонента устройства марки SunCell®. По меньшей мере один из таких элементов, как теплообменник и нагреватель, может быть заключен в упомянутую теплоизоляцию.

10 В одном из вариантов осуществления указанный резистивный нагреватель может быть оборудован несущим компонентом для нагревательного элемента, в частности, проводом высокого сопротивления. Такой несущий компонент может содержать в себе герметизированный углерод. Герметизирующим материалом может выступать керамика, в частности, SiC. SiC может образовываться в результате  
15 проходящей при высокой температуре в вакуумной печи реакции Si с углеродом.

Нагреватель 415 устройства марки SunCell® может быть резистивным нагревателем либо индуктивно связанным нагревателем. Типичный нагреватель 415 устройства марки SunCell® оснащен резистивным нагревательным проводом марки Kanthal A-1 (из кантала), ферритного хром-алюминиевого сплава (сплава FeCrAl),  
20 способного поддерживать рабочие температуры до 1400 °C, а также обладающего большим удельным сопротивлением и хорошей стойкостью к окислению. Дополнительными марками сплава FeCrAl для подходящих нагревательных элементов служит по меньшей мере один из таких марок, как Kanthal APM, Kanthal AF, Kanthal D и Alkrothal. Нагревательный элемент, например, резистивный проволочный элемент,  
25 может содержать сплав NiCr, способный сохранять рабочие характеристики в диапазоне температур от 1100°C до 1200°C, например, по меньшей мере одной из таких марок, как Nikrothal 80, Nikrothal 70, Nikrothal 60 и Nikrothal 40. В порядке альтернативы, нагреватель 415 может содержать дисилицид молибдена (MoSi<sub>2</sub>), например, по меньшей мере одно из таких марок, как Kanthal Super 1700, Kanthal Super  
30 1800, Kanthal Super 1900, Kanthal Super RA, Kanthal Super ER, Kanthal Super HT и Kanthal Super NC, который способен в окислительной атмосфере сохранять рабочие характеристики в диапазоне температур от 1500°C до 1800°C. Нагревательный элемент может содержать дисилицид молибдена (MoSi<sub>2</sub>), легированный оксидом алюминия. Нагревательный элемент может иметь стойкое к окислению покрытие,  
35 например, покрытие из оксида алюминия. Нагревательный элемент резистивного нагревателя 415 может содержать SiC, способный сохранять рабочие характеристики при температуре до 1625°C.

Каждый из электромагнитных насосов может быть выполнен в виде одного из двух основных типов электромагнитных насосов для жидких металлов: кондукционного насоса переменного либо постоянного тока, в котором магнитное поле переменного либо постоянного тока создается поперек патрубка, содержащего жидкий металл, а переменный либо постоянный ток подается на жидкость через электроды, соединенные, соответственно, со стенками патрубка; а также индукционных насосов, в которых нужный ток, как в асинхронном электродвигателе, индуцируется бегущим полем, причем такой ток может пересекаться приложенным электромагнитным полем переменного тока. Индукционный насос может быть выполнен в одной из трех основных форм: кольцевой линейной, плоской линейной и спиральной. Указанные насосы могут быть выполнены в виде насосов, известных в данной области техники, например, механических и термоэлектрических. Механический насос может быть выполнен в виде центробежного насоса с рабочим колесом, приводимым в движение электродвигателем. Мощность электромагнитного насоса может быть постоянной либо импульсной, дабы производить необходимый, соответственно, постоянный либо импульсный впрыск расплавленного металла. Управление импульсным впрыском может осуществляться программным либо функциональным генератором. За счет импульсного впрыска в камере реакционной ячейки может поддерживаться присутствие импульсной плазмы. ЭМ-насос может быть выполнен в виде многоступенчатого насоса.

В одном из вариантов осуществления патрубков 5кб ЭМ-насоса будет оборудован прерывателем потока, предназначенным для производства прерывистого либо импульсного впрыска расплавленного металла. Указанный прерыватель может быть оборудован клапаном, в частности, клапаном с электронным управлением, который дополнительно оборудован контроллером. Указанный клапан может быть выполнен в виде электромагнитного клапана. В порядке альтернативы прерыватель может быть оборудован вращающимся диском с по меньшей мере одним проходом, который, периодически вращаясь, пересекает поток расплавленного металла и позволяет расплавленному металлу протекать сквозь этот проход, блокируя его поток секциями вращающегося диска, в которых проходы отсутствуют.

Насос для расплавленного металла может быть выполнен в виде насоса с подвижным магнитом (НПМ). Типичным промышленным ЭМ-насосом переменного тока является СМІ Novacast CA15, в котором системы нагрева и охлаждения могут быть модифицированы для поддержки перекачивания расплавленного металла.

В одном из вариантов осуществления ЭМ-насос может представлять собой индуктивный насос переменного тока, в котором воздействующая на расплавленный металл сила Лоренца создается изменяющимся во времени электрическим током, проходящим через такой расплавленный металл, и перекрестным синхронизированным

изменяющимся во времени магнитным полем. Проходящий через расплавленный металл изменяющийся во времени электрический ток может генерироваться под воздействием фарадеевской индукции первого изменяющегося во времени магнитного поля, производимого цепью обмотки трансформатора ЭМ-насоса. Источником  
5 первого изменяющегося во времени магнитного поля может быть первичная обмотка трансформатора, а расплавленный металл может служить в качестве вторичной обмотки трансформатора, например, одновитковой замкнутой обмотки, состоящей из трубной секции токового контура ЭМ-насоса и рециркуляционной секции токового контура ЭМ-насоса.

10 В одном из вариантов осуществления, в котором форсунка впрыска расплавленного металла будет оборудована по меньшей мере одним ЭМ-насосом, имеющим в своем составе источник тока и магниты, необходимые для создания силы  
накачки по принципу Лоренца, такие магниты 5k4 ЭМ-насоса могут представлять собой постоянные магниты либо электромагниты, в частности, электромагниты  
15 постоянного или переменного тока. В случае, когда указанными магнитами будут постоянные магниты либо электромагниты постоянного тока, источник тока ЭМ-нагнетания будет представлять собой источник питания постоянного тока. В случае, когда магниты 5k4 будут представлять собой электромагниты переменного тока, источник тока ЭМ-нагнетания, питающий ЭМ-шины 5k2, будет представлять собой  
20 источник питания переменного тока, который будет обеспечивать ток, совпадающий по фазе с электромагнитным полем ЭМ-насоса переменного тока, приложенным к патрубку 5k6 ЭМ-насоса для создания накачки по принципу Лоренца. В одном из вариантов осуществления, в котором магнит, в частности, электромагнит, будет погружен в коррозионно-активный хладагент, в частности, водяную баню, такой  
25 магнит, в частности, электромагнит, может быть герметизирован в герметизирующем материале, в частности, термопласте, покрытии либо кожухе, который может быть выполнен из немагнитного материала, в частности, кожухе из нержавеющей стали.

В еще одном из вариантов осуществления система воспламенения представляет собой индукционную систему, в которой источник электрической энергии,  
30 прилагаемой к проводящему расплавленному металлу с целью вызвать воспламенение реакции с образованием гидрино, обеспечивает индукционный ток, напряжение и мощность. Система воспламенения может представлять собой безэлектродную систему, в которой ток воспламенения прилагается в результате индукции, создаваемой установкой трансформатора индукционного воспламенения.  
35 Индукционный ток может протекать через поступающие из множества форсунок пересекающиеся потоки расплавленного металла, поддерживаемые насосами, например, ЭМ-насосами. В одном из вариантов осуществления резервуары 5с могут быть дополнительно оборудованы керамическим перекрестным соединительным

каналом, например, каналом, проходящим между нижними частями резервуаров 5с. Установка трансформатора индукционного воспламенения может иметь обмотку трансформатора индукционного воспламенения и ярмо трансформатора индукционного воспламенения, которые могут проходить через контур индукционного тока, образуемый резервуарами 5с, пересекающимися потоками расплавленного металла, поступающими из множества форсунок для впрыска расплавленного металла, и перекрестным соединительным каналом. Установка трансформатора индукционного воспламенения может быть аналогичной установке трансформатора индукционного воспламенения в схеме обмотки трансформатора ЭМ-насоса.

10 В одном из вариантов осуществления нагреватель, предназначенный для получения расплавленного металла, будет выполнен в виде резистивного нагревателя, в частности, резистивного нагревателя, оборудованного проводом, например, марки Kanthal либо другого, описанного в настоящем изобретении, провода. Резистивный нагреватель может быть выполнен в виде тугоплавкой резистивной нити или  
15 проволоки, которая может быть намотана на подлежащие нагреванию компоненты. Типичные резистивные нагревательные элементы и компоненты могут содержать высокотемпературные проводники, например, графит, нихром, нержавеющую сталь серии 300, сплавы Incoloy 800 и Inconel 600, 601, 718, 625, Haynes 230, 188, 214, никель, Hastelloy C, титан, тантал, молибден, TZM, рений, ниобий и вольфрам. Упомянутая  
20 нить или проволока может быть залита в заливочный компаунд для защиты от окисления. Для защиты от окисления нагревательный элемент в виде нити, проволоки либо сетки может эксплуатироваться в условиях вакуума. Типичный нагреватель оснащен резистивным нагревательным проводом марки Kanthal A-1 (из кантала), ферритного хром-алюминиевого сплава (сплава FeCrAl), способного поддерживать  
25 рабочие температуры до 1400 °С, а также обладающего большим удельным сопротивлением и хорошей стойкостью к окислению. Другой типичной нитью является марка Kanthal APM, образующая окалиностойкое оксидное покрытие, которое устойчиво к воздействию окислительных и науглероживающих сред и может эксплуатироваться при температуре до 1475°С. Коэффициент тепловых потерь при  
30 1375 К и излучательной способности 1 составляет 200 кВт/м<sup>2</sup> либо 0,2 Вт/см<sup>2</sup>. Имеющиеся в продаже резистивные нагреватели, работающие при температуре до 1475 К, имеют мощность 4,6 Вт/см<sup>2</sup>. Нагрев может быть увеличен за счет использования внешней по отношению к нагревательному элементу изоляции.

35 Типичный нагреватель 415 оснащен резистивным нагревательным проводом марки Kanthal A-1 (из кантала), ферритного хром-алюминиевого сплава (сплава FeCrAl), способного поддерживать рабочие температуры до 1400 °С, а также обладающего большим удельным сопротивлением и хорошей стойкостью к окислению. Дополнительными марками сплава FeCrAl для подходящих

нагревательных элементов служит по меньшей мере одна из таких марок, как Kanthal APM, Kanthal AF, Kanthal D и Alkrothal. Нагревательный элемент, например, резистивный проволочный элемент, может содержать сплав NiCr, способный сохранять рабочие характеристики в диапазоне температур от 1100°C до 1200°C, например, по меньшей мере одной из таких марок, как Nikrothal 80, Nikrothal 70, Nikrothal 60 и Nikrothal 40. В порядке альтернативы, нагреватель 415 может содержать дисилицид молибдена ( $\text{MoSi}_2$ ), например, по меньшей мере одно из таких марок, как Kanthal Super 1700, Kanthal Super 1800, Kanthal Super 1900, Kanthal Super RA, Kanthal Super ER, Kanthal Super HT и Kanthal Super NC, который способен в окислительной атмосфере сохранять рабочие характеристики в диапазоне температур от 1500°C до 1800°C. Нагревательный элемент может содержать дисилицид молибдена ( $\text{MoSi}_2$ ), легированный оксидом алюминия. Нагревательный элемент может иметь стойкое к окислению покрытие, например, покрытие из оксида алюминия. Нагревательный элемент резистивного нагревателя 415 может содержать SiC, способный сохранять рабочие характеристики при температуре до 1625°C. Нагреватель может быть оснащен изоляцией для повышения по меньшей мере одной из таких его характеристик, как производительность и эффективность. Изоляция может представлять собой керамический элемент, например, известный специалистам в данной области техники, в частности, изоляцию, выполненную алюмосиликата. Изоляция может быть по меньшей мере одной из таких типов, как съемная или обратимая. Изоляция может быть удалена после запуска с целью более эффективного переноса тепла к нужному приемнику, например, окружающей среде либо теплообменнику. Изоляция может быть удалена механическим способом. Изоляция может быть выполнена в виде камеры, способной поддерживать вакуум, а также насоса, причем задействуется такая изоляция путем создания вакуума, а в исходное положение возвращается путем добавления теплопередающего газа, например, благородного газа, в частности, гелия. Вакуумная камера с теплопередающим газом, например, гелием, который можно добавлять либо откачивать, может служить в качестве регулируемой изоляции.

Ток воспламенения может иметь изменяющееся во времени значение, например, с частотой примерно 60 Гц переменного тока, но может иметь и другие характеристики и формы токовой кривой, например, форму кривой постоянного либо переменного тока с частотой, находящейся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как от 1 Гц до 1 МГц, от 10 Гц до 10 кГц, от 10 Гц до 1 кГц и от 10 Гц до 100 Гц, пиковую силу тока, находящуюся по меньшей мере одним из таких диапазонов, как примерно от 1 А до 100 МА, от 10 А до 10 МА, от 100 А до 1 МА, от 100 А до 100 кА и от 1 кА до 100 кА, а также пиковое напряжение, находящееся по меньшей мере одним из таких диапазонов, как примерно от 1 В до 1 МВ, от 2 В до 100 кВ, от 3 В до 10 кВ, от 3 В до 1 кВ, от 2 В до 100 В и от 3 В до 30 В, причем такая

форма токовой кривой может иметь вид синусоиды, прямоугольного сигнала, треугольника либо другой нужной формы кривой, которая может представлять собой рабочий цикл, например, находящийся в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как от 1% до 99%, от 5% до 75% и от 10% до 50%. С целью минимизации скин-эффекта на высокой частоте обмотки системы воспламенения могут быть выполнены из по меньшей мере одного из таких типов проводов, как плетеный, многожильный и высокочастотный обмоточный провод. В одном из вариантов осуществления форма волны тока воспламенения, например, периодическая прямоугольная волна тока воспламенения, а также частота и рабочий цикл выбираются таким образом, чтобы оптимизировать по меньшей мере одну из таких величин, как выходная мощность и прирост мощности, определяемый по соотношению выходной мощности к мощности воспламенения. Типичная частотная прямоугольная волна находится в диапазоне от 1 до 500 Гц. В еще одном из типичных вариантов осуществления мощность воспламенения представляет собой повторяющуюся во времени структуру различных токов, например, прямоугольных волн, чередующихся между сильным током, например, на уровне 1500 А, и слабым током, например, на уровне 500 А, причем параметры ширины прямоугольных волн сильного и слабого токов могут быть одинаковыми либо разными.

## 20 Энергетическая система и конфигурация

В одном из типичных вариантов осуществления устройство марки SunCell®, оборудованное пьедесталом-электродом, показанным на фигуре 1, включает в себя (i) резервуар 5с с функцией впрыска, патрубком 5кб ЭМ-насоса и форсунку 5q, опорную плиту 409а резервуара и сферический купол камеры 5b31 реакционной ячейки, (ii) резервуар без функции впрыска, представляющий собой трубчатый резервуар 409d, могущий содержать НС, приваренный к нижней полусфере 5b41 с фланцем 409е трубчатого резервуара на конце такого трубчатого резервуара 409d, (iii) вставной резервуар 409f из электроизоляционного материала, имеющий в верхней части пьедестал 5с1 и в нижней части фланец вставного резервуара 409g, который сочленяется с фланцем 409е трубчатого резервуара, причем вставной резервуар 409f, пьедестал 5с, который может быть дополнительно оборудован каплеотводной кромкой 5с1а, и фланец 409g вставного резервуара могут содержать керамику, например, нитрид бора, стабилизированный BN, в частности, BN-CaO или BN-ZrO<sub>2</sub>, карбид кремния, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид гафния или кварц, либо тугоплавкий материал, например, тугоплавкий металл, графит или керамику с защитным покрытием, например, из SiC или ZrB<sub>2</sub>, в частности, из графита, содержащего SiC или ZrB<sub>2</sub>, а также (iv) опорную плиту 409а резервуара, например, содержащую НС, оборудованную проходом для шины 10а1 воспламенения, и шину 10

воспламенения, причем такая опорная плита крепится болтами к фланцу 409е трубчатого резервуара с размещенным между ними фланцем 409g вставного резервуара. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может быть оборудовано вакуумным корпусом, защищающим и герметично закрывающим соединение, состоящее из фланца 409е трубчатого резервуара, фланца 409g вставного резервуара и опорной плиты 409а резервуара, причем этот корпус электрически изолирован в месте подсоединения электродной шины 10. В одном из вариантов осуществления раструб 5q может быть навинчен на раструбную секцию патрубка 5k61 электромагнитного насоса. Такой раструб может содержать тугоплавкий металл, например, W, Ta, Re либо Mo. Этот раструб может находиться в погруженном состоянии.

В одном из вариантов осуществления, показанном на фигуре 1, перевернутый пьедестал 5с2, шина воспламенения и электрод 10, отличаются по меньшей мере одной из таких характеристик, как ориентирование примерно по центру ячейки 5b3 и выравнивание по отрицательной оси z, причем при соответствующих условиях по меньшей мере один противоэлектрод 5k61 с функцией впрыска выполняет впрыск расплавленного металла из его резервуара 5с в положительном направлении z против действия силы тяжести. При соответствующих условиях впрыскиваемый расплавленный поток может поддерживать покрытие либо ванну из жидкого металла на пьедестале 5с2 вопреки действию силы тяжести. Указанные ванна либо покрытие могут по меньшей мере частично покрывать электрод 10. Указанные ванна либо покрытие могут защитить электрод от таких повреждений, как коррозия или плавление. В последнем случае скорость ЭМ-перекачивания может быть увеличена с целью усиления охлаждения электрода за счет потока впрыскиваемого расплавленного металла. Для рассеивания локальных горячих точек с целью предотвращения плавления также могут быть увеличены площадь и толщина электрода. Пьедестал может иметь положительное смещение, а электрод с функцией впрыска может иметь отрицательное смещение. В еще одном из вариантов осуществления пьедестал может иметь отрицательное смещение, а электрод с функцией впрыска может иметь положительное смещение, причем электрод с функцией впрыска может быть погружен в расплавленный металл. Расплавленный металл, например, галлий либо олово, может отчасти заполнять нижнюю часть камеры 5b31 реакционной ячейки. Кроме покрытия или ванны из впрыскиваемого расплавленного металла, электрод 10, например, электрод из W, может быть стабилизирован для защиты от коррозии посредством приложенного отрицательного смещения. В одном из вариантов осуществления для защиты от коррозии электрод 10 может иметь покрытие, например, инертное проводящее покрытие, в частности, рениевое покрытие. В одном из вариантов осуществления электрод может охлаждаться. Охлаждение может снижать по меньшей

мере один из таких показателей, как скорость коррозии электрода и скорость образования сплава с расплавленным металлом (например, по сравнению с функционированием без охлаждения электрода). Охлаждение может осуществляться с помощью таких средств, как центральное водяное охлаждение. В одном из вариантов осуществления площадь поверхности инвертированного электрода увеличивается за счет увеличения размера поверхности, контактирующей по меньшей мере с одним из таких элементов, как плазма и поток расплавленного металла от электрода с функцией впрыска. В одном из типичных вариантов осуществления к концу электрода 10 будет крепиться большая пластина либо чаша. В еще одном из вариантов осуществления электрод с функцией впрыска для увеличения площади противоиэлектрода может находиться в погруженном состоянии. На фигуре 1 отобразена типичная камера реакционной ячейки сферической формы. К предмету настоящего изобретения относятся и другие геометрические формы, например, прямоугольная, кубическая, цилиндрическая и коническая. В одном из вариантов осуществления основание камеры реакционной ячейки, которым она соединяется с верхней частью резервуара, может иметь скошенную форму, например, коническую. Такая конфигурация может облегчать перемешивание расплавленного металла по мере его поступления во входной патрубков ЭМ-насоса. В одном варианте осуществления во избежание образования горячих точек на стенках камеры реакционной ячейки по меньшей мере часть внешней поверхности камеры реакционной ячейки может быть плакирована материалом, обладающим высоким коэффициентом теплопередачи, например, медью. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® оборудовано множеством насосов, например, ЭМ-насосов, предназначенных для впрыска расплавленного металла на стенки камеры реакционной ячейки для создания стенок из расплавленного металла, необходимых для предотвращения оплавления стенок плазмой в камере реакционной ячейки. В еще одном из вариантов осуществления во избежание образования горячих точек стенки камеры реакционной ячейки имеют футеровку 5b31a, например, выполненную из BN, кварцевого стекла или кварца. Типичная камера реакционной ячейки состоит из кубической верхней секции, футерованной кварцевыми пластинами, а также нижней сферической секции, в нижней части которой расположен ЭМ-насос, причем сферическая форма секции способствует перемешиванию расплавленного металла.

В одном из вариантов осуществления трубчатый резервуар 409d может содержать плотно прилегающий электрический изолятор шины воспламенения и электрода 10, благодаря чему расплавленный металл содержится почти исключительно в чаше либо на каплеотводной кромке 5c1a на конце перевернутого пьедестала 5c2. Вставной резервуар 409f, имеющий фланец 409g вставного резервуара, может быть смонтирован в камеру 5b3 ячейки с помощью опорной плиты 409a резервуара,

трубчатого резервуара 409d и фланца 409e трубчатого резервуара. Электрод может проникать сквозь опорную плиту 409a резервуара через проход 10a1 для электрода. Электрод может проникать сквозь опорную плиту 409a резервуара через проход 10a1 для электрода. В одном из вариантов осуществления вставной резервуар 409f может  
5 иметь покрытие на электродной шине 10. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких компонентов устройства марки SunCell®, как вставной резервуар 409f, футеровка или покрытие камеры реакционной ячейки и футеровка или покрытие шины, может содержать керамику, в частности, BN, кварц, диоксид титана, оксид алюминия, оксид иттрия, оксид гафния, диоксид циркония, карбид кремния,  
10 муллит либо смеси, либо одну из таких смесей, как  $ZrO_2-TiO_2-Y_2O_3$ ,  $TiO_2-Y_2O_3-Al_2O_3$  или другую, описываемую в данном изобретении, смесь, либо смесь, содержащую в себе по меньшей мере одно из таких веществ, как  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $MgO$ , BN, BN- $ZrO_2$ , BN- $B_2O_3$ , а также керамику, служащую для образования связей с металлом компонента, а затем с BN либо другой керамикой. Типичными  
15 композитными покрытиями с содержанием BN производства компании Oerlikon выступают Ni 13Cr 8Fe 3.5Al 6.5BN,  $ZrO_2$  9.5Dy $_2$ O $_3$  0.7BN,  $ZrO_2$  7.5Y $_2$ O $_3$  0.7BN, и Co 25Cr 5Al 0.27Y 1.75Si 15hBN. В одном из вариантов осуществления в качестве футеровки либо покрытия может служить подходящий металл, подходящая керамика либо подходящий графит с покрытием из BN. Подходящий металл либо подходящая  
20 керамика способны выполнять свои функции при температуре устройства марки SunCell®, обеспечивающей сцепление с BN-покрытием. В одном из вариантов осуществления связующий материал в компоненте устройства марки SunCell®, в частности, в трубчатом резервуаре 409d, футеровке или покрытии камеры реакционной ячейки либо футеровке или покрытии шины, может быть сформован по меньшей мере  
25 одним из таким способом, как нагревание и обработка в вакууме. В порядке альтернативы на керамике может быть сформировано либо на нее может быть нанесено пассивированное покрытие. В одном из типичных вариантов осуществления BN окисляют, в результате чего образуется пассивирующее покрытие  $B_2O_3$ .

Патрубок 5кб ЭМ-насоса может быть выполнен из материала, иметь футеровку  
30 или покрытие из материала, который устойчив к образованию сплава с галлием либо оловом, в частности, по меньшей мере из одного из таких веществ, как W, Ta, Re, Mo, BN, оксид алюминия, муллит, диоксид кремния, кварц, диоксид циркония, оксид гафния, диоксид титана либо другое, описываемое в данном изобретении, вещество. В одном из вариантов осуществления патрубков, футеровка или покрытие насоса будут  
35 содержать в себе графит. Графит может быть нанесен с использованием таких суспензионных средств, как распыление или жидкое покрытие, которое отверждается и дегазируется. В одном из типичных вариантов осуществления для заполнения патрубка насоса в него будет залита графитовая суспензия, которая далее будет

отверждена, после чего в патрубке будет выточен канал для формирования на стенках графитовой футеровки. В одном из вариантов осуществления металл с графитовым покрытием, например, Ni, может обладать устойчивостью к образованию при высокой температуре карбида. В одном из вариантов осуществления патрубков 5кб ЭМ-насоса может представлять собой металлический патрубок, который будет заполнен футеровочным материалом либо материалом для образования покрытия, в частности, BN, который далее высверливается в форме указанного насосного патрубка. Патрубок ЭМ-насоса может представлять собой сборный узел, состоящий из множества деталей. Эти детали могут быть выполнены из материала, иметь футеровку или покрытия из материала, устойчивого к образованию сплава с галлием либо оловом. В одном из вариантов осуществления такие детали могут быть покрываться и собираться отдельно. Указанный узел может включать в себя по меньшей мере одно из таких элементов, как корпус, в который будет помещено две противоположные шины 5к2, впускной канал для жидкого металла и выпускной канал для жидкого металла, а также средство для герметизации корпуса, например, марки Swageloks. В одном из вариантов осуществления шины 5к2 ЭМ-насоса могут иметь проводящую часть, контактирующую с галлием либо оловом внутри патрубка ЭМ-насоса, которая будет устойчива к образованию сплава с галлием либо оловом. Такая проводящая часть может быть выполнена из стойкого к образованию сплавов материала, в частности, из Ta, W, Re, Ir или Mo, либо может иметь стойкие к образованию сплавов плакировку или покрытие, нанесенные на другой металл, в частности, нержавеющую сталь, например, с содержанием Ta, W, Re, Ir или Mo.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано впускной вертикальной трубкой 5qa, предназначенной для предотвращения потока горячего галлия либо олова в нижнюю часть 5kk1 резервуара и подавления образования сплава с галлием либо оловом. Нижняя часть 5kk1 резервуара может иметь футеровку, облицовку или покрытие, предназначенные для подавления образования сплава с галлием либо оловом.

В одном из вариантов осуществления для обеспечения надежного электрического контакта между шинами 5к2 ЭМ-насоса и расплавленным металлом в патрубке 5кб ЭМ-насоса указанное покрытие наносится перед присоединением шин ЭМ-насоса с помощью таких средств, как сварка. В порядке альтернативы перед началом эксплуатации любое покрытие может быть удалено с проникающих в расплавленный металл шин с помощью известных в данной области техники технологий, в частности, истирания, абляции или травления.

В еще одном из вариантов осуществления фланец 409g вставного резервуара может быть заменен вводным каналом, вмонтированным в опорную плиту 409a резервуара, который обеспечивает электрическую изоляцию шины 10 вводного канала

и пьедестала 5c1 либо вставного резервуара 409f от опорной плиты 409a резервуара. Вводной канал может быть приварен к опорной плите резервуара. Типичным вводным каналом, оборудованным шиной 10, является изделие с артикулом № FA10775 производства компании Solid Sealing Technology, Inc. Шина 10 может быть соединена с электродом 8 или же шина 10 с электродом 8 могут представлять собой единый элемент. Опорная плита резервуара может быть непосредственно соединена с фланцем трубчатого резервуара. Соединение может быть выполнено из фланцев марки ConFlat, которые скрепляются болтами с использованием промежуточной прокладки. Такие фланцы могут иметь острые кромки, необходимые для уплотнения прокладки из мягкого металла, например, меди или посеребренной меди, либо танталовую прокладку или уплотнительное кольцо. Фланцы могут иметь покрытие, выполненное, например, из жаростойкой краски, оксида алюминия, CrC, TiN, Ta либо иного, описываемого в настоящем изобретении, материала, предотвращающего образование сплава с расплавленным металлом. Прокладка или уплотнительное кольцо, выполненные, например, из Ta, могут обладать устойчивостью к образованию сплавов. В одном из вариантов осуществления фланцы могут быть заменены плоскими металлическими пластинами (без болтовых отверстий), например, кольцевыми элементами, расположенными по периметру каждого соединяемого элемента. Указанные пластины могут, будучи сваренными вместе по внешним краям, образовывать шов. Разрезав либо сошлифовав этот шов, можно будет разделить две пластины. Керамический пьедестал 5c1, оборудованный вставным резервуаром 409f, может быть утоплен в опорную плиту 409a резервуара раззенкованными отверстиями, причем соединение между пьедесталом и опорной плитой резервуара может быть уплотнено с помощью прокладки, например, графитовой прокладки либо другой, описываемой в настоящем изобретении, прокладки. На том конце, где происходит разряд плазмы, электрод 8 и шина 10 могут иметь концевую пластину. Для уплотнения соединения между пьедесталом и опорной плитой резервуара к прокладке может быть приложено давление. Это выполняется путем нажатия на диск, который, в свою очередь, оказывает давление на прокладку. Диски могут быть навинчены на конец электрода 8 таким образом, чтобы при повороте диск оказывал давление на прокладку. Вводный канал может быть оборудован кольцевой втулкой, которая соединяется с шиной и электродом. Такая втулка может быть оснащена резьбовым установочным винтом, который при затягивании фиксирует электрод в нужном положении. Такое положение может быть зафиксировано с помощью прокладки, находящейся под натяжением, создаваемым концевым диском, тянущим пьедестал кверху. Пьедестал 5c1 может быть оснащен валом, необходимым для доступа к установочному винту. Вал может иметь резьбу, позволяющую его герметично зафиксировать на внешней поверхности пьедестала с помощью непроводящего

установочного винта, например, керамического винта, в частности, выполненного из BN, причем сам пьедестал может содержать BN, например, BN-ZrO<sub>2</sub>. В еще одном из вариантов осуществления шина 10 и электрод 8 могут быть оснащены стержнями, которые могут соединяться встык. В одном из вариантов осуществления пьедестал 5с1 может быть оснащен двумя или более резьбовыми металлическими валами, каждый из которых будет оборудован установочным винтом, которые затягиваясь на шине 10 либо на электроде 8 фиксируют их на месте под натяжением. Натяжение может обеспечивать соединение по меньшей мере одного из таких элементов, как шина 10 и электрод 8, и наличие давления на прокладку. В порядке альтернативы противозлектрод будет оснащен укороченным изолирующим пьедесталом 5с1, причем по меньшей мере один из таких элементов, как электрод 8 и шина 10, будет иметь такую наружную резьбу, шайбу и соответствующую гайку с внутренней резьбой, чтобы гайка и шайба затягивались на укороченном изолирующем пьедестале 5с1. В порядке альтернативы электрод 8 может иметь наружную резьбу на конце, который ввинчивается в соответствующую внутреннюю резьбу на конце шины 10, при этом электрод 8 будет дополнительно иметь стопорную шайбу, которая будет прижимать укороченный изолирующий пьедестал 5с1 к шайбе пьедестала и к опорной плите 409а резервуара, которая может быть утоплена. Противозлектрод может быть оснащен другими известными специалистам средствами крепления пьедестала, шины и электрода.

В еще одном из вариантов осуществления по меньшей мере одно уплотнение, например, (i) уплотнение между фланцем 409g вставного резервуара и фланцем 409е трубчатого резервуара, а также (ii) уплотнение между опорной плитой 409а резервуара и фланцем 409е трубчатого резервуара, может быть выполнено в виде мокрого уплотнения (см. фигуру 1). В последнем случае фланец 409g вставного резервуара может быть заменен вводным каналом, смонтированным в опорную плиту 409а резервуара, который обеспечивает электрическую изоляцию шины 10 вводного канала и пьедестала 5с1 от опорной плиты 409а резервуара, а мокрое уплотнение может представлять собой уплотнение между опорной плитой 409а резервуара и вводным каналом. Поскольку галлий либо олово образует оксид с температурой плавления 1900°C, мокрое уплотнение может содержать твердый оксид галлия либо олова.

В одном из вариантов осуществления водород может подаваться в ячейку через проницаемую для водорода мембрану, например, структурно усиленную мембрану из Pd-Ag либо ниобия. Скорость проникновения водорода через проницаемую для водорода мембрану может увеличиваться посредством поддержания плазмы на внешней поверхности проницаемой мембраны. Устройство марки SunCell® может иметь полупроницаемую мембрану, которая может представлять собой электрод плазменной ячейки, в частности, катод плазменной ячейки (например, ячейки с

тлеющим разрядом). Устройство марки SunCell®, например, устройство, показанное на фигуре 1, может быть дополнительно оборудовано внешней герметичной плазменной камерой, оснащенной наружными стенками, окружающими часть стенок ячейки 5b3, причем часть металлических стенок ячейки 5b3 представляет собой электрод плазменной ячейки. Герметичная плазменная камера может представлять собой камеру, расположенную вокруг ячейки 5b3, например, корпус, причем стенки ячейки 5b3 могут представлять собой электрод плазменной ячейки, а сам корпус либо расположенный в камере независимый электрод может представлять собой противоэлектрод. Устройство марки SunCell® может дополнительно включать в себя источник питания плазмы, а также систему управления плазмой, источник газа, например, резервуар подачи газообразного водорода, устройство контроля и регулирования подачи водорода, а также вакуумный насос.

Указанная система может функционировать через получение двух плазм. Исходная реакционная смесь, в частности, нестехиометрическая смесь  $H_2/O_2$  (например, смесь  $H_2/O_2$ , содержащая в себе менее 20 %, или менее 10 %, или менее 5 %, или менее 3 %  $O_2$ , молярной концентрации в смеси), может проходить через плазменную ячейку, в частности, с тлеющим разрядом, с образованием реакционной смеси, способной вступать в каталитические реакции, обладающие экзотермичностью, достаточной для получения описываемой в настоящем документе плазмы. К примеру, нестехиометрическая смесь  $H_2/O_2$  может проходить сквозь тлеющий разряд с образованием потока атомарного водорода и образующейся  $H_2O$  (например, смесь с содержанием воды в той концентрации и с той внутренней энергией, которых достаточно для предотвращения образования водородных связей); образуемый тлеющим разрядом поток может быть направлен в реакционную камеру, где между двумя электродами (например, с пропусканием между ними расплавленного металла) будет проводиться ток. При взаимодействии такого потока со смещенным расплавленным металлом (например, галлием либо оловом), к примеру, при образовании тока дугового разряда, будет инициироваться каталитическая реакция с участием образующейся воды и атомарного водорода. Указанная энергетическая система может включать в себя:

- а) плазменную ячейку (например, ячейку с тлеющим разрядом);
  - б) набор электродов, который находится в электрическом контакте друг с другом через протекающий между ними расплавленный металл, что позволяет прилагать к расплавленному металлу напряжение смещения;
  - в) систему впрыска расплавленного металла, пропускающую расплавленный металл между электродами;
- причем исходящий из плазменной ячейки поток будет ориентировано на смещенный расплавленный металл (например, на положительный электрод либо анод).

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано по меньшей мере одним из таких элементов, как керамический резервуар 5с и керамическая камера 5b31 реакционной ячейки, в частности, из кварца.

Устройство марки SunCell® может быть оборудовано двумя цилиндрическими камерами 5b31 реакционной ячейки, каждая из которых будет иметь в нижней части резервуар, причем такие камеры реакционной ячейки будут соединены в верхней части по стыку, где они пересекаются, как показано на фигуре 8А-В. В одном из вариантов осуществления вершина, образованная пересечением камер 5b31 реакционной ячейки, может включать в себя уплотнение с прокладкой, в частности, два фланца, соединяющиеся болтами с промежуточной прокладкой, в частности, графитовой прокладкой, предназначенной для поглощения теплового расширения и других напряженных состояний. Каждый резервуар может быть оборудован средством, в частности, впускной вертикальной трубкой 5qa, предназначенным для поддержания в резервуаре усредненного по времени уровня расплавленного металла. Нижняя часть каждого резервуара может быть оборудована резервуарным фланцем 5k17, который может быть герметично присоединен к опорной плите 5kk1, в которую будет установлен ЭМ насосный агрегат 5kk, включающий в себя ЭМ-насос 5ka с отверстиями под впускной и нагнетательный патрубок 5kb1, а также расположенные под каждой опорной плитой ЭМ-магниты 5k4 и патрубок 5kb ЭМ-насоса. В одном из вариантов осуществления постоянные магниты 5k4 ЭМ-насоса (см. фигуры 8А-В) могут быть заменены электромагнитами, в частности, электромагнитами постоянного или переменного тока. В случае, когда магниты 5k4 будут представлять собой электромагниты переменного тока, источник тока ЭМ-нагнетания, питающий ЭМ-шины 5k2, будет представлять собой источник питания переменного тока, который будет обеспечивать ток, совпадающий по фазе с электромагнитным полем ЭМ-насоса переменного тока, приложенным к патрубку 5kb ЭМ-насоса для создания накачки по принципу Лоренца. Каждый ЭМ насосный агрегат 5kk может крепиться к резервуарному фланцу под тем же углом, что и соответствующий резервуар 5с, что позволяет резервуарному фланцу располагаться перпендикулярно наклонному резервуару. ЭМ насосный агрегат 5kk может быть размещен на скользящем столе 409с (см. фигуры 8В-Г), опоры 409к которого будут установлены и выровнены по соответствующим наклонным ЭМ насосным агрегатам 5kk и резервуарам 5с. В одном из вариантов осуществления каждый ЭМ насосный агрегат 5kk может состоять из множества ЭМ насосных ступеней, в частности, из двух ступеней, каждая из которых будет оборудована магнитами 5k4, например, постоянными магнитами или электромагнитами, и ЭМ-шинами 5k2, и которые могут быть установлены на общий патрубок 5kb ЭМ-насоса резервуара 5с. ЭМ насосные ступени могут быть последовательно либо параллельно соединены друг с другом в пространстве между

входом и выходом насоса. В одном из типичных вариантов осуществления каждый из ЭМ-насосов будет иметь две ступени, причем шины 5k2 ЭМ обеих ступеней могут быть параллельно либо последовательно соединены между собой, а сами ЭМ-насосы могут питаться от отдельных источников питания либо от одного и того же источника

5 питания через последовательное соединение между ЭМ-насосами, каждый из которых может иметь множество ступеней, например, две ступени. Опорные элементы 409k устройства марки SunCell могут быть выполнены в виде талрепов, которые могут выставляться на любую высоту и фиксироваться контргайками. Упомянутая опорная плита может герметично крепиться к резервуару с помощью мокрого уплотнения. В

10 одном из вариантов осуществления мокрое уплотнение будет представлять собой сплав расплавленного металла с, по меньшей мере, одним другим металлом. Данный сплав может обладать более высокой температурой плавления, чем расплавленный металл. Этот сплав может образовываться в результате нанесения по меньшей мере одного другого металла на участок формирования желаемого мокрого уплотнения. В

15 порядке альтернативы, описываемое в настоящем изобретении мокрое уплотнение может быть заменено клейким веществом либо клеевым соединением, например, соединением между кварцем, графитом либо керамикой и металлом либо металлом с покрытием, причем это покрытие может представлять собой покрытие, описываемое в настоящем изобретении, например, жаростойкую краску, клейкое вещество на основе

20 диоксида циркония марки Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE, 940SS, 903 HP, 908 или 904, а также покрытие на основе диоксида циркония, например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ . Типичными клейкими веществами выступают клейкие вещества на основе диоксида циркония марки Cotronics Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE, 940SS, 903 HP, 908 либо 904, покрытие на основе

25 диоксида циркония, например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ , а также марки Durabond, в частности, RK454. Эта опорная плита может быть дополнительно оснащена проходами, в каждый из которых будет помещен патрубок для отвода газов из камеры 5b31 реакционной ячейки либо для подачи газов в камеру 5b31 реакционной ячейки, в которой будет предусмотрена зона соединения

30 резервуаров. Указанный резервуар может быть дополнительно оборудован по меньшей мере одним патрубком 710 для впрыска газа и резервуарным вакуумным патрубком 711, причем по меньшей мере один патрубок может проходить выше уровня расплавленного металла. По меньшей мере один из таких элементов, как трубопровод для впрыска газа 710 и вакуумный трубопровод 711, может быть оборудован колпаком,

35 в частности графитовым колпаком, либо кожухом, в частности, графитовым кожухом, имеющим боковые отверстия для обеспечения потока газа при, по меньшей мере частичном, блокирования поступления расплавленного металла в патрубок. В еще одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как

трубопровод для впрыска газа 710 и вакуумный трубопровод 711, может иметь U-образную форму со стороны входа в камеру реакционной ячейки и, в необязательном порядке, установленную в этом отверстии фритту либо сальник, обеспечивающие поток газа и предотвращающие попадание расплавленного металла. В другой

5 конструкции секция соединенных резервуаров может иметь горизонтальный срез, и к такой срезанной секции может быть присоединен вертикальный цилиндр. Этот цилиндр может быть дополнительно оборудован герметизирующей верхней пластиной, в частности, выполненной из кварца, либо может присоединяться к сужающемуся-расширяющемуся раструбу МГД-преобразователя или к полости, в

10 которой расположено PV-окно. В порядке альтернативы вертикальное цилиндрическое PV-окно может иметь другую геометрию, например, прямоугольной либо многогранной полости. Указанная верхняя пластина может иметь по меньшей мере один проход, предназначенный для таких трубопроводов, как вакуумные и газоподающие трубопроводы. В одном из вариантов осуществления кварц может быть

15 помещен в плотно прилегающий корпус, обеспечивающий защиту от внешней деформации кварца вследствие эксплуатации при высокой температуре и высоком давлении. Указанный корпус может быть выполнен по меньшей мере из одного из таких материалов, как графит, керамика и металл, обладающих высокой температурой плавления и устойчивостью к деформации под воздействием высокой температуры.

20 Типичные корпуса будут выполнены из по меньшей мере одного из таких материалов, как нержавеющая сталь, С, W, Re, Ta, Mo, Nb, Ir, Ru, Hf, Tc, Rh, V, Cr, Zr, Pa, Pt, Th, Lu, Ti, Pd, Tm, Sc, Fe, Y, Er, Co, Ho, Ni и Dy. По меньшей мере одно уплотнение для компонента устройства марки SunCell, например, для резервуаров 5с, камеры 5b31 реакционной ячейки, сужающегося-расширяющегося раструба либо секции 307 МГД-раструба, секции 308 МГД-расширения или МГД-генерации, секции 309 МГД-

25 конденсации, проходов для МГД-электродов, шины 5k2 электромагнитного насоса и шины 5k2a1 резервуара воспламенения, например, в виде стержня, проходящего сквозь опорную плиту резервуара, либо соединения с опорной плитой резервуара, что подает питание воспламенения на расплавленный металл резервуара, может представлять собой мокрое уплотнение. В одном из типичных вариантов осуществления резервуарный фланец 5k17 будет иметь оборудованное мокрым уплотнением

30 соединение с опорной плитой 5kk1, причем внешний периметр фланца может охлаждаться с помощью контура 5k18 охлаждения, в частности, контура водяного охлаждения.

35 В еще одном из типичных вариантов осуществления патрубков ЭМ-насоса будет оснащен футеровкой, в частности, выполненной из BN, а по меньшей мере один из таких элементов, как шина 5k2 электромагнитного насоса и шина 5k2a1 резервуара воспламенения, будет оснащен мокрым уплотнением. В одном из вариантов

осуществления, например, включающем в себя PV-окно, патрубок 5к6 ЭМ-насоса может быть выполнен из материала, например, тантала, который препятствует образованию сплава с расплавленным металлом, например, оловом либо галлием. ЭМ-шины могут представлять собой приварные детали, например, приварные танталовые

5 шины 5к2. Патрубок 5к6 ЭМ-насоса, например, выполненный из тантала, может быть соединен с опорной плитой 5кк1 с помощью соединительного элемента, например, марки Swagelok, либо приварен к опорной плите 5кк1 с помощью сварного шва, например, выполненного методом диффузионной сварки. В одном из типичных вариантов осуществления диффузионная сварка между опорной плитой из

10 нержавеющей стали и выполненным из тантала ЭМ-насосом может представлять собой вставку из чистого металла, например, из меди, никеля либо железа. Диффузионная сварка может быть выполнена с использованием печи, лазера или иного, известного в данной области техники, метода. Зона сваривания может иметь покрытие либо футеровку, защищающие ее от образования сплава с расплавленными металлами. В

15 еще одном из типичных вариантов осуществления патрубков выполненного из тантала ЭМ-насоса, оборудованный приварными танталовыми ЭМ-шинами, будет приварен к патрубку, выполненному из ковара, а затем приварен к патрубку, выполненному из нержавеющей стали, который будет соединен с опорной плитой резервуара. Это соединение может быть выполнено в виде припоя, например, припоя с использованием

20 сплава PdNiAu (AMS 4785, т.пл. = 1135°C) или марки Palco либо аналогичного припоя, например, доступного по ссылке: <https://www.morganbrazealloys.com/en-gb/products/brazing-alloys/precious-brazing-filler-metals/>. Указанные покрытие либо футеровка могут представлять собой покрытие либо футеровку, описываемые в настоящем изобретении. В одном из типичных вариантов осуществления покрытие

25 может представлять собой графитовую пасту (например, марки Agamco Graphibond 551) либо жаростойкую краску марки VHT.

В одном из вариантов осуществления, показанном на фигурах 8F-G, по меньшей мере один из таких элементов, как ЭМ насосный агрегат 914а резервуара прерывания, оборудованный резервуаром 5с, расположенным под фланцем 914

30 электрического прерывателя и соответствующим электромагнитным насосным агрегатом 5кк, и резервуарный ЭМ насосный агрегат 915а, оборудованный резервуаром, расположенным под резервуарным фланцем 915 и соответствующим электромагнитным насосным агрегатом 5кк, может состоять из материала либо покрыт или плакирован материалом, включая W, Ta либо графит, который обладает

35 устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом, например, галлием либо оловом. Типичным графитовым покрытием может выступать Agemco Products Graphitic Bond 551RN. Уплотнение по меньшей мере одного из таких элементов, как фланцы 914 электрического прерывателя либо резервуарные фланцы 915, может

представлять собой прокладку, например, фланцевую прокладку марки Conflat, в частности, выполненную из меди либо посеребренной меди, графитовую прокладку, мокрое уплотнение и другое, описываемое в настоящем изобретении, уплотнение.

В другом из вариантов осуществления каждая шина 5k2 ЭМ-насоса может быть оборудована электрическим вводом, например, способным выдерживать высокую температуру, в частности, в диапазоне от 450°C до 2000°C. Типичным вводом ЭМ-шины выступает MPF A0106-5-W (<https://mpfpi.com/shop/power-feedthroughs/watercooled/12kv/a0106-5-w/>). Ввод может охладиться, например, по меньшей мере одним из таких способов, как принудительного воздушного, водяного, кондуктивного и конвекционного охлаждения, с использованием теплообменника. Для защиты от теплового отказа ввод может быть оборудован опорным изолятором, расположенным между патрубком 5k6 ЭМ-насоса и припаянным к корпусу ввода керамическим элементом, причем такой керамический элемент будет электрически изолировать проводник, проходящий сквозь него по центру ввода. Проводник ввода ЭМ-шины может быть выполнен из металла или металла с покрытием, например, W, Ta, либо из нержавеющей стали с покрытием, например, нержавеющей стали с карбидным или нитридным покрытием, в частности, TiN, CrN, WC, CrC, или нержавеющей стали с хромовым покрытием, или нержавеющей стали с графитовым покрытием, которые обладают проводимостью и устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом. Припой может обладать высокой температурой плавления, например, выше 600°C. Типичными припоями выступают сплав Cu(72)-Ag(28), медь, АВА, золотой АВА, сплав PdNiAu (AMS 4785, т.пл. = 1135°C) либо припой марки Palого или аналогичный припой, например, доступный по ссылке: <https://www.morganbrazealloys.com/en-gb/products/brazing-alloys/precious-brazing-filler-metals/>.

В одном из вариантов осуществления керамический элемент устройства марки SunCell®, в частности, выполненный из кварца, будет установлен на металлическую опорную плиту 5kk1 (см. фигуру 8B), причем мокрое уплотнение будет иметь ведущий в резервуар 5с проход, позволяющий находящемуся в резервуаре расплавленному металлу, в частности, серебру, контактировать с затвердевшим расплавленным металлом на опорной плите 5kk1 каждого ЭМ насосного агрегата с образованием такого мокрого уплотнения. Каждая опорная плита может быть соединена с выводом источника питания воспламенения, в частности, источника питания постоянного или переменного тока, в связи с чем указанное мокрое уплотнение может также служить шиной для питания воспламенения. ЭМ-насос может представлять собой индукционный насос переменного тока. Керамическое устройство марки SunCell® может состоять из множества компонентов, в частности, ЭМ-насосов, резервуаров, камеры реакционной ячейки и термофотоэлектрических (ТФЭ-)компонентов,

герметизированных с помощью фланцевых соединений с прокладками, которые могут быть стянуты болтами. Указанные прокладки могут быть выполнены из графита либо керамики, например, термикулита.

Рений (т.пл. 3185 °С) устойчив к воздействию галлия либо олова, галинстана, серебра и меди и устойчив к окислению кислородом и водой, а также смесью для реакции с образованием гидрино, в частности, смесью с содержанием кислорода и воды; таким образом, он может служить покрытием для металлических компонентов, в частности, имеющихся в ЭМ насосных агрегатах 5kk, например, опорной плиты 5kk1, патрубка 5к6 ЭМ-насоса, шин 5к2 ЭМ-насоса, форсунок 5к61 ЭМ-насоса, раструба 5q ЭМ-насоса, впускных вертикальных трубок 5qa, газовых трубопроводов 710 и вакуумного трубопровода 711. Указанные компоненты могут покрываться рением методом электроосаждения, вакуумного напыления, химического осаждения и другими, известными в данной области техники, способами. В одном из вариантов осуществления шины либо электрические соединения в местах проходов, в частности, шины 5к2 ЭМ-насоса либо проходы для МГД-электродов в канале 308 МГД-генератора, могут быть выполнены из сплошного рения, герметизированного в местах проходов с помощью мокрых уплотнений.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуры 8А-В) нагреватель, предназначенный для расплавления металла с образованием расплавленного металла, будет представлять собой резистивный нагреватель, в частности, нагреватель из провода марки Kanthal, расположенный вокруг резервуаров 5с и камеры 5b31 реакционной ячейки, в частности, с содержанием кварца. ЭМ-насос 5kk может состоять из теплопередающих блоков, предназначенных для отвода тепла от резервуаров 5с к патрубку 5к6 ЭМ-насоса. В одном из типичных вариантов осуществления указанный нагреватель будет представлять собой спираль из провода марки Kanthal, обернутую вокруг резервуаров и камеры реакционной ячейки, причем прикрепленные к патрубкам 5к6 ЭМ-насоса графитовые теплопередающие блоки с керамической теплопередающей пастой будут отводить тепло к патрубкам для плавления в них металла. Для улучшения отвода тепла к патрубку ЭМ-насоса, в результате чего в патрубке ЭМ-насоса происходит плавление, могут использоваться патрубки ЭМ-насоса большего диаметра. Компоненты, в которых будет содержаться расплавленный металл, могут быть надежно теплоизолированы с помощью изоляции, в частности, из керамического волокна либо другой, известной в данной области техники, высокотемпературной изоляции. Во избежание термического удара указанные компоненты могут нагреваться медленно.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано нагревателем, в частности, резистивным нагревателем. Такой нагреватель может представлять собой печь либо топку, расположенную по меньшей

мере над одним из таких элементов, как камера реакционной ячейки, резервуары и патрубки ЭМ-насоса. В том варианте осуществления, в котором патрубки ЭМ-насоса будут расположены внутри печи, магниты ЭМ-насоса и мокрое уплотнение могут избирательно теплоизолироваться и охлаждаться системой охлаждения, в частности, системой водяного охлаждения. В одном из вариантов осуществления каждый резервуар может быть оборудован теплоизолятором, расположенным на опорной плите в нижней части расплавленного металла, в частности, керамическим изолятором. Этот изолятор может быть выполнен из BN либо пластичной керамики, в частности, оксида алюминия, оксида магния, диоксида кремния, диоксида цирконий либо оксида гафния. Указанный керамический изолятор, расположенный в нижней части расплавленного металла, может иметь проходы, предназначенные для впускного патрубка и форсунки ЭМ-насоса, газового и вакуумного трубопроводов, термопары и шины воспламенения, непосредственно контактирующей с расплавленным металлом. В одном из вариантов осуществления упомянутый теплоизолятор будет позволять расплавленному металлу плавиться в нижней части резервуара за счет снижения теплотерь на опорную плиту и охлаждение мокрого уплотнения. Для увеличения теплопередачи от расплавленного металла в резервуаре к расплавленному металлу в патрубке ЭМ-насоса может быть увеличен диаметр впускного патрубка ЭМ-насоса. Патрубок ЭМ-насос может состоять из теплопередающих блоков, предназначенных для отвода тепла от прохода для впускного патрубка к патрубку ЭМ-насоса.

В одном из вариантов осуществления опорная плита 5kk1 может быть выполнена из огнеупорного материала либо металла, в частности, из нержавеющей стали, С, W, Re, Ta, Mo, Nb, Ir, Ru, Hf, Tc, Rh, V, Cr, Zr, Pa, Pt, Th, Lu, Ti, Pd, Tm, Sc, Fe, Y, Er, Co, Ho, Ni и Dy, который может быть покрыт футеровкой или плакировкой, в частности, описываемой в данном изобретении, устойчивой по меньшей мере к одному из таких явлений, как коррозия по воздействию по меньшей мере одного из таких веществ, как O<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O, и образование сплава с расплавленным металлом, в частности, галлием, оловом либо серебром. В одном из вариантов осуществления патрубков ЭМ-насоса может иметь футеровку либо плакировку из материала, предотвращающего коррозию либо образование сплавов. ЭМ-шины могут быть выполнены с использованием проводника, устойчивого по меньшей мере к одному из таких воздействий, как коррозия или образование сплавов. Типичные шины ЭМ-насосов, в которых расплавленным металлом выступает галлий либо олово, выполняются из Ta, W, Re и Ir. Типичные шины ЭМ-насосов, в которых расплавленным металлом выступает серебро, выполняются из W, Ta, Re, Ni, Co и Cr. В одном из вариантов осуществления ЭМ-шины могут быть выполнены с использованием графита либо металла с высокой температурой плавления, на который может наноситься электропроводящее покрытие, препятствующее образованию сплава с расплавленным

металлом, в частности, по меньшей мере одним из таких металлов, как галлий либо олово и серебро. Типичные покрытия будут представлять собой карбид или диборид, в частности, титана, циркония и гафния.

В одном из вариантов осуществления, в котором расплавленный металл, в частности, медь, галлий либо олово, может образовывать сплав с опорной плитой, в частности, выполненной из нержавеющей стали, такая опорная плита будет иметь футеровку либо покрытие из материала, не образующего сплавов, в частности, Ta, W, Re либо керамики, например, BN, муллита или диоксидциркония-диоксидтитана-оксидиттрия.

В одном из вариантов осуществления устройства марки SunCell®, показанном на фигурах 8А-В, расплавленный металл будет представлять собой галлий, олово либо галинстан, уплотнения на опорной плите 5kk1 будут представлять собой прокладки, в частности, витоновые уплотнительные кольца либо графитовые (графойловые) прокладки, а диаметр впускных вертикальных трубок 5qa будет достаточно большим, чтобы уровни расплавленного металла в резервуарах 5с поддерживались даже при почти постоянном потоке впрыскиваемого расплавленного металла из обоих резервуаров. Диаметр каждой впускной вертикальной трубки должен быть больше, чем у варианта осуществления с применением в качестве расплавленного металла серебра, дабы можно было преодолеть более высокую вязкость галлия, олова и галинстана. Диаметр впускной вертикальной трубки может находиться в диапазоне примерно от 3 мм до 2 см. Опорная плита 5kk1 может быть выполнена из нержавеющей стали, удерживаемой при температуре ниже примерно 500 °С, или может иметь керамическое покрытие, необходимое для предотвращения образования сплава с галлием либо оловом. Типичными покрытиями опорной плиты выступают муллит и ZrY.

В одном из вариантов осуществления мокрое уплотнение прохода может представлять собой ниппель, частично пропускающий расплавленное серебро, которое сливается с затвердевшим серебряным электродом. В одном из типичных вариантов осуществления шины 5k2 ЭМ-насоса будут оборудованы влажным уплотнением, представляющим собой оснащенный внутренним керамическим покрытием патрубков 5kb ЭМ-насоса с установленными на противоположных концах ниппелями, проходя через которые расплавленное серебро контактирует с затвердевшим участком, представляющим собой соединитель питания ЭМ-насоса, при этом по меньшей мере одна шина может быть в необязательном порядке дополнительно оборудована соединителем под один вывод источника энергии воспламенения.

Патрубок 5kb ЭМ-насоса может быть выполнен из материала, иметь футеровку или покрытие из материала, который устойчив к образованию сплава с галлием, оловом либо серебром, в частности, по меньшей мере из одного из таких веществ, как

W, Ta, Re, Ir, Mo, BN, оксид алюминия, муллит, диоксид кремния, кварц, диоксид циркония, оксид гафния, диоксид титана либо другое, описываемое в данном изобретении, вещество. В одном из вариантов осуществления патрубков, футеровка или покрытие насоса будут содержать в себе графит. Графит может быть нанесен с использованием таких суспензионных средств, как распыление или жидкое покрытие, которое отверждается и дегазируется. В одном из вариантов осуществления металл с графитовым покрытием, например, Ni, может обладать устойчивостью к образованию при высокой температуре карбида. В одном из вариантов осуществления патрубков 5кб ЭМ-насоса может представлять собой металлический патрубок, который будет

5

10

15

20

25

30

35

заполнен футеровочным материалом либо материалом для образования покрытия, в частности, BN, который далее высверливается в форме указанного насосного патрубка. Указанный патрубок ЭМ-насоса может быть сегментирован либо представлять собой сборный узел, состоящий из множества деталей (см. фигуру 7С). Эти детали могут быть выполнены из материала, в частности, Ta, иметь футеровку или покрытия из материала, устойчивого к образованию сплава с галлием либо оловом. В одном из вариантов осуществления такие детали могут быть покрываться и собираться отдельно. Указанный узел может включать в себя по меньшей мере одно из таких элементов, как корпус, в который будет помещено две противоположные шины 5к2, впускной канал для жидкого металла и выпускной канал для жидкого металла, а также средство для герметизации корпуса, например, марки Swageloks. В одном из вариантов осуществления шины 5к2 ЭМ-насоса могут иметь проводящую часть, контактирующую с галлием либо оловом внутри патрубка ЭМ-насоса, которая будет устойчива к образованию сплава с галлием либо оловом. Такая проводящая часть может быть выполнена из стойкого к образованию сплавов материала, в частности, из Ta, W, Re или Mo, либо может иметь стойкие к образованию сплавов облицовку или покрытие, нанесенные на другой металл, в частности, нержавеющую сталь, например, с содержанием Ta, W, Re, Ir либо Mo. В одном из вариантов осуществления для защиты внешней стороны от окисления внешняя сторона либо патрубок ЭМ-насоса, в частности, из Ta или W, может покрываться либо облицовываться описываемыми в настоящем изобретении обливоочными либо плакировочными материалами. В типичных вариантах осуществления танталовый патрубок ЭМ-насоса может покрываться Re, ZrY или муллитом либо плакироваться нержавеющей сталью (SS), причем плакировка внешней стороны такого танталового патрубка ЭМ-насоса может состоять из отдельных элементов из нержавеющей стали, соединенных вместе с помощью сварочных швов либо рассчитанного на экстремальные температуры клея для нержавеющей стали, в частности, марки J-B Weld 37901.

В одном из вариантов осуществления упомянутая футеровка может быть выполнена из тонкостенного гибкого металла, устойчивого к сплавлению с галлием

либо оловом, в частности, может представлять собой вкладыш в патрубок, выполненный из W, Ta, Re, Ir, Mo или Ta, который может быть вставлен в патрубок 5k6 ЭМ-насоса, выполненный из другого металла, в частности, из нержавеющей стали. Такой вкладыш может быть вставлен в предварительно отформованный патрубок ЭМ-насоса либо в прямую трубу, которую затем будут гнуть. После того, в отформованный патрубок ЭМ-насоса будет вставлен указанный вкладыш, шины 5k2 ЭМ-насоса могут быть присоединены с помощью таких средств, как сварка. С помощью обжимного фитинга либо уплотнительного материала, в частности, графитового либо керамического герметика, вкладыш патрубка ЭМ-насоса может образовывать с шинами 5k2 ЭМ-насоса герметичное уплотнение.

В одном из вариантов осуществления, в котором по меньшей мере одно из таких веществ, как расплавленный металл и любой образующийся из такого расплавленного металла сплав, может выделять газ с образованием пограничного слоя газа, препятствующего ЭМ-прокачиванию путем по меньшей мере частичного блокирования лоренцевого тока, для разрушения такого пограничного слоя газа патрубок ЭМ-насоса в точке размещения магнитов 5k4 может быть расположен вертикально.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® оборудовано подавителем помех, служащим средством для ослабления либо устранения любых помех между источником электропитания цепи воспламенения и источником электропитания ЭМ-насоса 5kk. Подавитель помех может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как один или более элементов электрической схемы и один или более контроллеров, предназначенных для регулирования относительного напряжения, относительной силы, полярности, формы кривой и продолжительности включения токов системы воспламенения и ЭМ-насоса с целью предотвращения помех между двумя соответствующими источниками питания.

Устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано фотоэлектрическим (PV) преобразователем, а также окном для передачи светового излучения на PV-преобразователь. В одном из вариантов осуществления, показанном на фигурах 2-3, устройство марки SunCell® оборудовано камерой 5b3 1 реакционной ячейки со сужающимся поперечным сечением вдоль вертикальной оси, а также PV-окном 5b4, расположенном в точке максимального его сужения. Окно с примыкающим к нему сужением может иметь любую нужную геометрию, позволяющую вместить PV-массив 26a, например, круглой (см. фигуру 2) либо квадратной или прямоугольной (см. фигуру 3) формы. Указанное сужение может подавлять металлизацию PV-окна 5b4, чем обеспечивает эффективное преобразование фотоэлектрическим (PV) преобразователем 26a светового излучения в электрическую энергию. PV-преобразователь 26a может быть оборудован плотным приемным

массивом концентрационных PV-элементов, например, PV-элементов, описываемых в настоящем изобретении, а также может быть дополнительно оборудован системой охлаждения, например, системой, состоящей из микроканальных пластин. PV-окно 5b4 может иметь покрытие, подавляющее металлизацию. PV-окно может охлаждаться с целью предотвращения термического разрушения такого покрытия PV-окна.

Устройство марки SunCell® может быть оборудовано по меньшей мере одним частично перевернутым пьедесталом 5c2, имеющим на своем конце чашу или каплеотводную кромку 5c1a, аналогичную той, которая показана на фигуре 1, за исключением того, что вертикальная ось каждого пьедестала и электрода 10 может быть ориентирована под углом относительно вертикали либо оси Z. Такой угол может находиться в диапазоне от 1° до 90°. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один противоэлектрод с функцией впрыска 5k61 при соответствующих условиях выполняет впрыск расплавленного металла из своего резервуара 5с наклонно в положительном направлении z против действия силы тяжести. Впрыскиваемое нагнетание может обеспечиваться ЭМ насосным агрегатом 5kk, смонтированным на скользящем столе 409с ЭМ насосного агрегата. В типичных вариантах осуществления частично перевернутый пьедестал 5c2 и противоэлектрод с функцией впрыска 5k61 будут выровнены по оси под углом 135° к горизонтали или оси x, как показано на фигуре 2, либо выровнены по оси под углом 45° к горизонтали или оси x, как показано на фигуре 3. Вставной резервуар 409f, имеющий фланец 409g вставного резервуара, может быть вмонтирован в камеру 5b3 ячейки с помощью опорной плиты 409а резервуара, трубчатого резервуара 409d и фланца 409е трубчатого резервуара. Электрод может проникать сквозь опорную плиту 409а резервуара через проход 10a1 для электрода. Раструб 5q электрода с функцией впрыска может быть погружен в жидкий металл, например, жидкий галлий либо жидкое олово, содержащийся в нижней части камеры 5b31 реакционной ячейки и резервуаре 5с. Газы могут подаваться в камеру 5b31 реакционной ячейки, или же эта камера может опорожняться через газовые лючки, например, 409h.

В одном из альтернативных вариантов осуществления, показанном на фигуре 4, устройство марки SunCell® оборудовано камерой 5b31 реакционной ячейки со сужающимся поперечным сечением вдоль отрицательной вертикальной оси и PV-окном 5b4 на конце большего диаметра сужения, представляющего собой верх камеры 5b31 реакционной ячейки, противоположного сужения варианта осуществления, показанного на фигурах 2-3. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® оборудовано камерой 5b31 реакционной ячейки, имеющей геометрию правильного цилиндра. Впрыскивающий раструб и противоэлектрод в виде пьедестала могут быть выровнены по вертикальной оси на противоположных концах цилиндра либо по линии, проходящей под наклоном к вертикальной оси.

В варианте осуществления, представленном на фигурах 2 и 3, электрод 10 и PV-панель 26a могут меняться местами и ориентациями таким образом, чтобы форсунка 5k6 для впрыска расплавленного металла и раструб 5q впрыскивали расплавленный металл по вертикали к противоэлектроду 10, а производимое плазмой световое излучение поступало на PV-панель 26a.

Устройство марки SunCell может быть оборудовано прозрачным окном, служащим в качестве источника светового излучения, для значений длины волн которого такое окно является прозрачным. Устройство марки SunCell может быть оборудовано излучателем Планка 5b4c, который может служить в качестве источника светового излучения абсолютно черного тела. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® оснащено источником светового излучения (например, получаемой в результате реакции плазмы), причем излучаемый сквозь окно свет плазмы гидрино используется для таких практических целей, как освещение помещений, улиц, коммерческое или промышленное освещение либо обогрев или технологические процессы, например, химической обработки или литографии.

В одном из вариантов осуществления верхний электрод будет представлять собой положительный электрод. Устройство марки SunCell может быть оборудовано оптическим окном и расположенной за положительным электродом фотоэлектрической (PV-)панелью. Указанный положительный электрод может выполнять функцию излучателя Планка, обеспечивающего по меньшей мере один из таких процессов, как нагрев, освещение и подсвечивание PV-панели. В последнем случае подсвечивания PV-панели из падающего света будет генерироваться электрическая энергия. В одном из вариантов осуществления указанное оптическое окно может состоять из вакуумонепроницаемого внешнего окна и внутреннего вращающегося окна, предотвращающего налипание на такое внутренне окно расплавленного металла и его затемнение. В одном из вариантов осуществления указанный положительный электрод может нагревать излучатель Планка, который, свою очередь, будет излучать свет, попадающий через PV-окно на PV-панель. Такой излучатель Планка может подключаться к положительному электроду для того, чтобы получать от него тепло как за счет теплопроводности, так и за счет излучения. Излучатель Планка может быть выполнен из тугоплавкого металла, в частности, вольфрама (т.пл. = 3 422 °C) или тантала (т.пл. = 3 020 °C), или из керамики, в частности, описываемой в данном изобретении, например, одной или более из группы, в которую входят графит (температура сублимации = 3 642 °C), бориды, карбиды, нитриды и оксиды, в числе которых оксиды металлов, например, оксид алюминия, диоксид циркония, стабилизированный оксидом иттрия диоксид циркония, оксид магния, оксид гафния или диоксид тория (ThO<sub>2</sub>); дибориды переходных металлов, например, борид гафния (HfB<sub>2</sub>), диборид циркония (ZrB<sub>2</sub>) или борид ниобия (NbB<sub>2</sub>);

нитриды металлов, например, нитрид гафния (HfN), нитрид циркония (ZrN), нитрид титана (TiN), и карбиды, например, карбид вольфрама (WC), карбид титана (TiC), карбид циркония или карбид тантала (TaC), а также связанные с ними композитные соединения. Типичными керамиками, обладающими требующейся высокой температурой плавления, выступают оксид магния (MgO) (т.пл. = 2 852°C), оксид циркония (ZrO) (т.пл. = 2 715°C), нитрид бора (BN) (т.пл. = 2 973°C), диоксид циркония (ZrO<sub>2</sub>) (т.пл. = 2 715 °C), борид гафния (HfB<sub>2</sub>) (т.пл. = 3 380°C), карбид вольфрама (WC) (т.пл. = 2 785 °C – 2 830 °C) карбид гафния (HfC) (т.пл. = 3 900°C), Ta<sub>4</sub>HfC<sub>5</sub> (т.пл. = 4 000°C), Ta<sub>4</sub>HfC<sub>5</sub>TaX<sub>4</sub>HfCX<sub>5</sub> (4 215°C), нитрид гафния (HfN) (т.пл. = 3 385°C), диборид циркония (ZrB<sub>2</sub>) (т.пл. = 3 246°C), карбид циркония (ZrC) (т.пл. = 3 400°C), нитрид циркония (ZrN) (т.пл. = 2 950°C), борид титана (TiB<sub>2</sub>) (т.пл. = 3 225°C), карбид титана (TiC) (т.пл. = 3 100°C), нитрид титана (TiN) (т.пл. = 2 950°C), карбид кремния (SiC) (т.пл. = 2 820°C), борид тантала (TaB<sub>2</sub>) (т.пл. = 3 040°C), карбид тантала (TaC) (т.пл. = 3 800°C), нитрид тантала (TaN) (т.пл. = 2 700°C), карбид ниобия (NbC) (т.пл. = 3 490°C), нитрид ниобия (NbN) (т.пл. = 2 573°C), карбид ванадия (VC) (т.пл. = 2 810°C) и нитрид ванадия (VN) (т.пл. = 2 050°C).

Для предотвращения короткого замыкания на стенку электрод-излучатель может иметь диаметр меньше, чем диаметр стенки или футеровки камеры реакционной ячейки. Стенка либо футеровка камеры реакционной ячейки может быть оборудована непроводящим кольцом, например, кварцевым либо керамическим кольцом, расположенным позади электрода-излучателя, дабы не допускать контакта с окном расплавленного металла, позволяя проходить к окну световому излучению, по меньшей мере через один из таких элементов, как кольцо и открытый центр кольца. В первом случае кольцо может быть прозрачным.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® оборудовано системой индукционного воспламенения с перекрестным соединительным каналом резервуаров 414, насосом, например, индукционным ЭМ-насосом, кондукционным ЭМ-насосом либо механическим насосом, расположенным в резервуаре с функцией впрыска, а также резервуаром без функции впрыска, который выполняет функцию противозлектрода. Перекрестный соединительный канал резервуаров 414 может представлять собой средство ограничения потока, предназначенное для того, чтобы резервуар без функции впрыска мог поддерживаться в почти заполненном состоянии. В одном из вариантов осуществления перекрестный соединительный канал резервуаров 414 может содержать проводящий материал, который не обладает текучестью, например, твердый проводящий материал, например, твердое серебро.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуру 5) устройство марки SunCell® оборудовано токовой перемычкой либо соединительным кабелем 414а резервуара между катодной и анодной шинами либо токовыми перемычками. Корпус 5b3 ячейки

может содержать непроводящий материал или же корпус 5b3 ячейки может содержать проводящий материал, например, нержавеющей сталь, причем по меньшей мере один электрод электрически изолирован от корпуса 5b3 ячейки с тем, чтобы между электродами принудительно протекал индукционный ток. Токовая перемычка либо соединительный кабель может соединять между собой по меньшей мере один из таких элементов, как электрод-пьедестал 8 и по меньшей мере одну из электрических перемычек с ЭМ-насосом и шиной, контактирующих с металлом в резервуаре 5с ЭМ-насоса. Катод и анод устройства марки SunCell®, например, те, что показаны на фигурах 1-4, выполненные в виде электрода-пьедестала, например, перевернутого пьедестала 5с2 либо пьедестала 5с2, расположенного под углом к оси z, могут иметь электрическую перемычку, соединяющую такие анод и катод, образующие замкнутый токовый контур за счет потока расплавленного металла, нагнетаемого по меньшей мере одним ЭМ-насосом 5kk. Такой поток металла может замыкать электропроводящий контур, контактируя по меньшей мере с одним из таких узлов, как форсунка 5k61 и 5q ЭМ-насоса для впрыска расплавленного металла либо металл в резервуаре 5с, а также электрод пьедестала. Устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано трансформатором 401 воспламенения с ярмом 402, расположенным в замкнутом проводящем контуре, который предназначен для индуцирования тока в расплавленном металле контура, выполняющего функцию закороченной вторичной обмотки с единым контуром. Трансформаторы 401 и 402 могут индуцировать в замкнутом токовом контуре ток воспламенения. В одном из типичных вариантов осуществления первичная обмотка может функционировать при частоте, находящейся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как от 1 Гц до 100 кГц, от 10 Гц до 10 кГц и от 60 Гц до 2000 Гц, входное напряжение может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 10 В до 10 МВ, от 50 В до 1 МВ, от 50 В до 100 кВ, от 50 В до 10 кВ, от 50 В до 1 кВ и от 100 В до 480 В, сила входного тока может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 1 А до 1 МА, от 10 до 100 кА, от 10 до 10 кА, от 10 до 1 кА и от 30 до 200 А, напряжение воспламенения может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 0,1 В до 100 кВ, от 1 В до 10 кВ, от 1 В до 1 кВ и от 1 В до 50 В, а сила тока воспламенения может находиться в диапазоне примерно от 10 А до 1 МА, от 100 А до 100 кА, от 100 А до 10 кА и от 100 А до 5 кА. В одном из вариантов осуществления плазменный газ может представлять собой любой газ, например, по меньшей мере один из таких газов, как благородный газ, водород, водяной пар, диоксид углерода, азот, кислород и воздух. Давление такого газа может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 1 микроторра до 100 атм., от 1 миллиторра до 10 атм., от 100 миллиторр до 5 атм. и от 1 торра до 1 атм.

Сам трансформатор питался от источника переменного тока с частотой 1000 Гц. В одном из вариантов осуществления трансформатор воспламенения может питаться от частотно-регулируемого привода, например, однофазного частотно-регулируемого привода (ЧРП). В одном из вариантов осуществления входная мощность ЧРП будет согласована таким образом, чтобы обеспечивать выходное напряжение и силу

5

выходного тока, которые, в свою очередь, обеспечивают необходимые напряжение и силу тока воспламенения, причем количество витков и калибр провода подбираются под соответствующие выходное напряжение и силу выходного тока ЧРП.

10

Индукционный ток воспламенения может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 10 А до 100 кА, от 100 А до 10 кА и от 100 А до 5 кА. Индукционное напряжение воспламенения может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как от 0,5 В до 1 кВ, от 1 В до 100 В и от 1 В до 10 В.

15

Частота может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 1 Гц до 100 кГц, 10 Гц до 10 кГц и от 10 Гц до 1 кГц. Типичным ЧРП будет однофазный ЧРП марки АТО с выходной мощностью 7,5 кВт, напряжением 220–240 В и частотой 500 Гц.

20

Другой типичный прошедший испытания вариант осуществления представлял собой выполненное из пирекса устройство марки SunCell®, оборудованное одним электродом в виде ЭМ-насоса-форсунки и противоэлектродом в виде пьедестала, а также проходящим между ними соединительным кабелем 414а, например, устройство марки SunCell®, представленное на фигуре 5. Форсунка для впрыска расплавленного металла, оборудованная электромагнитным насосом постоянного тока, закачивала поток Галинстана, который, соединяясь с противоэлектродом в виде пьедестала, замыкал токовый контур, состоящий из указанного потока, резервуара ЭМ-насоса и соединительного кабеля, соединенного с каждого конца с шиной соответствующего электрода и проходящего через первичную обмотку трансформатора с частотой 60 Гц. Контур этот выполнял функцию закороченной обмотки, являвшейся вторичной к первичной трансформаторной обмотке с 60 Гц. Индуцированный ток во вторичной обмотке поддерживал плазму в атмосферном воздухе при низком энергопотреблении.

25

30

Индукционная система воспламенения обеспечивает функционирование описываемого в настоящем изобретении генератора энергии марки SunCell® с использованием расплавленного металла на основе серебра, галлия либо олова, в котором реагенты гидрино подаются в камеру реакционной ячейки в соответствии с настоящим изобретением. В частности, (i) первичный контур трансформатора воспламенения работал с частотой 60 Гц, (ii) входное напряжение составляло в пиковом значении 300 В, а (iii) сила входного тока – в пиковом значении 29 А. Максимальная сила индукционного тока воспламенения плазмы составляла 1,38 кА.

35

В одном из вариантов осуществления источник электроэнергии либо энергии воспламенения представляет собой источник непостоянного тока (не-DC), например, источник зависящего от времени тока, в частности, источник импульсного либо переменного тока (AC). В пиковом значении сила ток может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как от 10 А до 100 МА, от 100 А до 10 МА, от 100 А до 1 МА, от 100 А до 100 кА, от 100 А до 10 кА и от 100 А до 1 кА. В пиковом значении напряжение может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как от 0,5 В до 1 кВ, от 1 В до 100 В и от 1 В до 10 В. В одном из вариантов осуществления источник питания ЭМ-насоса и система воспламенения переменного тока могут быть выбраны таким образом, дабы избежать вывода, который бы приводил к возникновению по меньшей мере одного из таких явлений, как неэффективное ЭМ-перекачивание и искажение необходимой формы волны воспламенения.

В одном из вариантов осуществления источник электроэнергии, необходимый для подачи тока воспламенения либо питания источника энергии воспламенения, может представлять собой по меньшей мере один из таких источников, как источник питания постоянного, переменного, постоянного-переменного тока, например, источник, питаемый по меньшей мере одним из таких типов тока, как переменный ток, постоянный ток либо постоянно-переменный ток, в частности, импульсный источник питания, частотно-регулируемый привод (ЧРП), преобразователь переменного тока в переменный ток, преобразователь постоянного тока в постоянный ток и преобразователь переменного тока в постоянный ток, преобразователь постоянного тока в переменный ток, выпрямитель, двухполупериодный выпрямитель, инвертор, генератор на основе массива фотоэлектрических элементов, магнетогидродинамический генератор и традиционный генератор энергии, например, генератор, работающий по циклу Ренкина либо Брайтона, термоэлектронный генератор и термоэлектрический генератор. Для выработки необходимого тока воспламенения источник энергии воспламенения может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов цепи, как переход, БТИЗ, индуктор, трансформатор, конденсатор, выпрямитель, мостовое соединение, например, H-образное, резистор, операционный усилитель либо другой элемент цепи или энергопреобразующее устройство, известные в данной области техники. В одном из типичных вариантов осуществления источник энергии воспламенения может представлять собой источник двухполупериодного выпрямленного высокочастотного тока, например, подающего положительные прямоугольные импульсы с коэффициентом заполнения примерно от 50%. Частота может находиться в диапазоне от 60 Гц до 100 Гц. Типичный источник энергии обеспечивает электропитание примерно с напряжением 30-40 В и силой тока 3000-5000 А при частоте, находящейся в диапазоне от 10 до 40 кГц. В одном из

вариантов осуществления электрическая энергия, необходимая для подачи тока  
воспламенения, может подаваться от конденсаторной батареи, заряженной до уровня  
начального напряжения смещения, например, в диапазоне от 1 В до 100 В, которая  
может быть последовательно соединена с трансформатором либо источником питания  
5 переменного тока, причем результирующее напряжение может представлять собой  
напряжение постоянного тока с модуляцией переменным током. Компонент  
постоянного тока может затухать со скоростью, зависящей от постоянной времени его  
нормального разряда, или же время разряда может увеличиваться либо исключаться,  
причем сам источник энергии воспламенения будет дополнительно оборудован  
10 источником питания постоянного тока, выполняющим перезарядку конденсаторной  
батареи. Компонент напряжения постоянного тока может способствовать  
инициированию плазмы, причем плазма может в последующем поддерживаться при  
более низком напряжении. Указанный источник энергии воспламенения, в частности,  
конденсаторная батарея, может быть оборудован быстродействующим выключателем,  
15 в частности, выключателем, управляемый серводвигателем или соленоидом,  
предназначенным для подключения и отключения подачи на электроды энергии  
воспламенения.

Скорость прохождения реакции с образованием гидрино может повышаться с  
увеличением силы тока; однако постоянные ток и мощность могут привести к  
20 термическому повреждению устройства марки SunCell. Источник энергии  
воспламенения устройства марки SunCell может включать в себя зарядный источник  
питания, конденсаторную батарею, например, состоящую из множества  
суперконденсаторов, датчик напряжения, контроллер и выключатель воспламенения.  
Во избежание термического повреждения при достижении высокой кинетики реакции  
25 с образованием гидрино можно периодически осуществлять подачу сильного тока.  
Такая периодическая подача тока воспламенения может осуществляться путем  
непрерывной зарядки конденсаторной батареи с помощью источника питания,  
например, источника питания постоянного тока. Приведение в действие выключателя  
воспламенения может разряжать, а затем разряжая конденсаторную батарею  
30 посредством приведения в действие выключателя воспламенения, приводить к разрядке  
с уровня первой уставки напряжения до уровня второй более низкой уставки  
напряжения, задаваемой контроллером по сигналу датчика напряжения. Например,  
первая и вторая уставки напряжения могут быть выбраны таким образом, чтобы  
пиковый ток воспламенения во время разрядки конденсаторов был больше зарядного  
35 тока от источника питания постоянного тока.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких  
элементов, как плазма гидрино и ток воспламенения, может представлять собой ток  
дугового разряда. Ток дугового разряда может иметь такую характеристику, при

которой чем выше будет сила тока, тем ниже – напряжение. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как стенки камеры реакционной ячейки и электроды, будут выбраны таким образом, дабы образовывать и поддерживать по меньшей мере один из таких элементов, как плазма гидрино и ток воспламенения, который представляет собой ток дугового разряда, причем с очень низким напряжением при очень высокой силе тока. Плотность тока может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как от 1 А/см<sup>2</sup> до 100 МА/см<sup>2</sup>, от 10 А/см<sup>2</sup> до 10 МА/см<sup>2</sup>, от 100 А/см<sup>2</sup> до 10 МА/см<sup>2</sup>, а также от 1 кА/см<sup>2</sup> до 1 МА/см<sup>2</sup>.

В одном из вариантов осуществления система воспламенения может прикладываться к плазме большую пусковую мощность, а затем со снижением сопротивления уменьшать мощность воспламенения. Сопротивление может снижаться вследствие по меньшей мере одного из таких явлений, как увеличение проводимости вследствие восстановления любого оксида в цепи воспламенения, например, на электродах или в потоке расплавленного металла, а также образование плазмы. В одном из типичных вариантов осуществления система воспламенения оборудована конденсаторной батареей, последовательно соединенной с источником переменного тока, необходимого для производства модуляции переменным током мощного постоянного тока, причем с разрядом конденсаторов происходит падение напряжения постоянного тока, и сохраняется лишь более низкая мощность переменного либо постоянного тока.

В одном из вариантов осуществления электрод-пьедестал 8 может быть утоплен во вставном резервуаре 409f, причем перекачиваемый расплавленный металл, заполняя карман, например, 5c1a, будет динамически образовывать ванну расплавленного металла, контактирующего с электродом-пьедесталом 8. Электрод-пьедестал 8 может содержать проводящий материал, который при рабочей температуре устройства марки SunCell® не образует сплава с расплавленным металлом, например, галлием либо оловом. Типичный электрод-пьедестал 8 содержит вольфрам, тантал, нержавеющую сталь либо молибден, причем при рабочей температуре ниже 600°C Мо с галлием сплава, например, Mo<sub>3</sub>Ga, не образует. В одном из вариантов осуществления входной патрубков ЭМ-насоса может быть оснащен фильтром 5qa1, например, ситом либо сеткой, который, пропуская галлий либо олово, блокирует частицы сплава. Для увеличения площади поверхности такой фильтр может проходить по меньшей мере в одном из таких направлений, как по вертикали и по горизонтали, и соединяться с впускным патрубком. Фильтр может содержать материал, обладающий устойчивостью к образованию сплава с галлием либо оловом, например, нержавеющую сталь (НС), тантал либо вольфрам. Типичный впускной фильтр будет представлять собой цилиндр из нержавеющей стали, диаметр которого равен диаметру входного отверстия, но который приподнят по вертикали. Этот фильтр может

периодически очищаться в рамках регламентных работ по техническому обслуживанию.

В одном из вариантов осуществления избирательный электрод без функции впрыска можно периодически погружать в расплавленный металл для его охлаждения.

5 В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано впрыскивающим ЭМ-насосом и его резервуаром 5с, а также по меньшей мере одним дополнительным ЭМ-насосом и может быть оборудован еще одним резервуаром для дополнительного ЭМ-насоса. Используя дополнительный резервуар, дополнительный ЭМ-насос, может выполнять по меньшей мере одну из таких операций, (i) реверсивное  
10 закачивание расплавленного металла в камеру реакционной ячейки для периодического погружения электрода без функции впрыска с целью его охлаждения и (ii) закачивание расплавленного металла на электрод без функции впрыска с целью его охлаждения. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано резервуаром охлаждающей жидкости, наполненным охлаждающей жидкостью, насосом  
15 охлаждающей жидкости для циркуляции охлаждающей жидкости через электрод без функции впрыска, а также теплообменником для отвода тепла от охлаждающей жидкости. В одном из вариантов осуществления электрод без функции впрыска может иметь канал либо канюлю для охлаждающей жидкости, например, воды, солевого расплава, расплавленного металла либо другой, известный в данной области техники,  
20 охлаждающей жидкости, предназначенной для охлаждения электрода без функции впрыска.

В перевернутом варианте осуществления, показанном на фигуре 1, устройство марки SunCell® развернуто на 180° таким образом, чтобы электрод без функции  
25 впрыска был расположен в нижней части ячейки, а электрод с функцией впрыска – в верхней части камеры реакционной ячейки, дабы впрыск расплавленного металла происходил вдоль отрицательной оси z. По меньшей мере один таких электродов, как электрод без функции впрыска и электрод с функцией впрыска, может быть  
30 смонтирован в соответствующую плиту и с помощью соответствующего фланцевого уплотнения может быть соединен с камерой реакционной ячейки. Указанное уплотнение может представлять собой прокладку, которая содержит материал, не образующий сплава с галлием либо оловом, например, Ta, W либо керамику, в частности, описываемую в настоящем изобретении либо известную в данной области техники. Резервуаром может служить секция камеры реакционной ячейки в нижней ее части, прежний резервуар может быть исключен, а ЭМ-насос может быть оборудован  
35 впускной вертикальной трубкой, расположенной в новом нижнем резервуаре, который может проходить через нижнюю опорную плиту, соединяться с патрубком ЭМ-насоса, и подавать на ЭМ-насос поток расплавленного металла, причем выпускная часть патрубка ЭМ-насоса будет проходить через верхнюю плиту и соединяется с раструбом

внутри камеры реакционной ячейки. Во время работы ЭМ-насос может перекачивать расплавленный металл из нижнего резервуара и впрыскивать его в электрод без функции впрыска 8 в нижней части камеры реакционной ячейки. Перевернутое устройство марки SunCell® может охлаждаться за счет мощного потока галлия либо олова, впрыскиваемого электродом с функцией впрыска в верхнюю часть ячейки. Электрод без функции впрыска 8 может иметь вогнутую полость для сбора галлия либо олова, необходимого для лучшего охлаждения этого электрода. В одном из вариантов осуществления электрод без функции впрыска может выполнять функцию положительного электрода; однако противоположная полярность также будет представлять собой вариант осуществления, описываемый в настоящем изобретении.

В одном из вариантов осуществления электрод 8 может охлаждаться за счет испускаемого излучения. Для увеличения теплопередачи может быть увеличена площадь излучающей поверхности. В одном из вариантов осуществления шина 10 может быть оборудована присоединенными радиаторами, например, лопаточными радиаторами, в частности, плоскими пластинами. Указанные пластины могут присоединяться путем крепления торца кромки вдоль оси шины 10. Лопатки могут быть скомпонованы в форме лопастного колеса. Лопатки могут нагреваться за счет кондуктивной передачи тепла от шины 10, которая может нагреваться по меньшей мере одним из таких источников, как резистивный ток воспламенения и реакция с образованием гидрино. Радиаторы, в частности, лопатки, могут содержать тугоплавкий металл, например, Ta, Re или W.

В одном из вариантов осуществления PV-окно может быть оборудовано электростатическим осадителем (ESP), который будет расположен перед PV-окном и предназначен для блокирования частиц оксида, в частности, оксида металла. ESP может состоять из трубки с центральным электродом коронного разряда, в частности, центральным проводом, и источника питания высокого напряжения, вызывающего разряд, в частности, коронный разряд на проводе. Такой разряд может заряжать частицы оксида, которые могут притягиваться и мигрировать к стенке трубки ESP, где они могут подвергаться по меньшей мере одной из таких операций, как сбор и удаление. Стенка трубки ESP может быть тщательно отполирована, чтобы отражать световое излучение из камеры реакционной ячейки в PV-окно и к PV-преобразователю, в частности, плотному массиву приемников концентраторных PV-элементов.

В одном из вариантов осуществления система PV-окна будет оборудована по меньшей мере одним из таких элементов, как прозрачная вращающаяся перегородка, расположенная перед неподвижным герметичным окном, причем и первое и второе находится в плоскости  $xu$  для того, чтобы свет распространялся вдоль оси  $z$ , и окно, которое может вращаться в плоскости  $xu$  для того, чтобы свет распространялся вдоль оси  $z$ . Типичный вариант осуществления будет представлять собой вращающийся

прозрачный диск, например, экран четкого обзора ([https://en.wikipedia.org/wiki/Clear\\_view\\_screen](https://en.wikipedia.org/wiki/Clear_view_screen)), который может включать в себя по меньшей мере один из таких элементов, как перегородка и окно. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано системой коронного разряда, состоящей из отрицательного электрода, противоэлектрода и источника энергии разряда. В одном из типичных вариантов осуществления отрицательный электрод может представлять собой стержень, иглу либо провод, что может располагаться вблизи от PV-перегородки или PV-окна, в частности, вращающегося. Противоэлектродом может выступать корпус ячейки. Коронный разряд может поддерживаться рядом с PV-окном с целью отрицательного заряжения по меньшей мере одного из таких элементов, как частицы, образующиеся в процессе выработки энергии, в частности, оксида металла, и PV-перегородки либо PV-окна, с тем, чтобы указанные частицы отталкивались указанной PV-перегородкой либо указанным PV-окном.

#### Поддержание процесса генерирования плазмы

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оснащено вакуумной системой, состоящей из входа в вакуумный трубопровод, вакуумного трубопровода, ловушки и вакуумного насоса. Указанный вакуумный насос может представлять собой насос с высокой скоростью перекачивания, например, корневой насос, червячный насос либо многолопастной насос, и может быть дополнительно оборудован ловушкой для водяного пара, которая может быть подключена посредством последовательного либо параллельного соединения с вакуумным насосом, например, посредством последовательного соединения с впускным патрубком вакуумного насоса. В одном из вариантов осуществления вакуумный насос, в частности многолопастной насос либо червячный или корневой насос, компоненты насосного механизма которого будут выполнены из нержавеющей стали, может быть устойчивым к повреждению в результате образования сплава с галлием либо оловом. Водяная ловушка может содержать водопоглощающий материал, например, твердый осушитель либо криогенную ловушку. В одном из вариантов осуществления указанный насос может быть выполнен по меньшей мере в одном из таких видов, как крионасос, криофильтр либо охладитель, предназначенный для выполнения по меньшей мере одной из таких функций, как охлаждение газов перед входом в насос и конденсация по меньшей мере одного газа, например, водяного пара. Для увеличения производительности и скорости перекачивания насосная система может быть оборудована множеством вакуумных трубопроводов, соединенных с камерой реакционной ячейки, а также вакуумным коллектором, соединенным с такими вакуумными трубопроводами, причем указанный коллектор

будет соединен с вакуумным насосом. В одном из вариантов осуществления вход в вакуумный трубопровод оборудован экраном, предназначенным для предотвращения попадания в вакуумный трубопровод частиц расплавленного металла, присутствующих в камере реакционной ячейки. Типичный экран может представлять собой металлическую пластину либо металлический купол над входом, но в 5 положении, приподнятом над его поверхностью, дабы обеспечивать избирательный зазор для потока газа, движущегося из камеры реакционной ячейки в вакуумный трубопровод. Упомянутая вакуумная система, которая может быть дополнительно оборудована ограничителем потока частиц, расположенным на входе в вакуумный 10 трубопровод, например, комплектом перегородок, пропускающих поток газа, одновременно блокируя поток частиц.

Такая вакуумная система может быть способна выполнять по меньшей мере одно из таких действий, как создание сверхвысокого вакуума и поддержание рабочего давления в камере реакционной ячейки по меньшей мере в одном из таких низких 15 диапазонов, как примерно от 0,01 торр до 500 торр, от 0,1 торр до 50 торр, от 1 торр до 10 торр и от 1 торр до 5 торр. На низком уровне давление может поддерживаться при выполнении по меньшей мере одного из таких действий, как (i) добавление  $H_2$  со следовым количеством катализатора на основе НОН, подаваемого в виде следового количества воды либо в виде  $O_2$ , который вступает в реакцию с  $H_2$  с образованием 20 НОН, и (ii) добавление  $H_2O$ . В случае, если в реакционную смесь также будет подаваться благородный газ, например, аргон, давление может поддерживаться по меньшей мере в одном из таких диапазонов высокого рабочего давления, как примерно от 100 торр до 100 атм, от 500 торр до 10 атм и от 1 атм до 10 атм, причем по сравнению с другими газами камеры реакционной ячейки указанный аргон может 25 присутствовать в избытке. Давление аргона может увеличить срок эффективности по меньшей мере одного из таких веществ, как катализатор на основе НОН и атомарный Н, а также может препятствовать быстрому рассеиванию образующейся на электродах плазмы, увеличивая интенсивность такой плазмы.

В одном из вариантов осуществления камера реакционной ячейки будет 30 оснащена средством для регулирования давления в камере реакционной ячейки в необходимом диапазоне за счет изменения объема, происходящего вследствие изменения давления в камере реакционной ячейки. Указанное средство может быть оборудовано датчиком давления, механической расширяемой секцией, исполнительным механизмом для расширения и сжатия расширяемой секции, а также 35 контроллером для регулирования создаваемого расширением и сжатием такой расширяемой секции перепада объема. Указанная расширяемая секция может представлять собой гофрированную трубку. Упомянутый исполнительный механизм может представлять собой механический, пневматический, электромагнитный,

пьезоэлектрический, гидравлический и другой, известный в данной области техники, исполнительный механизм.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может быть оборудовано (i) системой рециркуляции газа с газовпускным и газовыпускным  
5 отверстиями, (ii) системой разделения газов, например, системой, способной отделять по меньшей мере два газа из смеси, состоящей по меньшей мере из двух из таких газов, как благородный газ, например, аргон,  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $H_2O$ , воздушная смесь, летучие частицы  
реакционной смеси, например,  $GaX_3$  ( $X$  = галогенид) либо  $N_xO_y$  ( $x, y$  = целые числа), а также газообразные гидриды, (iii) датчиками парциального давления по меньшей мере  
10 одного из таких газов, как благородный газ,  $O_2$ ,  $H_2$  и  $H_2O$ , (iv) регуляторами потока, (v) по меньшей мере одной форсункой, например, микрофорсункой, в частности, выполняющим впрыск воды, (vi) по меньшей мере одним клапаном, (vii) насосом, (viii)  
) регулятором давления и потока выхлопных газов, а также (ix) компьютеризированной системой, предназначенной для поддержания показателей давления по меньшей мере  
15 одного из таких газов, как благородный газ, аргон,  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $H_2O$  и газообразные гидриды. Упомянутая система рециркуляции может быть оснащена полупроницаемой мембраной, позволяющей удалять из рециркулируемых газов по меньшей мере один газ, например, газообразные молекулярные гидриды. В одном из вариантов  
осуществления по меньшей мере один газ, например, благородный газ, может  
20 избирательно рециркулироваться, в то время как по меньшей мере один газ реакционной смеси может выходить из выпускного отверстия и выводиться через отводной канал. Упомянутый благородный газ может выполнять по меньшей мере одну из таких функций, как повышение скорости прохождения реакции с  
образованием гидриды и повышение скорости транспортирования по меньшей мере  
25 одного из присутствующих в камере реакционной ячейки вида частиц через отводной канал. Для поддержания нужного давления такой благородный газ может повышать скорость отвода избыточной воды. Данный благородный газ может повышать скорость, с которой выполняется отвод гидриды. В одном из вариантов осуществления  
благородный газ, например, аргон, может быть заменен подобным благородному  
30 газом, представляющим собой по меньшей мере один из таких газов, которые легко доступны из окружающей атмосферы и с легкостью отводятся в окружающую атмосферу. Упомянутый подобный благородному газ может обладать низкой реакционной способностью в присутствии реакционной смеси. Такой подобный благородному газ может забираться из атмосферы и отводиться в нее, а не  
35 рециркулироваться системой рециркуляции. Подобный благородному газу может образовываться из газа, который легко доступен из атмосферы и может отводиться в атмосферу. Благородный газ может содержать азот, который может быть отделен от кислорода перед подачей в камеру реакционной ячейки. В порядке альтернативы в

качестве источника благородного газа может использоваться воздух, причем кислород может, вступая в реакцию с углеродом из соответствующего источника, образовывать диоксид углерода. В качестве подобного благородному газу может служить по меньшей мере одно из таких веществ, как азот и диоксид углерода. В порядке  
5 альтернативы указанный кислород может удаляться посредством реакции с расплавленным металлом, например, галлием либо оловом. Образующийся оксид галлия либо олова может регенерироваться в системе регенерации галлия либо олова, например, в системе, где происходит образование галлата натрия в результате реакции  
10 галлата натрия на металлический галлий и кислород, который отводится наружу.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может работать в совершенно закрытом режиме с добавлением по меньшей мере одного из таких реагентов, как  $H_2$ ,  $O_2$  и  $H_2O$ , причем атмосфера камеры реакционной ячейки содержит как реагенты, так и благородный газ, например, аргон. Указанный  
15 благородный газ может поддерживаться при повышенном давлении, например, находящемся в диапазоне от 10 Торр до 100 атм. Упомянутая атмосфера может подвергаться по меньшей мере одному из таких воздействий, как непрерывное и периодическое, либо выполняемое с перерывами отведение, или рециркулирование с помощью системы рециркуляции. Избыток кислорода может удаляться посредством  
20 отвода наружу. Добавление реагента  $O_2$  к  $H_2$  может происходить таким образом, что  $O_2$  будет представлять собой второстепенный элемент и будет по сути образовывать катализатор на основе НОН по мере того, как он будет впрыскиваться в камеру реакционной ячейки с избытком  $H_2$ . Смесь  $H_2$  с  $O_2$  может впрыскиваться с помощью  
25 горелки, сразу же после чего смесь вступает в реакцию с образованием катализатора на основе НОН и избытка реагента  $H_2$ . В одном варианте осуществления избыточный кислород может, по меньшей мере частично, высвободиться из оксида галлия либо олова посредством по меньшей мере одного из таких способов, как восстановление водородом, электролитическое восстановление, термическое разложение и по меньшей мере один из таких методов, как испарение и сублимация под действием летучести  
30  $Ga_2O$ . В одном из вариантов осуществления может выполняться по меньшей мере одна из таких функций, как регулирование запаса кислорода и реализация, по меньшей мере частичная, возможности образования запасом кислорода катализатора на основе НОН в результате периодической подачи кислорода в камеру реакционной ячейки в присутствии водорода. В одном из вариантов осуществления запас кислорода может  
35 рециркулироваться в виде  $H_2O$ , получаемой в результате вступления его в реакцию с добавляемым  $H_2$ . В еще одном из вариантов осуществления запас избыточного кислорода может удаляться в виде  $Ga_2O_3$  и регенерироваться с помощью средств, описываемых в настоящем изобретении, например, с помощью по меньшей мере

одного из таких устройств, как скиммер и система электролиза, описываемая в настоящем изобретении. Источником избыточного кислорода может быть по меньшей мере один из таких источников, как добавление  $O_2$  и добавление  $H_2O$ .

5 В одном из вариантов осуществления давление газа в камере реакционной ячейки может, по меньшей мере частично, регулироваться посредством регулирования по меньшей мере одного из таких параметров, как скорость перекачивания и скорость рециркуляции. По меньшей мере один из таких показателей скорости может регулироваться с помощью клапана, регулируемого датчиком давления и контроллером. Типичными клапанами регулирования газового потока являются  
10 соленоидные клапаны, открывающиеся и закрывающиеся под воздействием верхнего и нижнего целевых показателей давления, а также ограничительные клапаны переменного потока, например, двухстворчатые и дроссельные клапаны, которые регулируются датчиком давления и контроллером для поддержания давления газа в необходимом диапазоне.

15 В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оснащено средством для вентиляции либо удаления из камеры 5b31 реакционной ячейки газообразного молекулярного гидрино. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как футеровка реакционной ячейки и стенки камеры реакционной ячейки, будет обладать высокой скоростью  
20 проникновения молекулярного гидрино, в частности,  $H_2(1/4)$ . Увеличение скорости проникновения будет обеспечиваться за счет по меньшей мере одного из таких действий, как минимизация толщины стенок и максимизация рабочей температуры стенок. В одном из вариантов осуществления толщина по меньшей мере одного из таких элементов, как стенка резервуара 5c и стенка камеры 5b31 реакционной ячейки,  
25 может составлять от 0,05 мм до 5 мм. В одном из вариантов осуществления для увеличения скорости диффузии или проникновения продукта молекулярного гидрино из камеры 5b31 реакционной ячейки по меньшей мере в одной области стенка камеры реакционной ячейки будет более тонкой по сравнению с другой областью. В одном из вариантов осуществления будет утончена верхняя боковая секция стенки камеры  
30 реакционной ячейки, в частности, расположенная непосредственно под фланцем 409e трубчатого резервуара, показанным на фигурах 7A-C и 7F-H. Такое утончение также может быть целесообразным для уменьшения переноса тепла к фланцу 409e трубчатого резервуара. Степень утончения по сравнению с другими областями стенки может находиться в диапазоне от 5% до 90% (например, утонченная область будет  
35 иметь ширину поперечного сечения, составляющую от 5% до 90% ширины поперечного сечения неутонченных секций, в частности, нижней боковой секции стенки камеры реакционной ячейки, расположенной вблизи и ниже электрода 8).

Устройство марки SunCell® может быть оборудовано датчиками температуры, регулятором температуры и теплообменником, в частности, водоструйными форсунками, предназначенными для контролируемого поддержания стенок камеры реакционной ячейки при необходимой температуре, в частности, в диапазоне от 300 °C до 1 000 °C, с целью обеспечения необходимой высокой скорости проникновения молекулярного гидрино.

По меньшей мере один из таких элементов, как материал стенок и материал футеровки, может быть выбран таким образом, чтобы увеличилась скорость проникновения. Для поддержания определенных рабочих температур, необходимых для согласования излучения абсолютно черного тела с механизмом сбора энергии, например, плотны массивом приемников в виде концентрированных фотоэлектрических элементов, могут быть выбраны различные футеровки и толщины футеровки. В одном из вариантов осуществления камера 5b31 реакционной ячейки может состоять из множества материалов, в частности, одного или более из материалов, контактирующих с галлием либо оловом, а также одного или более из материалов, отделенных от галлия либо олова футеровкой, покрытием или плакировкой, в частности, описываемыми в данном изобретении футеровкой, покрытием или плакировкой. По меньшей мере один из отделенных либо защищенных материалов может представлять собой материал, обладающий повышенной проницаемостью для молекулярного гидрино по сравнению с материалом, который от контакта с галлием либо оловом не отделен или не защищен. В одном из типичных вариантов осуществления материал камеры реакционной ячейки может включать в себя одно или более из таких компонентов, как нержавеющая сталь, в частности, нержавеющая сталь марки 347, например, легированная нержавеющая стали марки 4130 либо хром-молибденовая нержавеющая сталь, никель, Ti, ниобий, ванадий, железо, W, Re, Ta, Mo, ниобий и сплав Nb(94,33 мас.%) - Mo(4,86 мас.%) - Zr(0,81 мас.%)); Кристаллический материал, в частности, SiC, может быть более проницаемым для гидрино, чем аморфные материалы, в частности, силон или кварц, соответственно, типичные футеровки будут выполняться из кристаллического материала.

Стенку камеры реакционной ячейки устройства марки SunCell® (см. фигуру 7B), выполненную из менее проницаемого для гидрино металла, в частности, из нержавеющей стали марки 347 или 304, может заменить собой другая стенка камеры реакционной ячейки, в частности, обладающая высокой проницаемостью. Данная секция стенки может быть трубчатой. Такая заменяющая секция может быть приварена или припаяна мягким либо твердым припоем к основной части устройства марки SunCell® с помощью известных в данной области техники технологий, в частности, предусматривающих применение металлов с различными коэффициентами

теплового расширения с целью согласования скоростей расширения соединяемых материалов. В одном из вариантов осуществления заменяющая секция, выполненная из тугоплавкого металла, в частности, из Ta, W, Nb или Mo, может быть соединена с другим металлом, в частности, с нержавеющей сталью, с помощью клея, в частности, производства компании Coltronics, например, марки Resbond или Durabond 954. В одном из вариантов осуществления соединение между разными металлами может быть выполнено из многослойного материала, в частности, слоистой керамики, размещаемого между соединяемыми металлами, причем каждый из металлов будет соединен с одной стороной такого многослойного материала. Указанная керамика может представлять собой одно из описываемых в данном изобретении веществ, в частности, BN, кварц, оксид алюминия, оксид гафния или диоксид циркония. Типичным соединением будет выступать Ta/Durabond 954/BN/Durabond 954/SS. В одном из вариантов осуществления фланец 409e и опорная плита 409a могут быть уплотнены с помощью прокладки либо приварены друг к другу.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере одна из стенок камеры реакционной ячейки, оснащенной графитовой футеровкой, будет обладать высокой теплопроводящей способностью, большим диаметром и высокопроизводительной системой охлаждения, причем такие теплопроводящая способность, большой диаметр и система охлаждения будут достаточными для поддержания температуры графитовой футеровки ниже температуры, при которой она будет вступать в реакцию с по меньшей мере одним компонентом смеси для реакции с образованием гидрино, в частности, с водой или водородом. Типичная теплопередающая способность может находиться в диапазоне примерно от 10 Вт/см<sup>2</sup> до 10 кВт/см<sup>2</sup> площади стенки; типичный диаметр может находиться в диапазоне примерно от 2 см до 100 см, типичная система охлаждения будет представлять собой внешнюю водяную баню; типичная требуемая температура футеровки может быть примерно ниже 700-750 °С. Стенка камеры реакционной ячейки может дополнительно обладать высокой проницаемостью для молекулярного гидрино. Указанная футеровка может контактировать со стенкой для улучшения отвода тепла от футеровки к системе охлаждения, необходимого для поддержания требуемой температуры.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет иметь зазор между футеровкой и по меньшей мере одной стенкой камеры реакционной ячейки и вакуумным насосом, причем такой зазор будет представлять собой камеру, из которой для удаления молекулярного гидрино вакуумным насосом будет производиться откачивание. Указанная футеровка может быть пористой. В одном из типичных вариантов осуществления для увеличения скорости проникновения футеровка будет представлять собой пористую керамику, в частности, пористый BN, графит с покрытием из SiC либо кварц. В одном из вариантов осуществления

устройство марки SunCell® может быть оснащено изоляцией. Такая изоляция может обладать большой степенью проницаемости для гидрино. В еще одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано геттером молекулярного гидрино, в частности, наночастицами железа, по меньшей мере одним  
5 внутри и одним снаружи камеры реакционной ячейки, причем геттер будет связывать молекулярный гидрино для его удаления из камеры реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления газообразный молекулярный гидрино может откачиваться из камеры реакционной ячейки. Для облегчения удаления газообразного молекулярного гидрино путем вакуумирования газ реакционной смеси, в частности, газ, состоящий из  
10 H<sub>2</sub>O и водорода, либо другой, описываемый в данном изобретении, газ, может включать в себя промывочный газ, в частности, благородный газ. Указанный промывочный газ может выпускаться в атмосферу либо циркулироваться с помощью описываемого в данном изобретении рециркулятора.

В одном из вариантов осуществления упомянутая футеровка может включать в  
15 себя диссоциатор водорода, в частности, ниобий. Футеровка может состоять из множества материалов, в частности, материала, устойчивого к образованию сплава с галлием либо оловом в самых горячих зонах камеры реакционной ячейки, и другого материала, например, диссоциатор водорода, по меньшей мере в одной зоне, функционирующей при температуре ниже температуры образования таким другим  
20 материалом сплава с галлием либо оловом.

Электростатический осадитель (ЭСО) может быть дополнительно оборудован средством для осаждения по меньшей мере одного необходимого вещества из газового потока, поступающего из камеры реакционной ячейки, с дальнейшим рециркулированием его в камеру реакционной ячейки. Указанный осадитель может  
25 быть оборудован таким транспортным средством транспортировки, как, например, шнек, конвейерная лента, пневматическое, электромеханическое либо другое транспортное средство, описываемое в настоящем изобретении либо известное в данной области техники, предназначенным для транспортировки накапливаемых осадителем частиц обратно в камеру реакционной ячейки. Такой осадитель может  
30 быть установлен в части вакуумного трубопровода, где расположен дефлегматор, который за счет силы тяжести возвращает необходимые частицы в камеру реакционной ячейки, причем осажаться и течь обратно в камеру реакционной ячейки такие частицы могут под действием гравитационного течения, например, течения в вакуумном трубопроводе. По меньшей мере в одной части указанный вакуумный  
35 трубопровод может быть ориентирован вертикально, что позволяет необходимым частицам подпадать под действие обратного гравитационного течения.

В одном из вариантов осуществления система электростатического осаждения (ESP) включает в себя ESP, а также источник следовых количеств кислорода,

например, воздушной смеси, предназначенный для образования оксидного покрытия на частицах расплавленного металла, в частности, галлия либо олова, или частицах олова с тем, чтобы такие частицы можно было удалять с помощью ESP. Указанный источник может быть оборудован регулятором потока, который может подавать кислород по меньшей мере в одну из таких точек, как система ESP и вакуумный трубопровод, ведущий к вакуумному насосу, откачивающему содержимое камеры реакционной ячейки. Этот источник может содержать воздушную смесь, которая также может служить продувочным газом, предназначенным для улучшения процесса откачивания содержимого камеры реакционной ячейки.

10 В одном из вариантов осуществления камера реакционной ячейки и по меньшей мере один элемент, непосредственно контактирующий с камерой реакционной ячейки, например, вакуумный трубопровод, ведущий к вакуумному насосу, имеют положительную электрическую полярность в отличие от отрицательно заряженного верхнего электрода. Упомянутый вакуумный трубопровод может быть оборудован фильтром либо ловушкой для улавливания частиц металла и оксида металла. Фильтр может служить положительным электродом ESP. В свою очередь фильтр может быть оборудован газоструйным органом, предназначенным для по меньшей мере периодического создания обратного потока газа-реагента, например, водорода, кислорода или пара, либо инертного газа, например, аргона, предназначенного для удаления из фильтра собранных частиц. Прежде, чем протечь сквозь газоструйный орган, газ-реагент может протекать сквозь описываемую в настоящем изобретении разрядную ячейку 900. В одном из типичных вариантов осуществления упомянутый фильтр представляет собой расположенную на входе в вакуумный трубопровод вольфрамовую либо танталовую сетку, которая выступает в камеру реакционной ячейки. Фильтр может быть дополнительно оборудован газоструйным органом. Такой вольфрамовый либо танталовый сетчатый фильтр обладает устойчивостью к плавлению, а также к образованию сплава и смачиванию расплавленным металлом, например, галлием либо оловом. Размер ячейки сетки фильтра может быть выбран таким образом, чтобы сетка не пропускала частиц либо большинство частиц, а газы пропускала. Вакуумный трубопровод может быть электрически соединен с положительно заряженной камерой реакционной ячейки с тем, чтобы под воздействием эффекта электростатического осаждения частицы оксида металла прилипали. Частицы могут падать обратно в камеру реакционной ячейки. Упомянутый фильтр может периодически либо непрерывно промываться направляемым газоструйным органом обратным потоком  $H_2$  либо аргона, вытесняющим частицы из сетки в камеру реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell может быть оборудовано системой электростатического осаждения (ESP), показанной на фигуре

9К. Система ESP может быть оборудована двумя отдельными электрическими прерывателями 945, которые, будучи расположенными в вакуумном трубопроводе 711 рядом с камерой 5b31 реакционной ячейки, будут электрически изолировать положительно заряженную секцию 944 вакуумного трубопровода. Положительно  
5 заряженная секция может представлять собой расположенный на вакуумном трубопроводе положительный вывод, а элемент устройства марки SunCell, в частности, камера 5b31 реакционной ячейки, может представлять собой отрицательный вывод. Выводы могут быть подсоединены к источнику питания высокого напряжения таким образом, что положительно заряженная секция будет иметь положительное смещение,  
10 а элементы устройства марки SunCell – отрицательное смещение либо будут заземлены. Подаваемое на положительно заряженную секцию напряжение может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 10 В до 10 МВ, от 50 В до 1 МВ и от 100 В до 100 кВ, а соответствующий диаметр положительно  
15 заряженной секции при этом будет находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 0,1 мм до 1 м, от 1 мм до 10 см и от 1 мм до 5 см. Патрубок может быть сплюснен таким образом, чтобы площадь поперечного сечения для вакуумной откачки оставалась аналогичной площади поперечного сечения  
присоединенных секций вакуумного трубопровода, например, электрических прерывателей 945. Соответствующее электрическое поле может находиться в  
20 диапазоне примерно от 1000 В/м до  $10^8$  В/м, причем давление газа в патрубке может находиться в диапазоне примерно от 0,1 мТорр до 10 атм. Плазма в камере реакционной ячейки может отрицательно заряжать оксидные частицы, например, частицы оксида галлия либо олова, при этом такие, протекающие по вакуумному  
трубопроводу, частицы могут электростатически притягиваться к положительно  
25 измененным стенкам изолированной положительно поляризованной секции вакуумного трубопровода. Для предотвращения потери заряда заряженными частицами перед входом в положительно заряженную секцию вакуумного трубопровода ведущий к такой положительно заряженной секции вакуумный  
трубопровод может по меньшей мере быть выполнен из электроизоляционного  
30 материала либо облицован электроизоляционным материалом. Накопленные в ESP частицы могут под действием силы тяжести падать обратно в камеру реакционной ячейки либо вытесняться назад такими средствами, как газоструйный орган, например, орган, выпускающий струю газообразного водорода либо аргона.

В одном из типичных прошедших испытания вариантов осуществления при  
35 давлении, поддерживаемом в камере реакционной ячейки поддерживали в диапазоне примерно от 1 до 2 атм, со скоростью 4 мл/мин выполнялось нагнетание  $H_2O$ . Напряжение постоянного тока составляло примерно 30 В, а сила постоянного тока – примерно 1,5 кА. Камера реакционной ячейки была выполнена в виде сферы из

нержавеющей стали диаметром 6 дюймов, по примеру сферы, показанной на фигуре 1, в которой содержалось 3,6 кг расплавленного галлия. Электроды состояли из погруженного на 1 дюйм (2,54 см) в воду раструба из НС ЭМ-насоса постоянного тока и противоэлектрода, представлявшего собой вольфрамовый диск диаметром 4 см и толщиной 1 см с выводом диаметром 1 см, перекрытым пьедесталом из BN. Скорость ЭМ-насос составляла примерно 30-40 мл/с. Галлий при погруженном раструбе выполнял функцию положительного полюса, а вольфрамовый пьедестал-электрод выполнял функцию отрицательного полюса. Галлий хорошо перемешивался с помощью форсунки ЭМ-насоса. По данным измерений, выполненных с использованием произведения массы, удельной теплоемкости и повышения температуры реактора галлия и выполненного из НС реактора, выходная мощность устройства марки SunCell® составляла примерно 85 кВт.

В еще одном из прошедших испытания вариантов осуществления 2500 ст.куб.см/мин  $H_2$  и 25 ст.куб.см/мин  $O_2$  пропускали через примерно 2 г гранул 10%Pt/ $Al_2O_3$ , удерживаемых во внешней камере на одной линии с газопускными отверстиями для подачи  $H_2$  и  $O_2$  и камерой реакционной ячейки. Кроме того, со скоростью, поддерживавшей в камере реакционной ячейки давление на уровне 50 торр при применении активного вакуумного перекачивания в камеру подавался аргон. Напряжение постоянного тока составляло примерно 20 В, а сила постоянного тока – примерно 1,25 кА. По данным измерений, выполненных с использованием произведения массы, удельной теплоемкости и повышения температуры реактора галлия и выполненного из НС реактора, выходная мощность устройства марки SunCell® составляла примерно 120 кВт.

В одном из вариантов осуществления система рециркуляции либо рециркулятор, например, система рециркуляции благородного газа, способная работать при одном или более из таких значений давления, как давление ниже атмосферного, атмосферное давление и давление выше атмосферного, может быть оборудована (i) двигателем газа, например, по меньшей мере одним из таких устройств, как вакуумный насос, компрессор и нагнетатель, необходимым для рециркуляции по меньшей мере одного газа, поступающего из камеры реакционной ячейки, (ii) трубопровода рециркуляции газа, (iii) системы разделения, предназначенной для удаления отработанных газов, например, гидрино и кислорода, а также (iv) а системы подачи реагентов. В одном из вариантов осуществления двигатель газа способен перекачивать газ из камеры реакционной ячейки, проталкивать его через систему разделения для удаления отработанных газов и рециркулировать такой регенерированный газ в камеру реакционной ячейки. Указанный двигатель газа может включать в себя единым блоком по меньшей мере два из таких устройств, как насос, компрессор и нагнетатель. В одном из вариантов осуществления указанные

насос, компрессор и нагнетатель либо сочетание таковых могут быть выполнены по меньшей мере в одном из таких видов, как крионасос, криофильтр либо охладитель, предназначенный для выполнения по меньшей мере одной из таких функций, как охлаждение газов перед входом в движитель газа и конденсация по меньшей мере  
5 одного газа, например, водяного пара. Трубопроводы рециркуляции газа могут включать в себя трубопровод, ведущий от вакуумного насоса к движителю газа, трубопровод, ведущий от движителя газа к системе разделения, предназначенной для удаления отработанных газов, а также трубопровод, ведущий от системы разделения, предназначенной для удаления отработанных газов, к камере реакционной ячейки,  
10 которая может быть сообщена с системой подачи реагентов. Типичная система подачи реагентов имеет по меньшей мере одно соединение с трубопроводом, ведущим к камере реакционной ячейки, оборудованной по меньшей мере одним трубопроводом подпитки газообразной реакционной смеси, предназначенным для подачи по меньшей мере одного из таких веществ, как благородный газ, например, аргон, кислород,  
15 водород и вода. Добавление реагента  $O_2$  в  $H_2$  может происходить таким образом, что  $O_2$  будет представлять собой второстепенный элемент и будет по сути образовывать катализатор на основе НОН по мере того, как он будет впрыскиваться в камеру реакционной ячейки с избытком  $H_2$ . Смесь  $H_2$  с  $O_2$  может впрыскиваться с помощью горелки, сразу же после чего смесь вступает в реакцию с образованием катализатора на  
20 основе НОН и избытка реагента  $H_2$ . Упомянутая система подачи реагентов может включать в себя газовый коллектор, соединенный с трубопроводами подачи газов реакционной смеси, а также с трубопроводом оттока в камеру реакционной ячейки.

Система разделения, предназначенная для удаления отработанных газов, может быть оборудована криофильтром либо криоловушкой. Система разделения,  
25 предназначенная для удаления из рециркулируемого газа газообразного продукта гидрино. может быть оборудована полупроницаемой мембраной, предназначенной для выполнения путем диффузии через мембрану избирательного отвода гидрино из рециркулируемого газа в атмосферу либо в камеру либо поток отработанных газов. Система разделения рециркулятора может быть оборудована системой очистки  
30 кислорода, удаляющей кислород из рециркулируемого газа. Такая система очистки может быть оборудована по меньшей мере одним из таких элементов, как емкость и помещенный в такую емкость геттер либо поглотитель, который вступает в реакцию с кислородом, например, металл, в частности, щелочной металл, щелочноземельный металл либо железо. В порядке альтернативы функцию поглощения кислорода может  
35 выполнять упомянутый поглотитель, например, активированный уголь либо другой, известное в данной области техники, поглощающее кислород средство. Угольный поглотитель может представлять собой угольный фильтр, который может быть герметично упакован в газопроницаемый картридж, например, доступный в продаже.

Такой картридж может быть съемным. Упомянутый поглотитель кислорода газоочистительной системы можно периодически заменять либо восстанавливать способами, известными в данной области техники. Система регенерации газоочистителя системы рециркуляции может быть оборудована по меньшей мере

5 одним из таких элементов, как один или более нагревателей поглотителя и один или более вакуумных насосов. В одном из типичных вариантов осуществления угольный поглотитель будет подвергаться по меньшей мере одному из таких воздействий, как нагрев с помощью нагревателя и приложение создаваемого вакуумным насосом вакуума, с целью высвобождения кислорода, который выводится либо накапливается, а

10 получаемый при этом регенерированный уголь будет использоваться повторно. Для регенерации поглотителя может использоваться тепло от устройства марки SunCell®. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано по меньшей мере одним из таких элементов, как теплообменник, насос охлаждающей жидкости и контур потока охлаждающей жидкости, который служит нагревателем

15 газоочистителя, необходимым для регенерации поглотителя, например, древесного угля. Для эффективной очистки указанный газоочиститель может иметь большой объем и большую площадь, однако без значительного увеличения сопротивления потоку газа. Сам поток может поддерживаться сообщенным с рециркуляционными трубопроводами двигателем газа. Указанный древесный уголь может охлаждаться

20 для более эффективного поглощения подлежащих очистке частиц из рециркулируемого газа, например, смеси, содержащей благородный газ, например, аргон. Поглотитель кислорода, например, древесный уголь, может также очищать либо поглощать газообразные гидриды. Упомянутая система разделения может состоять из множества газоочистительных систем, каждая из которых будет

25 оборудована (i) камерой, способной обеспечивать газовую герметичность, (ii) поглотителем, предназначенным для удаления отработанных газов, например, кислорода, (iii) впускным и выпускным клапанами, которые могут изолировать указанную камеру от трубопроводов рециркуляции газа, а также изолировать трубопроводы рециркуляции газа от такой камеры, (iv) регулируемым контроллером

30 средством, например, роботизированным механизмом, предназначенным для соединения камеры с рециркуляционными трубопроводами и разъединения таковых, (v) средствами регенерации поглотителя, например, нагревателем и вакуумным насосом, причем такой нагреватель и такой вакуумный насос могут совместно регенерировать по меньшей мере одну иную газоочистительную систему в процессе ее

35 регенерации, (v) контроллером, необходимым для управления операциями отсоединения n-й газоочистительной системы, подсоединения n+1-й газоочистительной системы, а также регенерации n-й газоочистительной системы, в то время как такая n+1-я газоочистительная система будет служить активной

газоочистительной системой, причем по меньшей мере одна из такого множества газоочистительных систем может регенерироваться в то время, как по меньшей мере одна другая может активно выполнять очистку или поглощение соответствующих газов. Благодаря указанной газоочистительной системе устройство марки SunCell®  
5 может эксплуатироваться в условиях закрытой циркуляции отработанных газов с периодическим регулируемым отводом газов наружу либо восстановлением газов. В одном из типичных вариантов осуществления водород и кислород могут отдельно отбираться с поглотителя, например, активированного угля, посредством нагревания до различных температур, при которых соответствующие газы высвобождаются  
10 примерно по отдельности.

В одном из вариантов осуществления, в котором используется газовая смесь камеры реакционной ячейки, состоящая из благородного газа, водорода ( $H_2$ ) и кислорода ( $O_2$ ), причем парциальное давление благородного газа в составе газа камеры реакционной ячейки превышает парциальное давление водорода, парциальное  
15 давление кислорода может повышаться с целью компенсировать снижение скорости прохождения реакции с участием водорода и кислорода с образованием катализатора на основе НОН в связи с эффектом разбавления концентрации реагентов благородным газом, например, аргонном. В одном из вариантов осуществления катализатор на основе НОН может образовываться до объединения с благородным газом, например,  
20 аргонном. Реакция с участием водорода и кислорода может инициироваться рекомбинатором либо воспламенителем, в частности, рекомбинационным катализатором, источником плазмы либо горячей поверхностью, например, нитью накала. Указанный рекомбинационный катализатор может представлять собой благородный металл, нанесенный на керамический носитель, например, Pt, Pd либо Ir,  
25 нанесенный на оксид алюминия, диоксид циркония, оксид гафния, диоксид кремния либо порошковый или гранулированный цеолит, другой наносимый на носитель рекомбинационный катализатор, описываемый в настоящем изобретении, либо диссоциирующий элемент, например, Ni Ренея, Ni, ниобий, титан или другой вызывающий диссоциацию металл, описываемый в настоящем изобретении либо  
30 известный в данной области техники, в форме, обеспечивающей большую площадь поверхности, например, в форме порошка, мата, ткани или полотна. Типичный рекомбинатор представляет собой 10 мас.% Pt на основе из гранулированного  $Al_2O_3$ . Упомянутый источник плазмы может представлять собой источник тлеющего разряда, микроволновой плазмы, плазменную горелку, источник индуктивного или емкостного  
35 ВЧ-разряда, диэлектрического барьерного разряда, пьезоэлектрического прямого разряда, акустического разряда либо другой разрядный элемент, описываемый в настоящем изобретении либо известный в данной области техники. Указанная нить накала может представлять собой вольфрамовую нить накала, нанесенную на

платиновую нить платиновую или палладиевую чернь либо другую каталитическую нить, известную в данной области техники.

Входящий поток таких компонентов реакционной смеси, как по меньшей мере одно из таких веществ, как вода, водород, кислород, воздушная смесь и благородный газ, может быть непрерывным либо прерывистым. Для обеспечения необходимого диапазона давления может выполняться регулирование скорости входящего потока и скорости отводимого либо вакуумного потока. Входящий поток может быть прерывистым, при этом такой поток может блокироваться при достижении максимального давления необходимого диапазона и начинать пропускаться при достижении минимального значения необходимого диапазона. В случае, если газы реакционной смеси представляют собой находящийся под высоким давлением благородный газ, например, аргон, камера реакционной ячейки может быть опорожнена, заполнена реакционной смесью и может работать в условиях примерно статического потока отработанных газов, причем для поддержания давления в необходимом диапазоне входящие потоки реагентов, например, по меньшей мере одного из таких веществ, как вода, водород и кислород, поддерживаются в условиях непрерывного либо прерывистого потока. Кроме того, упомянутый благородный газ может подаваться с практической с экономической точки зрения скоростью потока за счет соответствующей скорости перекачивания отработанных газов, либо же такой благородный газ может регенерироваться или очищаться и рециркулироваться с помощью системы рециркуляции либо рециркулятора. В одном из вариантов осуществления для увеличения скорости потока реагентов через ячейку при поддержании давления в реакционной ячейке в требуемом диапазоне газы реакционной смеси могут нагнетаться в ячейку с помощью крыльчатки либо газовой струи.

В одном из вариантов осуществления регулирование смеси реакционной ячейки камеры реакционной ячейки будет осуществляться путем регулирования давления в камере реакционной ячейки с помощью по меньшей мере одного из таких средств регулирования, как средство регулирования скорости впрыска реагентов и средство регулирования скорости, с которой избыточные реагенты реакционной смеси и продукты отводятся из камеры 5b31 реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оснащено датчиком давления, вакуумным насосом, вакуумным трубопроводом, контроллером клапана и клапаном, например, клапаном, активируемым давлением, в частности, соленоидным клапаном либо дроссельным клапаном, который открывает и перекрывает вакуумный трубопровод, ведущий от камеры реакционной ячейки к вакуумному насосу, по сигналу контроллера, обрабатывающего данные производимых датчиком измерений давления. Указанный клапан может регулировать давление газа камеры реакционной

ячейки. Такой клапан может оставаться в закрытом положении до тех пор, пока давление в ячейке не достигнет первой уставки высокого значения, после чего клапан может быть активирован и может пребывать в открытом положении до тех пор, пока вакуумным насосом давление не будет снижено до второй уставки низкого значения, в результате чего может быть выполнено действие по закрытию клапана. В одном из вариантов осуществления для поддержания непульсирующей, или, практически устойчивой, или непрерывной плазмы указанным контроллером может осуществляться регулирование по меньшей мере одного из таких параметров реакции, как, например, давление в камере реакционной ячейки, скорость впрыска реагентов, напряжение, сила тока и скорость впрыска расплавленного металла.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оснащено датчиком давления, источником по меньшей мере одного реагента или компонента реакционной смеси, например, источником H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, воздушной смеси и благородного газа, в частности, аргона, трубопроводом подачи реагентов, контроллером клапана и клапаном, например, клапаном, активируемым давлением, в частности, соленоидным клапаном либо дроссельным клапаном, который открывает и перекрывает трубопровод подачи реагентов, ведущий от источника по меньшей мере одного реагента или компонента реакционной смеси к камере реакционной ячейки, по сигналу контроллера, обрабатывающего данные производимых датчиком измерений давления. Указанный клапан может регулировать давление газа камеры реакционной ячейки. Такой клапан может оставаться в открытом положении до тех пор, пока давление в ячейке не достигнет первой уставки высокого значения, после чего клапан может быть активирован и может пребывать в закрытом положении до тех пор, пока вакуумным насосом давление не будет снижено до второй уставки низкого значения, в результате чего может быть выполнено действие по открытию клапана.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может быть оборудовано нагнетательным устройством, например, микронасосом. Такой микронасос может представлять механическое либо немеханическое устройство. Типичные механические устройства имеют движущиеся части, в числе которых могут быть мембраны и заслонки исполнительных устройств и микроклапанов. Движущая сила микронасоса может создаваться за счет использования по меньшей мере одного эффекта из группы таких эффектов, как пьезоэлектрический, электростатический, термосопневматический, пневматический и магнитный. Немеханические насосы могут работать за счет по меньшей мере одного из таких механизмов, как электрогидродинамический, электроосмотический, электрохимический, ультразвуковой, капиллярный, химический и другой, известный в данной области техники, механизм создания потока. Указанный микронасос может быть выполнен в виде по меньшей мере одного из таких микронасосов, как пьезоэлектрический,

электроосмотический, диафрагменный, перистальтический, шприцевой и бесклапанный микронасос, а также в виде капиллярного насоса и насоса на химическом приводе, а также другого, известного в данной области техники, микронасоса. Нагнетательное устройство, например, микронасос, подачу реагентов, например, воды, может выполнять непрерывно либо периодически, например, в импульсном режиме. В одном из вариантов осуществления устройство для нагнетания воды будет состоять по меньшей мере из одного из таких элементов, как насос, например, микронасос, по меньшей мере один клапан и водяной резервуар, а также может быть дополнительно оборудовано охладителем либо удлинительным трубопроводом для удаления водяного резервуара и клапана на достаточное расстояние от камеры реакционной ячейки во избежание перегрева либо закипания предварительно нагнетаемой воды.

Устройство марки SunCell® может быть оборудовано контроллером нагнетания и по меньшей мере одним датчиком, например, датчиком, регистрирующим параметры давления, температуры, проводимости плазмы либо иные параметры реакционного газа или плазмы. Для подачи необходимой мощности с одновременным исключением возможности повреждения устройства марки SunCell® вследствие превышения допустимой мощности последовательность выполнения нагнетания может регулироваться с помощью контроллера, действующего на основе данных, поступающих по меньшей мере с одного датчика. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано множеством форсунок, например, водяных форсунок, предназначенных для выполнения нагнетания в различные области камеры реакционной ячейки, причем такие форсунки, приводимые в действие контроллером, будут с течением времени изменять местоположение горячих точек плазмы во избежание повреждения такого устройства марки SunCell®. Такое нагнетание может иметь прерывистый, периодически прерывистый, непрерывный характер либо иметь любую другую схему нагнетания, обеспечивающую соответствующую оптимизацию мощности, усиления и производительности.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оснащено источником водорода, например, газообразного водорода, а также источником кислорода, например, газообразного кислорода. Источник по меньшей мере одного из таких элементов, как водород и кислород, включает в себя по меньшей мере один или более из таких элементов, как газовые резервуары, регуляторы потока, манометры, клапаны и газовые трубопроводы, ведущие к камере реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления катализатор на основе НОН будет образовываться в результате воспламенения водорода и кислорода. Газообразные водород и кислород могут подаваться в камеру реакционной ячейки. Входящий поток реагентов, например, по меньшей мере поток одного из таких элементов, как водород и

кислород, может быть непрерывным либо прерывистым. Для обеспечения  
необходимого уровня давления может выполняться регулирование скорости  
указанного потока и скорости отводимого либо вакуумного потока. Входящий поток  
может быть прерывистым, при этом такой поток может блокироваться при достижении  
5 максимального давления необходимого диапазона и начинать пропускаться при  
достижении минимального значения необходимого диапазона. По меньшей мере один  
из таких параметров, как давление и скорость потока  $H_2$  и давление и скорость потока  
 $O_2$ , может регулироваться с целью поддержания по меньшей мере одного из таких  
показателей, как уровни концентрации либо парциального давления НОН и  $H_2$ , в  
10 пределах необходимого диапазона, необходимого для регулирования и оптимизации  
мощности реакции с образованием гидрино. В одном из вариантов осуществления по  
меньшей мере один из таких показателей, как запас и поток водорода, может быть  
намного больше, чем запас и поток кислорода. По меньшей мере одно из таких  
соотношений, как соотношение парциального давления  $H_2$  к парциальному давлению  
15  $O_2$ , а также соотношение скорости потока  $H_2$  к скорости потока  $O_2$ , может находиться  
по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 1,1 до 10 000, от 1,5 до  
1000, от 1,5 до 500, от 1,5 до 100, от 2 до 50, и от 2 до 10. В одном из вариантов  
осуществления полное давление может поддерживаться в диапазоне, который  
обеспечивает высокую концентрацию образующейся НОН и атомарного Н, например,  
20 по меньшей мере в одном из таких диапазонов давления, как примерно 1 мторр до 500  
торр, от 10 мторр до 100 торр, от 100 мторр до 50 торр, а также от 1 торр до 100 торр.  
В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как  
резервуар и камера реакционной ячейки, может поддерживаться при рабочей  
температуре, которая будет выше, чем температура разложения по меньшей мере  
25 одного из таких веществ, как оксигидроксид галлия либо олова и гидроксид галлия  
либо олова. Указанная рабочая температура может находиться по меньшей мере в  
одном из таких диапазонов, как примерно от  $200^{\circ}C$  до  $2000^{\circ}C$ , от  $200^{\circ}C$  до  $1000^{\circ}C$  и от  
 $200^{\circ}C$  до  $700^{\circ}C$ . Запас воды может регулироваться в газообразном состоянии в случае  
подавления образования оксигидроксида галлия либо олова и гидроксида галлия либо  
30 олова.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет  
оборудовано газосмесительным устройством, предназначенным для смешивания по  
меньшей мере двух таких газов, как водород и кислород, которые подаются в камеру  
реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления микрофорсунка для  
35 нагнетания воды будет оборудована смесительным устройством, смешивающим  
водород с кислородом, причем по мере поступления в камеру реакционной ячейки  
получаемая смесь будет образовывать НОН. Указанное смесительное устройство  
может быть дополнительно оборудовано по меньшей мере одним регулятором

массового потока, например, по одному для каждого из газов либо для газовой смеси, в частности, предварительно смешанного газа. Такой предварительно смешанный газ может включать в себя каждый из газов в его необходимой молярной концентрации, представляя собой, например, смесь, содержащую водород и кислород. Молярный процент  $H_2$  в смеси  $H_2-O_2$  может быть в значительном избытке, например, находясь в диапазоне значений молярной концентрации, которые примерно в 1,5-1000 раз превышают молярную концентрацию  $O_2$ . Благодаря тому, что регулятор массового потока может регулировать поток водорода и кислорода и последующее их воспламенение с образованием катализатора на основе НОН, результирующий поток газа в камеру реакционной ячейки будет содержать избыточный водород и катализатор на основе НОН. В одном из типичных вариантов осуществления молярный процент  $H_2$  будет находиться в диапазоне значений, которые примерно 1,5-1000 раз будут превышать молярный процент НОН. Смесительное устройство может быть оборудовано водородно-кислородной горелкой. Такая горелка может иметь конструкцию, известную в данной области техники, например, промышленной водородно-кислородной горелки. В типичных вариантах осуществления во избежание вступления кислорода в реакцию с расплавленным металлом, например, галлием либо оловом, или с компонентами ячейки  $O_2$  будет с помощью горелочной форсунки смешиваться с  $H_2$ , что будет вызывать реакцию  $O_2$  с образованием НОН в потоке  $H_2$ . В порядке альтернативы смесь  $H_2-O_2$ , содержащая водород в по меньшей мере десятикратном молярном избытке, подается в камеру реакционной ячейки с помощью единого регулятора потока, а не двух, как в случае питания горелки.

Реакция  $O_2$  с избыточным количеством  $H_2$  может приводить к получению примерно 100% образующейся воды, служащей в качестве исходного продукта, в отличии от основной воды и основного пара, которые содержат множество связанных водородом молекул воды. В одном из вариантов осуществления олово в присутствии водорода будет поддерживаться при температуре выше  $300^\circ C$  с тем, дабы такое олово могло иметь низкую способность к вступлению в реакции с потреблением катализатора на основе НОН за счет образования оксида олова. Галлий может поддерживаться при температуре ниже  $100^\circ C$  с тем, дабы такой галлий мог иметь низкую способность к вступлению в реакции с потреблением катализатора на основе НОН за счет образования оксида галлия. В одном из типичных вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет эксплуатироваться в условиях высокой скорости потока  $H_2$  с содержанием следового количества  $O_2$ , например, в сочетании более 99%  $H_2/1\%$   $O_2$ , причем давление в камере реакционной ячейки может поддерживаться на низком уровне, например, в диапазоне значений давления примерно от 1 до 30 торр, и скорость потока может регулироваться с целью производства необходимой мощности, причем теоретическая максимальная мощность,

получаемая в результате образования  $H_2(1/4)$ , может составлять примерно 1 кВт/30 ст.куб.см/мин. Любой образующийся оксид металла (например, оксид галлия либо олова) может восстанавливаться с помощью локальной водородной плазмы и методом электролитического восстановления. В одном из типичных вариантов осуществления, способном производить максимальную избыточную мощность в объеме 75 кВт, где вакуумная система будет способна создавать сверхвысокий вакуум, рабочими условиями будут низкое рабочее давление, например, примерно 1-5 Торр, а также мощный поток  $H_2$ , например, примерно на уровне 2000 ст.куб.см/мин, с содержанием следового количества катализатора на основе НОН, подаваемого через горелочную форсунку в виде кислорода со скоростью примерно 10-20 ст.куб.см/мин.

В одном из вариантов осуществления составляющие либо поверхности составляющих устройства марки SunCell®, которые контактируют с металлом, например, по меньшей мере один из таких элементов, как стенки камеры реакционной ячейки, верх камеры реакционной ячейки, внутренние стенки резервуара и внутренние стенки патрубка ЭМ-насоса, могут быть покрыты покрытием, которое с трудом образует сплав с галлием либо оловом, например, керамикой, в частности, муллитом, BN либо другой, описываемой в настоящем изобретении, керамикой, или металлом, в частности W, Ta, Re, Nb, Zr, Mo, TZM либо другим, описываемым в настоящем изобретении, металлом. В еще одном из вариантов осуществления поверхности могут быть плакированы материалом, который с трудом образует сплав с галлием либо оловом, например, графитом, керамикой, в частности, BN, оксидом алюминия, диоксидом циркония, кварцем либо другой, описываемой в настоящем изобретении, керамикой, или металл, в частности, W, Ta, Re либо другим, описываемым в настоящем изобретении, металлом. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки, резервуар и патрубок ЭМ-насоса, может содержать Nb, Zr, W, Ta, Re, Mo либо TZM. В одном из вариантов осуществления составляющие либо части составляющих устройства марки SunCell®, в частности камера реакционной ячейки, резервуар и патрубок ЭМ-насоса, могут содержать материал, который не образует сплав, за исключением случаев, когда температура контактирующего с ним галлия либо олова превышает предельное значение, например, по меньшей мере одно из таких предельных значений, как выше примерно 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, 800°C, 900°C и 1000°C. Устройство марки SunCell® может эксплуатироваться при температуре, при которой части составляющих не достигают температуры, при которой происходит образование сплава с галлием либо оловом. Рабочая температура устройства марки SunCell® может регулироваться посредством охлаждения с помощью охлаждающего средства, например, теплообменника либо водяной бани. Указанная водяная баня может быть выполнена в виде падающих струй воды, например, струй, исходящих из водяного коллектора,

причем по меньшей мере один из таких параметров, как число падающих на реакционную камеру струй, и скорость потока каждой струи, будет регулироваться с помощью контроллера таким образом, чтобы реакционная камера поддерживалась в пределах необходимого диапазона рабочих температур. В одном из вариантов осуществления, в частности, в том, где предусмотрено охлаждение водяными струями по меньшей мере одной поверхности, внешняя поверхность по меньшей мере одной составляющей устройства марки SunCell® может быть плакирована изолирующим материалом, например, графитом, с целью поддержания повышенной внутренней температуры при одновременном обеспечении рабочего охлаждения. В одном из вариантов осуществления, в котором устройство марки SunCell® будет охлаждаться с помощью по меньшей мере одной из таких технологий, как суспендирование в хладагенте, в частности, воде, или воздействие падающими струями хладагента, патрубков ЭМ-насоса будет теплоизолирован с целью предотвращения впрыска холодного жидкого металла в плазму, снижающего скорость прохождения реакции с образованием гидрино. В одном из типичных вариантов осуществления теплоизоляции патрубков 5к6 ЭМ-насоса может быть отлит из цементоподобного материала, являющегося очень хорошим теплоизолятором (например, такой цементоподобный материал может обладать теплопроводностью менее  $1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , или менее  $0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , или менее  $0,1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ). Поверхности, образующие сплав с галлием либо оловом при превышении во время работы устройства марки SunCell® предельной температуры, могут быть выборочно покрыты либо плакированы материалом, который с трудом образует сплав с галлием либо оловом. Части составляющих устройства марки SunCell®, которые как контактируют с галлием либо оловом, так и превышают температуру образования с ним сплава материалом соответствующей составляющей, например, нержавеющей сталью, могут быть плакированы материалом, который с трудом образует сплав с галлием либо оловом. В одном из типичных вариантов осуществления стенки камеры реакционной ячейки могут быть плакированы листами из W, Ta, Re, Mo, TZM, ниобия, ванадия либо циркония или керамикой, например, кварцем, особенно в примыкающей к электродам области, где температура камеры реакционной ячейки самая высокая. Указанная плакировка может быть выполнена в виде футеровки 5b3 1a камеры реакционной ячейки. Такая футеровка может представлять собой прокладку либо другой непроницаемый для галлия либо олова материал, например, керамическую пасту, размещаемую между футеровкой и стенками камеры реакционной ячейки для предотвращения просачивания галлия либо олова за футеровку. Футеровка может крепиться к стенкам с помощью по меньшей мере одного из таких элементов, как сварные швы, болты либо другой крепеж или связывающий материал, известный в данной области техники.

В одном из вариантов осуществления шины, например, по меньшей мере одна из 10, 5k2, и соответствующие электрические выводы, ведущие от таких шин к по меньшей мере одному из таких источников питания, как источник питания системы воспламенения и источник питания ЭМ-насоса, могут служить средством отвода тепла от камеры 5b31 реакционной ячейки к его потребителям. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано теплообменником, предназначенным для отвода тепла по меньшей мере от одного из таких элементов, как шины и соответствующие выводы. В одном из вариантов осуществления устройства марки SunCell®, в котором предусмотрен МГД-преобразователь, тепло, теряемое на шинах и их выводах, может возвращаться в камеру реакционной ячейки с помощью теплообменника, который передает тепло от шин расплавленному серебру, рециркулируемому ЭМ-насосом из МГД-преобразователя в камеру реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления боковые стенки камеры реакционной ячейки, например, четыре вертикальные стороны камеры реакционной ячейки кубической формы либо стенки цилиндрической ячейки, могут быть покрыты либо плакированы тугоплавким металлом, например, W, Ta либо Re, или покрыты тугоплавким металлом, например, в виде футеровки из W, Ta либо Re. Указанный металл может быть устойчивым к образованию сплава с галлием либо оловом. Верх камеры реакционной ячейки может быть плакирован либо покрыт электроизоляционным материалом либо иметь электроизоляционную футеровку, в частности, из керамики. К типичным материалам плакировки, покрытия и футеровки относят по меньшей мере одно из таких веществ, как BN, закаленное стекло типа «gorilla glass» (например, листовое стекло, поставляемое компанией «Corning», см. [https://en.wikipedia.org/wiki/Gorilla\\_Glass-aluminosilicate](https://en.wikipedia.org/wiki/Gorilla_Glass-aluminosilicate)), кварц, диоксид титан, оксид алюминия, оксид иттрия, оксид гафния, диоксид циркония, карбид кремния, графит, в частности пиролитический графит, графит с покрытием из карбида кремния либо смеси, например,  $TiO_2-Yt_2O_3-Al_2O_3$ . Футеровка верхней части может иметь сквозное отверстие под пьедестал 5c1 (см. фигуру 1). Такая футеровка верхней части может препятствовать электрическому замыканию верхнего электрода 8 на верх камеры реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления верхний фланец 409a (см. фигуры 7A-C) может иметь футеровку, в частности, описываемую в данном изобретении, либо покрытие, в частности, керамическое покрытие, например, из муллита, ZTY, керамического цемента марки Resbond или другого, описываемого в данном изобретении, материала, либо покраску, в частности, с использованием краски марки VHT Flameproof<sup>TM</sup>. В одном из вариантов осуществления, показанном на фигурах 7F-H, устройство марки SunCell будет оборудовано опорной плитой 409a верхнего фланца, которая с помощью прокладки, выполненной, например, из меди, посеребренной меди или тантала, либо уплотнительного кольца будет герметично

присоединена к совмещающемуся с ней фланцу 409e, например, фланцу марки Conflat. Фланцы могут иметь покрытие, выполненное, например, из жаростойкой краски, оксида алюминия, CrC, TiN, Ta либо иного, описываемого в настоящем изобретении, материала, предотвращающего образование сплава с расплавленным металлом.

- 5 Прокладка или уплотнительное кольцо, выполненные, например, из Ta, могут обладать устойчивостью к образованию сплавов. Упомянутая опорная плита 409a верхнего фланца может быть дополнительно оснащена верхней футеровкой. Верхняя футеровка может представлять собой теплоизоляционную шайбу, например, выполненную из магора, кварц либо покрытого жаростойкой краской графита, установленную на
- 10 верхний фланец для защиты верхнего фланца от выхода из строя из-за термического повреждения. Эта шайба может иметь достаточную толщину, например, находящуюся в диапазоне от 0,1 см до 10 см, для того, чтобы предотвращать термическое повреждение. Упомянутая прокладка может иметь покрытие, выполненное, например, из жаростойкой краски либо другого, описываемого в настоящем изобретении,
- 15 материала, которое защищает прокладку от образования сплава с расплавленным металлом. В одном из вариантов осуществления фланцы могут быть заменены плоскими металлическими пластинами (без болтовых отверстий), например, кольцевыми элементами, расположенными по периметру каждого соединяемого элемента. Указанные пластины могут, будучи сваренными вместе по внешним краям,
- 20 образовывать шов. Разрезав либо сошлифовав этот шов, можно будет разделить две пластины.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано тепловым датчиком 409a базовой плиты, контроллером источника энергии воспламенения, источником энергии воспламенения и выключателем, который

25 для целей прекращения воспламенения в случае возникновения на опорной плите 409a короткого замыкания и ее перегрева может быть прямо либо опосредованно подключен по меньшей мере к одному из таких элементов, как контроллер источника энергии воспламенения и источник энергии воспламенения. В одном из вариантов осуществления упомянутая керамическая футеровка будет состоять из множества

30 секций, причем такие секции будут выполнять функцию по меньшей мере одного из таких элементов, как компенсационные зазоры или соединения между секциями, и ограничивать градиенты тепла по длине такого множества секций футеровки. В одном из вариантов осуществления указанная футеровка может быть подвешена над уровнем жидкого металла во избежание крутого температурного градиента, образующегося в

35 случае, когда часть футеровки погружена в галлий либо олово. Указанные секции футеровки могут состоять из разных сочетаний материалов, предназначенных для разных областей или зон, имеющих в процессе эксплуатации разные температурные диапазоны. В одном из типичных вариантов осуществления футеровки, состоящей из

множества керамических секций, выполненных из по меньшей мере двух типов керамики, секция, находящаяся в самой горячей зоне, в частности, в зоне вблизи от положительного электрода, может состоять из SiC либо BN, и по меньшей мере одна другая секция может состоять из кварца.

- 5 В одном из вариантов осуществления камера 5b31 реакционной ячейки будет оснащена внутренней теплоизоляцией (также именуемой в данном изобретении футеровкой), в частности, по меньшей мере одной керамической или графитовой футеровки, например, выполненной из кварца, BN, оксида алюминия, диоксида циркония, оксида гафния или другого, описываемого в данном изобретении, вещества.
- 10 В некоторых вариантах осуществления камера реакционной ячейки не будет оснащена футеровкой, в частности, керамической футеровкой. В некоторых вариантах осуществления стенки камеры реакционной ячейки могут быть выполнены из металла, температура которого поддерживается ниже температуры, при которой происходит
- 15 сплавление с расплавленным металлом, в частности, ниже примерно 400-500°C в случае с нержавеющей сталью, в частности, нержавеющей сталью марки 347, например, легированной нержавеющей сталью марки 4130 либо хром-молибденовой нержавеющей сталью, или W, Ta, Mo, Nb, сплавом Nb (94,33 мас.%) - Mo(4,86 мас.%) - Zr(0,81 мас.%), Os, Ru, Hf, Re или Mo с силицидным покрытием. В одном из вариантов осуществления, в частности, в варианте осуществления, в котором камера
- 20 реакционной ячейки будет погружена в хладагент, в частности, воду, толщина стенки камеры 5b31 реакционной ячейки может быть небольшой с тем, чтобы температура внутренней стенки была ниже температуры, при которой материал стенки, в частности, нержавеющей сталь марки 347, например, легированная нержавеющая сталь марки 4130, хром-молибденовая нержавеющая сталь или сплав Nb-Mo(5 мас.%) - Zr(1 мас.%),
- 25 образует сплав с расплавленным металлом, в частности, галлием либо оловом. Толщина стенки камеры реакционной ячейки может иметь по меньшей мере одну из таких величин, как примерно менее 5 мм, менее 4 мм, менее 3 мм, менее 2 мм и менее 1 мм. Температура внутри футеровки может быть намного выше, в частности, находится по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 500°C до 6
- 30 000°C, 500°C до 3 400°C, от 500°C до 2 500°C, от 500°C до 1 000°C и от 500°C до 1 500°C. В одном из типичных вариантов осуществления камера и резервуар реакционной ячейки будут оснащены множеством футеровок, в частности, самой внутренней футеровкой из BN, которая может включать в себя вкладку из W, Ta или Re и может быть сегментирована, а также одной или более концентрическими
- 35 внешними футеровками из кварца. Футеровка опорной плиты может состоять из внутренней пластины из BN и по меньшей мере еще одной керамической пластины, в каждой из которых будут выполнены перфорации для проходов. В одном из вариантов осуществления проходы могут быть герметизированы цементом, например,

керамическим, в частности марки Resbond, либо огнеупорным порошком, устойчивым к образованию сплава с расплавленным металлом, в частности, порошкообразным вольфрамом в случае с расплавленным галлием либо оловом. Типичной футеровкой опорной плиты будет выступать изоляционный диск из пластичной керамики. В  
5 одном из вариантов осуществления футеровка может представлять собой тугоплавкую или керамическую вкладку, в частности, выполненную из W или Ta. Керамическая вкладка может состоять из керамических плиток, в частности, состоящих из уложенных в цилиндр полукруглых колец небольшой высоты. Типичными керамическими материалами являются диоксид циркония, стабилизированный  
10 оксидом иттрия диоксид циркония, оксид гафния, оксид алюминия и оксид магния. Высота указанных колец может быть в диапазоне примерно от 1 мм до 5 см. В еще одном из вариантов осуществления упомянутая вкладка может состоять из плиток либо брусков, которые могут удерживаться на месте с помощью жаропрочного связующего материала либо цемента. В порядке альтернативы указанные плитки либо  
15 бруски могут быть встроены в тугоплавкую матрицу, в частности, графит, в тугоплавкий металл, в частности, W, Ta или Mo, либо тугоплавкий диборид или карбид, в частности, диборид или карбид Ta, W, Re, Ti, Zr или Hf, например, ZrB<sub>2</sub>, TaC, HfC и WC, либо другой, описываемый в данном изобретении, материал.

В одном из типичных вариантов осуществления футеровка может состоять из  
20 сегментированных колец, причем те из них, что расположены на уровне поверхности расплавленного металла, будут выполнены из кварца, а остальные могут быть выполнены из SiC. Кварцевый сегмент может состоять из скошенных кварцевых пластин, образующих кольцо, в частности, шестиугольное или восьмиугольное кольцо. В еще одном из типичных вариантов осуществления стенка камеры реакционной  
25 ячейки может быть окрашена, иметь графитовое или керамическое покрытие, а футеровка может быть выполнена из графита с внутренней футеровкой из тугоплавкого металла, в частности, выполненной из Nb, Mo, Ta или W. Дополнительная внутренняя футеровка может представлять собой кольцо из тугоплавкого металла, в частности, шестиугольное или восьмиугольное кольцо у  
30 поверхности галлия либо олова, например, состоящее из скошенных пластин из тугоплавкого металла, в частности, из пластин, выполненных из Nb, Mo, Ta или W.

Теплоизоляция может быть выполнена в виде вакуумного зазора. Вакуумный зазор может представлять собой пространство между футеровкой меньшего диаметра, чем резервуар, и стенкой камеры реакционной ячейки, причем давление в камере  
35 реакционной ячейки будет низким, в частности, примерно ниже 50 торр. Для предотвращения контакта плазмы со стенкой камеры реакционной ячейки камера реакционной ячейки может быть оборудована колпаком либо крышкой, в частности, керамической заглушкой, например, выполненной из BN. Газопроводы подачи смеси

для реакции с образованием гидрино могут питать камеру реакционной ячейки, а вакуумный трубопровод может обеспечивать отвод газов. Упомянутый вакуумный зазор можно быть опорожняться с помощью отдельного подключения к вакуумному трубопроводу либо подключения к вакуумной среде, обеспечиваемой камерой реакционной ячейки либо ее вакуумным трубопроводом. Для предотвращения контакта горячего галлия либо олова со стенкой резервуара стенка резервуара может быть оснащена футеровкой, в частности, по меньшей мере одной кварцевой, простирающейся в высоту от основания резервуара до уровня чуть выше уровня галлия либо олова, причем такая футеровка будет вытеснять расплавленный галлий либо расплавленное олово, создавая тем самым теплоизоляционный слой, предупреждающий контакт горячего галлия либо олова со стенкой.

Для улучшения процесса проникновения продукта молекулярного гидрино, позволяющего избежать ингибирования продукта, стенка ячейки может быть тонкой. Упомянутая футеровка может быть выполнена из пористого материала, в частности, BN, пористого кварца, пористого SiC, либо в виде газового зазора, способствующего процессу диффузии и проникновения продукта гидрино из камеры реакционной ячейки. Стенка камеры реакционной ячейки может быть выполнена из материала, обладающего высокой проницаемостью для молекулярного гидрино, в частности, из хром-молибденовой нержавеющей стали, например, легированной нержавеющей стали марки 4130.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один компонент устройства марки SunCell®, в частности, стенки камеры 5b31 реакционной ячейки, стенки резервуара 5c, стенки патрубка 5k6 ЭМ-насоса, опорная плита 5kk1 и верхний фланец 409a, может иметь покрытие, в частности, описываемое в данном изобретении, например, из керамики, которое обладает по меньшей мере одним из таких свойств, как устойчивость к образованию сплава с расплавленным металлом и устойчивость к образованию коррозии под воздействием по меньшей мере одного из таких веществ, как O<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Коэффициент теплового расширения такого покрытия и такого оснащенного покрытием компонента может быть примерно одинаковым, в частности, может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как кратно примерно от 0,1 до 10, от 0,1 до 5 и от 0,1 до 2. В случае с керамическим покрытием с низким коэффициентом теплового расширения в качестве оснащенного покрытием компонента выбирают металл с покрытием, в частности, ковар либо инвар, имеющим аналогичный коэффициент теплового расширения.

В одном из вариантов осуществления патрубков 5k6 ЭМ-насоса и шины 5k2 ЭМ, которые прикреплены к патрубку 5k6 ЭМ-насоса, будут иметь примерно одинаковый коэффициент теплового расширения. В одном из типичных вариантов осуществления для обеспечения соответствия низкому коэффициенту теплового расширения

вольфрамовых шин секции патрубка ЭМ-насоса, соединенные с шинами 5k2 ЭМ-насоса, будут выполнены из инвара или ковара.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один компонент, оснащенный футеровкой, может охлаждаться системой охлаждения. Такая система  
5 охлаждения может поддерживать температуру компонента ниже той, при которой образуется сплав с расплавленным металлом, в частности, галлием либо оловом. Эта система охлаждения может представлять собой водяную баню, в которую будет погружаться упомянутый компонент. Система охлаждения может быть также  
10 выполнена в виде падающих на охлаждаемый компонент водяных струй. В одном из типичных вариантов осуществления указанный компонент будет представлять собой патрубков ЭМ-насоса, а погружение патрубка ЭМ-насоса в водяную баню и охлаждение  
его водяными струями могут осуществляться с минимальным охлаждением перекачиваемого ЭМ-насосом горячего галлия либо олова, обеспечиваемого  
15 применением футеровки патрубка ЭМ-насоса, обладающей очень низкой теплопроводностью, например, выполненной из кварца.

#### Формирование образующейся воды и атомарного водорода

В одном из вариантов осуществления камера реакционной ячейки будет дополнительно оснащена камерой диссоциатора, в которую будет помещен  
20 диссоциатор водорода, например, на основе Pt, Pd, Ir, Re или другого металла-диссоциатора, нанесенного на носитель, например, углерод либо керамические гранулы, в частности,  $Al_2O_3$ , диоксид кремния либо цеолитовые гранулы, Ni Ренея  
либо Ni, ниобий, титан либо другой металл-диссоциатор, описываемый в настоящем изобретении, в форме, обеспечивающей большую площадь поверхности, например,  
25 порошок, мат, ткань или полотно. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано рекомбинатором для обеспечения каталитической реакции подаваемых  $H_2$  и  $O_2$  с поступлением в камеру 5b31 реакционной ячейки НОН  
и Н. Такой рекомбинатор может быть дополнительно оборудован контроллером, состоящим из по меньшей мере одного датчика температуры, нагревателя и системы  
30 охлаждения, в частности, теплообменника, который измеряет температуру рекомбинатора и осуществляет управление по меньшей мере одним из таких элементов, как система охлаждения, в частности, водяная струя, и нагреватель, с целью  
поддержания рекомбинационного катализатора в требуемом диапазоне рабочих температур, например, в диапазоне примерно от  $60^\circ C$  до  $600^\circ C$ . Верхний  
35 температурный предел устанавливается на уровне температуры, при которой рекомбинационный катализатор спекается и теряет эффективную площадь поверхности катализатора.

Выход  $H_2O$  в результате реакции воссоединения  $H_2$  с  $O_2$  может не составлять

100%, особенно в условиях потока. Удаление кислорода с целью предотвращения образования оксидного покрытия может позволять снижать энергию воспламенения на величину, находящуюся в диапазоне примерно от 10% до 100%. Рекомбинатор может быть соединением для извлечения почти всего поступающего в ячейку кислорода, 5 обеспечиваемого путем его преобразования в  $H_2O$ . Рекомбинатор может дополнительно служить диссоциатором, необходимым для образования атомов Н и катализатора на основе НОН, которые далее будут поступать по газовому трубопроводу в камеру реакционной ячейки. Более длинный путь протекания газа внутри рекомбинатора может увеличивать время его пребывания в рекомбинаторе и 10 способствовать более полному прохождению реакции  $O_2$  с  $H_2$ . Однако такой более длинный путь внутри рекомбинатора и газового трубопровода может приводить к более нежелательной рекомбинации Н и димеризации НОН. Соответственно, в рекомбинаторе оптимизируется баланс конкурирующих эффектов длины пути протекания, а длина газового трубопровода от рекомбинатора/диссоциатора до камеры 15 реакционной ячейки может быть сведена к минимуму.

В одном из вариантов осуществления подача в камеру реакционной ячейки источника кислорода, в частности,  $O_2$ , воздушной смеси либо  $H_2O$ , будет приводить к увеличению запаса кислорода в такой камере реакционной ячейки. В случае, если расплавленным металлом выступает галлий либо олово, запас кислорода может 20 заключаться в по меньшей мере одном из таких веществ, как оксид галлия либо олова,  $H_2O$  и  $O_2$ . Такой запас кислорода может быть достаточным для образования катализатора на основе НОН, необходимого для реакции с образованием гидрино. Однако оксидное покрытие на расплавленном металле, в частности, оксиде галлия либо олова на жидком галлии либо олове, может приводить к подавлению реакции с 25 образованием гидрино и увеличению напряжения воспламенения при фиксированном токе воспламенения. В одном из вариантов осуществления упомянутый запас кислорода будет оптимизирован. Оптимизация может быть достигнута за счет производимой с помощью контроллера прерывистой подачи кислорода. В порядке альтернативы кислород может подаваться с высокой скоростью до момента 30 накопления оптимального запаса, после чего скорость потока может быть уменьшена до уровня, необходимого для поддержания требуемого оптимального запаса при более низкой скорости потока, уравнивающей скорость истощения запаса кислорода в результате удалении его из камеры реакционной ячейки и резервуара с помощью вакуумного насоса. В одном из типичных вариантов осуществления для загрузки 35 камеры реакционной ячейки объемом примерно 100 куб.см и запаса в резервуаре с галлием либо оловом объемом примерно 1 кг в течение примерно 1 минуты скорость потока газа для  $H_2$  будет равна примерно 2 500 ст.куб.см/мин, а для  $O_2$  – 250 ст.куб.см/мин, после чего для  $H_2$  она будет равна примерно 2500 ст.куб.см/мин, а для

$O_2$  – 5 ст.куб.см/мин. Признаком того, что оксидный слой не образуется либо расходуется, будет служить происходящее с течением времени снижение напряжения воспламенения при постоянном токе воспламенения, причем контроль за таким напряжением может производиться с помощью датчика напряжения, а управление скоростью потока кислорода может осуществляться с помощью контроллера.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано датчиком параметров энергии воспламенения и контролером скорости течения источника кислорода, производящим измерение по меньшей мере одно из таких параметров, как напряжение воспламенения при фиксированной силе тока, сила тока воспламенения при фиксированном напряжении, а также энергия воспламенения, и изменение скорости течения источника кислорода в зависимости от параметров энергии. Указанным источником кислорода может служить по меньшей мере одно из таких веществ, как кислород и вода. В одном из типичных вариантов осуществления контроллер источника кислорода может управлять потоком кислорода, поступающего в камеру реакционной ячейки, исходя из напряжения воспламенения, причем запас кислорода в камере реакционной ячейки будет увеличиваться в ответ на выявляемое датчиком параметров энергии воспламенения падение напряжения ниже порогового значения напряжения и уменьшаться в ответ на выявляемое повышение такового выше порогового значения напряжения.

Для увеличения выхода из рекомбинатора можно увеличивать время пребывания в рекомбинаторе, площадь поверхности и каталитическую активность. Можно выбрать катализатор с более мощными кинетическими свойствами. Может быть увеличена рабочая температура.

В еще одном из вариантов осуществления рекомбинатор будет включать в себя нить накала, в частности, платиновую нить с покрытием из черни благородного металла, например, платиновую нить с покрытием из платиновой черни. Указанная нить накала может поддерживаться при достаточно высокой температуре с целью поддержания требуемой скорости рекомбинации, обеспечиваемой за счет резистивного нагрева, поддерживаемого с помощью источника энергии, датчика температуры и контроллера.

В одном из вариантов осуществления рекомбинатор  $H_2$  и  $O_2$  будет оборудован источником плазмы, в частности с тлеющим разрядом, микроволновым, радиочастотным (РЧ), с индуктивным или емкостным ВЧ-разрядом. Применяемая в качестве рекомбинатора разрядная ячейка может быть способна создавать условия высокого вакуума. Типовая разрядная ячейка 900, показанная на фигурах 9А-С и 8С-8L, будет оборудована выполненной из нержавеющей стали емкостью либо плазменной камерой с тлеющим разрядом 901 с установленным в верхней части фланцем 902 марки Confflat с сопрягаемой верхней пластиной 903, герметизированной

с помощью прокладки, выполненной, из меди, посеребренной меди или тантала, либо уплотнительного кольца. Фланцы могут иметь покрытие, выполненное, например, из жаростойкой краски, оксида алюминия, CrC, TiN, Ta либо иного, описываемого в настоящем изобретении, материала, предотвращающего образование сплава с расплавленным металлом. Прокладка или уплотнительное кольцо, выполненные, например, из Ta, могут обладать устойчивостью к образованию сплавов. В одно из вариантов осуществления фланцы могут быть заменены плоскими металлическими пластинами (без болтовых отверстий), например, кольцевыми элементами, расположенными по периметру каждого соединяемого элемента. Указанные пластины могут, будучи сваренными вместе по внешним краям, образовывать шов. Разрезав либо сошлифовав этот шов, можно будет разделить две пластины. Указанная верхняя пластину может находиться под высоким напряжением, подаваемым через ввод 904 на внутренний вольфрамовый стержневой электрод 905. Корпус ячейки может быть заземлен и служить тем самым противоэлектродом. Верхний фланец может быть дополнительно оборудован по меньшей мере одним газопускным отверстием 906 для газов, входящих в состав реакционной смеси реакции с образованием гидрино, например, по меньшей мере одного таких газов, как H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, воздушная смесь, H<sub>2</sub>O и благородный газ (например, Ar) либо их смеси (например, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>/воздушная смесь, H<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>/благородный газ, O<sub>2</sub>/благородный газ, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/благородный газ, H<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/благородный газ, O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/благородный газ, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O/благородный газ, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/воздушная смесь, H<sub>2</sub>/воздушная смесь/H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>/воздушная смесь/благородный газ, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/воздушная смесь/H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/воздушная смесь/благородный газ, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/воздушная смесь/H<sub>2</sub>O/благородный газ). Для увеличения желаемого выхода производства катализатора на основе НОН при добавлении к реакционной смеси реакции с образованием гидрино аргона газообразный водород и газообразный кислород могут подаваться через разрядную ячейку, а аргон может подаваться через отдельный газопускной вход в камеру 5b31 реакционной ячейки. Нижняя пластина 907 выполненной из нержавеющей стали емкости может быть оснащена патрубком для отвода газов в камеру реакционной ячейки. Ячейка с тлеющим разрядом будет дополнительно оборудована источником питания, в частности, источником питания постоянного тока с напряжением, находящимся в диапазоне примерно от 10 В до 5 кВ, и силой тока, находящейся в диапазоне примерно от 0,01 А до 100 А. Значения напряжения пробоя и поддержания тлеющего разряда, необходимого для требуемого давления газа, расстояние между электродами и сила тока разряда могут быть выбраны в соответствии с законом Пашена. Ячейка с тлеющим разрядом может быть дополнительно оборудована таким средством, как система воспламенения запальной свечей, вызывающая пробой газа, необходимый для индуцирования разрядной плазмы, причем источник питания плазмы тлеющего разряда будет функционировать при более

низком поддерживающем напряжении, при котором сохраняется тлеющий разряд. Упомянутое напряжение пробоя может находиться в диапазоне примерно от 50 В до 5 кВ, а поддерживающее напряжение может находиться в диапазоне примерно от 10 В до 1 кВ. Для предотвращения короткого замыкания источника энергии воспламенения ячейка с тлеющим разрядом может быть электрически изолирована от других компонентов устройства марки SunCell®, в частности, камеры 5b31 реакционной ячейки и резервуара 5с. Волны давления могут вызывать нестабильность тлеющего разряда, создающую вариации в реагентах, поступающих в камеру 5b31 реакционной ячейки, и могут повредить источник питания тлеющего разряда. Для предотвращения распространения волн обратного давления, вызываемых реакцией с образованием гидрино, в плазменную камеру с тлеющим разрядом камера 5b31 реакционной ячейки может быть оборудована перегородкой, в частности, ввернутой во втулку из BN, расположенную на электродной шине, где газовый трубопровод, идущий от ячейки с тлеющим разрядом, входит в камеру реакционной ячейки. Источник питания тлеющего разряда может быть оборудован по меньшей мере одним элементом защиты от перенапряжений, в частности, конденсатором. Длина разрядной ячейки и высота камеры реакционной ячейки могут быть минимизированы с целью уменьшения расстояния от плазмы тлеющего разряда до положительной поверхности галлия либо олова, в результате чего за счет уменьшения расстояния для возможного восстановления будет увеличена концентрация атомарного водорода и катализатора на основе НОН.

Ячейка с тлеющим разрядом может быть заменена другими источниками атомарного водорода, например, работающими по методу термической диссоциации водорода в нагреваемом путем электронной бомбардировки тонком вольфрамовом капилляре (терморасщепителе водорода), в котором, отскакивая от горячих стенок, молекулярный водород расщепляется до атомарного водорода. Источником атомарного водорода может быть источник, известный в данной области техники, например, типичный промышленный источник атомарного водорода марки «H-flux Atomic Hydrogen Source» производства компании «Тес Тра» (<https://tectra.de/sample-preparation/atomic-hydrogen-source/#:~:text=H%2Dflux%20Atomic%20Hydrogen%20Source,is%20cracked%20to%20atomic%20hydrogen>).

В одном из вариантов осуществления во избежание воссоединения присутствующего в стенке атомарного Н и димеризации НОН может быть сведена к минимуму площадь соприкосновения между источником по меньшей мере одного из таких веществ, как атомарный Н и катализатор на основе НОН, например, плазменной ячейкой и камерой 5b31 реакционной ячейки. Плазменная ячейка, в частности, ячейка с тлеющим разрядом, может соединяться непосредственно с электрическим

изолятором, в частности, керамическим, например, производства компании «Solid Seal Technologies, Inc.», который будет соединяться непосредственно с верхним фланцем 409а камеры реакционной ячейки. Указанный электрический изолятор может быть соединен с разрядной ячейкой и фланцем сварными швами, фланцевыми  
5 соединениями либо другими известными в данной области техники, крепежными элементами. Внутренний диаметр электрического изолятора может быть большим, в частности, примерно равным диаметру камеры разрядной ячейки, например, в диапазоне примерно от 0,05 см до 15 см. В еще одном из вариантов осуществления, в котором устройство марки SunCell® и корпус разрядной ячейки будут поддерживаться  
10 при одном и том же напряжении, в частности, на нулевой отметке, разрядная ячейка может быть непосредственно соединена с камерой реакционной ячейки, в частности, у верхнего фланца 409а камеры реакционной ячейки. Указанное соединение представлять собой сварку, фланцевое соединение либо другой, известный в данной области техники, крепежный элемент. Внутренний диаметр соединения может быть  
15 большим, в частности, примерно равным диаметру камеры разрядной ячейки, например, в диапазоне примерно от 0,05 см до 15 см.

Управление уровнем выходной мощности может осуществляться путем регулирования скорости потока водорода и кислорода, силы тока разряда, силы тока и напряжения воспламенения, силы тока ЭМ-насоса и температуры расплавленного  
20 металла. Для целей управления выходной мощностью устройство марки SunCell® может быть оборудовано соответствующими датчиками и контроллерами, предназначенными для каждого из этих и других параметров. Расплавленный металл, в частности, галлий либо олово, может поддерживаться в диапазоне температур примерно от 200°C до 2 200°C. В одном из типичных вариантов осуществления,  
25 который был оборудован реакционной ячейкой диаметром 8 дюймов (прим. 20 см), выполненной из хром-молибденовой нержавеющей стали марки 4130, стенки камеры которой были покрыты молибденовой футеровкой, диссоциатором и рекомбинатором водорода с тлеющим разрядом, соединенными непосредственно с фланцем 409а камеры реакционной ячейки с помощью комплекта фланцев марки Conflat с наружным  
30 диаметром 0,75 дюйма (прим. 1,9 см), напряжение тлеющего разряда составляло 260 В; сила тока тлеющего разряда составляла 2 А; скорость потока водорода составляла 2 000 ст.куб.см/мин; скорость потока кислорода составляла 1 ст.куб.см/мин; рабочее давление составляло 5,9 торр; за счет охлаждения на водяной бане температура галлия либо олова поддерживалась на уровне 400°C; сила тока и напряжение воспламенения  
35 составляли 1 300А и 26-27В; скорость ЭМ-прокачивания составляла 100 г/с, а выходная мощность была более 300 кВт при входной мощности воспламенения, равной 29 кВт, что соответствовало не менее чем 10-кратному коэффициенту усиления.

В одном из вариантов осуществления рекомбинатор, в частности, рекомбинатор с ячейкой с тлеющим разрядом, может охлаждаться с помощью хладагента, в частности, воды. В одном из типичных вариантов осуществления электрический ввод рекомбинатора может охлаждаться с помощью водой. Для охлаждения рекомбинатор может погружаться в водяную баню с перемешиванием. Рекомбинатор может быть оборудован аварийным выключателем, выявляющим паразитное напряжение и отключающим подачу питания плазмы, когда напряжение превышает пороговое значение, в частности, находящееся в диапазоне от 0 В до 20 В (например, от 0,1 В до 20 В).

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано регулируемой плазменной ячейкой, в частности, разрядной ячейкой, например, с тлеющим разрядом, с микроволновым разрядом либо с индуктивным или емкостным разрядом, причем смесь для реакции с образованием гидрино представляет собой описываемую в данном изобретении смесь для реакции с образованием гидрино, в частности, водород в избытке кислорода по сравнению со стехиометрической смесью при соотношении молярных процентов  $H_2$  (66,6%) к  $O_2$  (33,3%). Регулируемая плазменная ячейка может состоять из емкости, способной создавать условия вакуума, источника реакционной смеси, вакуумного насоса, манометра, расходомера, генератора плазмы, источника энергии плазмы и контроллера. Источники плазмы, предназначенные для поддержания реакции с образованием гидрино, приведены в Предыдущих заявках Миллса, которые включены в настоящий документ посредством ссылки. Указанный источник плазмы может поддерживать плазму в смеси для реакции с образованием гидрино, представляющей собой смесь водорода с кислородом, имеющей дефицит кислорода по сравнению с стехиометрической смесью при соотношении молярных процентов  $H_2$  (66,6%) к  $O_2$  (33,3%). Указанный дефицит кислорода в водородно-кислородной смеси может составлять примерно от 5% до 99% от содержания кислорода стехиометрической смеси. Упомянутая смесь может состоять из  $H_2$  в молярной концентрации примерно от 99,66% до 68,33% и  $O_2$  в молярной концентрации примерно от 0,333% до 31,66%. Реакционную смесь такие смеси могут образовывать при прохождении через плазменную ячейку, в частности, с тлеющим разрядом, достаточным для индуцирования описываемой в настоящей заявке каталитической реакции при взаимодействии со смещенным расплавленным металлом в камере реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления для увеличения скорости потока реагентов через ячейку при поддержании давления в реакционной ячейке в требуемом диапазоне газы реакционной смеси, образующиеся на выходе из плазменной ячейки, могут нагнетаться в реакционную ячейку с помощью средств придания скорости потока газов, в частности, крыльчатки либо газовой струи. Перед тем, как быть

впрыснутым в камеру реакционной ячейки, обладающий высокой скоростью газ может проходить сквозь источник плазмы рекомбинатора.

В одном из вариантов осуществления высокая концентрация в камере реакционной ячейки по меньшей мере одного из таких веществ, как атомарный Н и катализатор на основе НОН, плазменным рекомбинатором/диссоциатором будет поддерживаться посредством прямого впрыска в камеру реакционной ячейки атомарного Н и катализатора на основе НОН из внешнего плазменного рекомбинатора/диссоциатора. Соответствующие условия прохождения реакции могут быть аналогичны условиям, создаваемым в камере реакционной ячейки очень высокой температурой и производящим очень мощные кинетические и энергетические воздействия. Типичный высокотемпературный диапазон составляет примерно от 2000°C до 3400°C. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано множеством рекомбинаторов/диссоциаторов, в частности, рекомбинаторов/диссоциаторов с плазменным разрядом, выполняющих впрыск по меньшей мере одного из таких веществ, как атомарный Н и катализатор на основе НОН, причем такой впрыск в камеру реакционной ячейки может осуществляться под воздействием потока.

В еще одном из вариантов осуществления источник водорода, например, резервуар с  $H_2$ , может быть сообщен с коллектором, который может быть сообщен по меньшей мере с двумя регуляторами массового потока (РМП). Первый РМП может подавать газообразный  $H_2$  во второй коллектор, к которому подведен трубопровод для подачи  $H_2$  и трубопровод для подачи благородного газа из источника благородного газа, например, резервуара с аргоном. Второй коллектор может иметь выход в трубопровод, сообщенный с диссоциатором, например, помещенным в корпус катализатором, в частности, Pt/ $Al_2O_3$ , Pt/C либо другим, описываемым в настоящем изобретении, катализатором, причем выходной трубопровод диссоциатора может вести к камере реакционной ячейки. Второй РМП может подавать газообразный  $H_2$  в третий коллектор, к которому подведен трубопровод для подачи  $H_2$  и трубопровод для подачи кислорода от источника кислорода, например, резервуара с  $O_2$ . Третий коллектор может иметь выход в трубопровод, ведущий к рекомбинатору, например, помещенному в корпус катализатору, в частности, Pt/ $Al_2O_3$ , Pt/C либо другому, описываемому в настоящем изобретении, катализатору, причем выходной трубопровод рекомбинатора может вести к камере реакционной ячейки.

В порядке альтернативы второй РМП может быть сообщен со вторым коллектором, питаемым первым РМП. В еще одном из вариантов осуществления первый РМП может направлять водород непосредственно в рекомбинатор либо в рекомбинатор и второй РМП. Аргон может подаваться третьим РМП, в который газ

будет поступать из питающего источника, например, из резервуара с аргоном, и выводиться непосредственно в камеру реакционной ячейки.

В еще одном из вариантов осуществления  $H_2$  может протекать из своего питающего источника, например, резервуара с  $H_2$ , в первый РМП, который будет  
5 иметь выход на первый коллектор.  $O_2$  может протекать из своего питающего источника, например, резервуара с  $O_2$ , во второй РМП, который будет иметь выход на первый коллектор. Первый коллектор может иметь выход на рекомбинатор/диссоциатор, который будет иметь выход на второй коллектор. Благородный газ, например, аргон, может протекать из своего питающего источника,  
10 например, резервуара с аргоном, во второй коллектор, который будет выходить на камеру реакционной ячейки. К предмету настоящего изобретения относятся и другие схемы движения потока, по которым потоки осуществляют подачу газов-реагентов в возможных упорядоченных перемещениях, производимых с помощью известных в данной области техники источников газа, РМП, коллекторов и соединений.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано по меньшей мере один из таких элементов, как источник водорода, например, вода либо газообразный водород, в частности, водородный резервуар, средство регулирования поступающего из указанного источника потока, например, регулятор массового потока водорода, регулятор давления, трубопровод, например,  
20 трубопровод для подачи газообразного водорода от источника водорода до по меньшей мере одного из таких элементов, как резервуар либо камера реакционной ячейки, пролегающий ниже уровня расплавленного металла в камере, а также контроллер. Источник водорода либо газообразного водорода может вводиться непосредственно в расплавленный металл, причем его концентрация либо давление может быть выше, чем достигается при введении за пределами металла. Более высокая концентрация либо более высокое давление могут повышать растворимость водорода в расплавленном металле. Водород может растворяться в виде атомарного водорода, причем диссоциатором может служить расплавленный металл, например, галлий, либо олово, либо галинстан. В еще одном из вариантов осуществления трубопровод для  
30 подачи газообразного водорода может быть оснащен диссоциатором водорода, например, нанесенным на подложку благородным металлом, в частности, нанесенным на подложку из  $Al_2O_3 Pt$ . Упомянутый атомарный водород может высвобождаться с поверхности расплавленного металла в камере реакционной ячейки для поддержания реакции с образованием гидрино. Указанный газовый трубопровод может иметь  
35 впускной патрубок, ведущий от источника водорода, который для предотвращения обратного течения расплавленного металла в регулятор массового потока будет расположен на более высоком уровне, чем выпускной патрубок, ведущий к расплавленному металлу. Такой трубопровод для подачи газообразного водорода

может доходить до расплавленного металла и может на конце быть дополнительно оснащен диффузором водорода, предназначенным для распределения газообразного водорода. Трубопровод, например, для подачи газообразного водорода, может иметь U-образную секцию либо ловушку. Такой трубопровод может входить в камеру реакционной ячейки над уровнем расплавленного металла и иметь секцию, которая, изгибаясь, опускается ниже уровня поверхности расплавленного металла. По меньшей мере один из таких элементов, как источник водорода, например, резервуар с водородом, регулятор и контроллер массового потока, может создавать давление источника водорода либо водорода, достаточное для преодоления напора расплавленного металла на выходе из трубопровода, например, трубопровода для подачи газообразного водорода, с целью обеспечения необходимого потока источника водорода либо газообразного водорода.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оснащено источником водорода, например, резервуаром, клапаном, регулятором, манометром, вакуумным насосом и контроллером, и может быть дополнительно оборудовано по меньшей мере одним из таких элементов, как средство образования атомарного водорода из источника водорода, например, по меньшей мере из диссоциатора водорода, в частности, описываемого в настоящем изобретении, например, Re/C или Pt/C, а также источник плазмы, например, плазмы реакции с образованием гидрино, источник высокого напряжения, которое может быть приложено к электродам устройства марки SunCell® для поддержания плазмы тлеющего разряда, источник плазмы радиочастотного излучения, источник микроволновой плазмы либо другой, описываемый в настоящем изобретении, источник плазмы, предназначенный для поддержания водородной плазмы в камере реакционной ячейки. Указанный источник водорода может осуществлять подачу водорода под давлением. Источник находящегося под давлением водорода может повышать давление в камере реакционной ячейки за счет нагнетания водорода по меньшей мере одним из таких способов, как обратимое и периодическое нагнетание. Находящийся под давлением водород может растворяться в расплавленном металле, например, галлии либо олове. Указанные средства образования атомарного водорода могут повышать растворимость водорода в расплавленном металле. Давление водорода в камере реакционной ячейки может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 0,01 атм. до 1000 атм., от 0,1 атм. до 500 атм., а также от 0,1 атм до 100 атм. Сам водород может удаляться путем откачивания по истечении обеспечивающего поглощение времени выдерживания. Значение указанного времени выдерживания может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 0,1 с до 60 мин, от 1 с до 30 мин и от 1 с до 1 мин. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано множеством камер реакционной

ячейки и контроллером, который может контроллером, подвергающимся по меньшей мере одному из таких воздействий, как периодическое питание атомарным водородом, а также согласованные повышение и сброс давления водорода, причем каждая камера реакционной ячейки может поглощать водород, в то время как другая будет пребывать

5 в режиме нагнетания давления либо питания атомарным водородом, откачивания содержимого либо работы с поддержанием реакции с образованием гидрино.

Типичные системы и условия для стимуляции поглощения водорода расплавленным галлием либо оловом приводятся в публикации Карреона [M. L. Carreon, "Synergistic interactions of H<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> with molten gallium or tin in the presence of plasma"

10 (Синергетические взаимодействия H<sub>2</sub> и N<sub>2</sub> с расплавленным галлием либо оловом в присутствии плазмы), Journal of Vacuum Science & Technology A, том. 36, выпуск 2, (2018), 021303 стр. 1-8; <https://doi.org/10.1116/1.5004540>], которая включена в настоящий документ посредством ссылки. В одном из типичных вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет эксплуатироваться при высоком

15 давлении водорода, например, от 0,5 до 10 атм., причем импульсные свойства плазма будет проявлять при гораздо меньшей входной мощности, чем в случае использования непрерывной плазмы и тока воспламенения. Затем давление будет поддерживаться на уровне примерно от 1 до 5 торр при потоке H<sub>2</sub> в объеме 1500 ст.куб.см/мин + O<sub>2</sub> в объеме 15 ст.куб.см/мин, движущемся через 1 г Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при температуре выше 90°C и

20 далее в камеру реакционной ячейки, причем большая выходная мощность будет формироваться за счет дополнительного удаления H<sub>2</sub> из галлия либо олова с одновременным повышением температуры галлия либо олова. Соответствующая загрузка H<sub>2</sub> (поглощение галлием либо оловом) и разгрузка (выделение H<sub>2</sub> из галлия либо олова) может выполняться неоднократно.

25 В одном из вариантов осуществления источник водорода либо газообразного водорода может нагнетаться непосредственно в расплавленный металл в направлении, продвигающем такой расплавленный металл к противоположному электроду пары электродов, причем функцию электрода будет выполнять ванна расплавленного металла. Газовый трубопровод может выполнять функцию форсунки, причем

30 источник водорода либо нагнетания водорода, например, нагнетания газообразного H<sub>2</sub>, может, по меньшей мере частично, выполнять функцию форсунки для впрыска расплавленного металла. Форсунка ЭМ-насоса может служить дополнительной форсункой для впрыска расплавленного металла системы воспламенения, состоящей по меньшей мере из двух электродов и источника электроэнергии.

35 В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано диссоциатором молекулярного водорода. Такой диссоциатор может быть размещен в камере реакционной ячейки либо в отдельной камере, имеющей газовое сообщение с камерой реакционной ячейки. Отдельный корпус может предотвратить

сбой в работе диссоциатора в связи с контактированием с расплавленным металлом, например, галлием либо оловом. Указанный диссоциатор может состоять из диссоциирующего материала, например, нанесенного на подложку Pt, в частности, Pt, нанесенного на гранулы оксида алюминия либо другой материал, описываемый в  
5 настоящем изобретении либо известный в данной области техники. В качестве альтернативы такой диссоциатор может включать в себя нить накала либо источник плазменного разряда, например, источник тлеющего разряда, микроволновой плазмы, плазменную горелку, источник индуктивного или емкостного ВЧ-разряда, диэлектрического барьерного разряда, пьезоэлектрического прямого разряда,  
10 акустического разряда либо другой разрядный элемент, описываемый в настоящем изобретении либо известный в данной области техники. Упомянутая нить накала может резистивно нагреваться с помощью источника питания, пропускающего ток через электрически изолированный вводный канал, проникающий сквозь стенку камеры реакционной ячейки, а затем через нить накала.

15 В еще одном из вариантов осуществления для увеличения по меньшей мере одного из таких значений, как степень диссоциации водорода и скорость плазменной ион-электронной рекомбинации, может усиливаться ток воспламенения. В одном из вариантов осуществления форма волны воспламенения может содержать смещение постоянного тока, например, находящееся в диапазоне напряжений примерно от 1 В до  
20 100 В, при наложенном напряжении переменного тока, находящемся в диапазоне примерно от 1 В до 100 В. Напряжение постоянного тока может увеличивать напряжение переменного тока в степени, достаточной для образования плазмы в смеси для реакции с образованием гидрино, и компонент переменного тока может в присутствии плазмы иметь большую силу тока, например, находящуюся в диапазоне  
25 примерно от 100 А до 100000 А. Постоянный ток с модуляцией переменным током может приводить к возникновению импульсного тока воспламенения с соответствующей частотой переменного тока, например, находящейся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 1 Гц до 1 МГц, от 1 Гц до 1 кГц и от 1 Гц до 100 Гц. В одном из вариантов осуществления для уменьшения  
30 сопротивления и увеличения силы тока и стабильности энергии воспламенения будет увеличиваться мощность ЭМ-перекачивания.

В одном из вариантов осуществления тлеющий разряд высокого давления может поддерживаться посредством разряда микрополого катода. Разряд микрополого катода может поддерживаться между двумя близко расположенными электродами с  
35 отверстиями диаметром приблизительно 100 микрон. Типичные разряды постоянного тока могут поддерживаться вплоть до уровня примерно атмосферного давления. В одном из вариантов осуществления возникающие при высоком давлении газа большие объемы плазмы могут поддерживаться посредством совмещения действующих

параллельно отдельных тлеющих разрядов. Током плазмы может быть по меньшей мере один из таких токов, как постоянный ток либо переменный ток.

В одном из вариантов осуществления концентрацию атомарного водорода будет увеличиваться посредством подачи источника водорода, который легче диссоциировать, чем  $H_2O$  либо  $H_2$ . Типичными источниками являются источники, обладающие по меньшей мере одним из таких свойств, как более низкие уровни энтальпии и более низкие объемы свободной энергии образования из расчета на один атом H, например, метан, углеводород, метанол, спирт, другая органическая молекула, содержащая H.

В одном из вариантов осуществления диссоциатор может быть выполнен в виде электрода 8, например, продемонстрированного на фигуре 1. Электрод 8 может представлять собой диссоциатор, способный работать при высокой температуре, например, до  $3200^{\circ}C$ , и может дополнительно содержать материал, устойчивый к образованию сплава с расплавленным металлом, например, галлием либо оловом.

Типичные электроды могут быть выполнены по меньшей мере из одного из таких веществ, как W и Ta. В одном из вариантов осуществления шина 10 может быть оборудована присоединенными диссоциаторами, например, лопаточными диссоциаторами, в частности, плоскими пластинами. Указанные пластины могут присоединяться путем крепления торца кромки вдоль оси шины 10. Лопатки могут быть скомпонованы в форме лопастного колеса. Лопатки могут нагреваться за счет кондуктивной передачи тепла от шины 10, которая может нагреваться по меньшей мере одним из таких источников, как резистивный ток воспламенения и реакция с образованием гидрино. Диссоциаторы, в частности, лопатки, могут содержать тугоплавкий металл, например, Hf, Ta, W, Nb либо Ti.

#### Расплавленный металл

В одном из альтернативных вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано теплообменником с потоком хладагента, состоящим из насосной системы, при работе которой камера реакционной ячейки охлаждается проточным хладагентом, причем скорость его потока может изменяться в порядке контроля за тем, дабы камера реакционной ячейки функционировала в необходимом диапазоне температур. Указанный теплообменник может быть выполнен в виде пластин с каналами, например, микроканальных пластин. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано ячейкой, включающей в себя камеру 531 реакционной ячейки, резервуар 5с, пьедестал 5с1 и все компоненты, контактирующие с плазмой реакции с образованием гидрино, причем один или более из компонентов могут представлять собой определенную зону ячейки. В одном из вариантов осуществления указанный теплообменник, например, содержащий

проточный хладагент, может быть выполнен в виде множества теплообменников, организованных в зонах ячейки для поддержания в соответствующей зоне ячейки независимую необходимую температуру.

В одном из вариантов осуществления, например, представленном на фигуре 6, устройство SunCell® будет оснащено теплоизоляцией либо футеровкой 5b31a, закрепленной внутри камеры 5b31 реакционной ячейки на уровне расплавленного галлия либо олова, с целью предотвращения прямого контакта горячего галлия либо олова со стенками камеры. Указанная теплоизоляция может быть выполнена по меньшей мере из одного из таких материалов, как теплоизоляционный материал, электроизоляционный материал и материал, устойчивый к смачиванию расплавленным металлом, например, галлием либо оловом. Такая изоляция может выполнять по меньшей мере одну из таких функций, как обеспечение повышения температуры поверхности галлия либо олова и снижение степени образования на стенке камеры реакционной ячейки локализованных горячих точек, которые могут эту стенку расплавить. Кроме того, поверхность футеровки может быть плакирована диссоциатором водорода, например, описываемым в настоящем изобретении. В еще одном из вариантов осуществления для рассеивания тепловой энергии по стенке и, соответственно, предотвращения ее локального расплавления, будет обеспечено по меньшей мере одно из таких условий, как увеличение толщины стенки, и плакировка внешней поверхности стенки тепловыми теплодиффузорами, например, медными блоками. Указанная теплоизоляция может содержать керамику, например, BN, SiC, графит, муллит, кварц, кварцевое стекло, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид гафния и другие материалы, описываемые в настоящем изобретении, а также материалы, известные специалистам в данной области техники. Толщина изоляции может выбираться таким образом, чтобы достигалась необходимая площадь покрытия поверхности расплавленным металлом и оксидом галлия либо олова, причем меньшая площадь может повышать температуру за счет концентрации плазмы реакции с образованием гидрино. Поскольку меньшая площадь может снижать скорость электрон-ионной рекомбинации, площадь может быть оптимизирована таким образом, чтобы способствовать удалению пленки из оксида галлия либо олова с одновременной оптимизацией мощности реакции с образованием гидрино. В одном из типичных вариантов осуществления, в котором используется прямоугольная камера реакционной ячейки, выполненные из BN прямоугольные блоки будут крепиться на резьбовые шпильки, приваренные к внутренним стенкам камеры реакционной ячейки на уровне поверхности расплавленного галлия либо олова. Такие выполненные из BN блоки будут образовывать в указанном месте непрерывную приподнятую поверхность внутри камеры реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуры 1 и б) устройство марки SunCell® будет оборудовано шиной 5k2ka1, проходящей сквозь опорную плиту ЭМ-насоса в нижней части резервуара 5с. Указанная шина может быть подключена к источнику тока воспламенения. Эта шина может проходить над уровнем расплавленного металла. Такая шина может служить положительным электродом в дополнение к расплавленному металлу, например, галлию либо олову. Указанный расплавленный металл может отводить тепло от шины для ее охлаждения. Шина может содержать тугоплавкий металл, не образующий сплава с расплавленным металлом, например, W, Ta либо Re в случае, если расплавленным металлом будет галлий либо олово. Шина, например, выполненная в виде вольфрамового стержня, выступающего над поверхностью галлия либо олова, может концентрировать плазму на поверхности галлия либо олова. Для защиты от теплового повреждения впрыскивающий раструб, например, содержащий W, может быть погружен в присутствующий в резервуаре расплавленный металл.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуру 1), в котором, например, расплавленный металл будет служить электродом, для увеличения плотности тока может быть минимизирована площадь поперечного сечения той его части, что служит расплавленным электродом. Таким электродом в виде расплавленного металла может быть выполняющее функцию электрода впрыскивающее устройство.

Впрыскивающий раструб может находиться в погруженном состоянии. Указанный электрод в виде расплавленного металла может иметь положительную полярность. Площадь электрода в виде расплавленного металла может быть примерно равна площади противоиэлектрода. Дабы он выступал электродом с высокой плотностью тока, площадь поверхности расплавленного металла может быть минимизирована. Значение указанной площади может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от  $1 \text{ см}^2$  до  $100 \text{ см}^2$ , от  $1 \text{ см}^2$  до  $50 \text{ см}^2$ , а также от  $1 \text{ см}^2$  до  $20 \text{ см}^2$ . По меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, на уровне расплавленного металла может быть сужен до меньшей площади поперечного сечения. По меньшей мере часть по меньшей мере одного из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, на уровне расплавленного металла может содержать тугоплавкий материал, например, вольфрам, тантал либо керамику, в частности, BN. В одном из типичных вариантов осуществления площадь по меньшей мере одного из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, на уровне расплавленного металла может быть минимизирована, дабы служить положительным электродом с высокой плотностью тока. В одном из типичных вариантов осуществления камера реакционной ячейки может иметь цилиндрическую форму и может быть дополнительно оборудована редуктором, конической секцией либо ведущим к резервуару переходом, причем расплавленный

металл, например, галлий либо олово, будет заполнять резервуар до уровня, при котором площадь поперечного сечения галлия либо олова у соответствующей поверхности расплавленного металла будет достаточной малой для концентрации тока и увеличения плотности тока. В одном из типичных вариантов осуществления (см. фигуру 7А) по меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, может иметь форму песочных часов либо выполненного из единого листа гиперboloида, причем уровень расплавленного металла будет находиться примерно на уровне области с наименьшей площадью поперечного сечения. Такая область может содержать тугоплавкий материал либо иметь футеровку 5b31a из тугоплавкого материала, например, углерода, тугоплавкого металла, в частности, W, Ta или Re, либо керамики, в частности, BN, SiC или кварца. В одном из типичных вариантов осуществления камера реакционной ячейки может выполнена из нержавеющей стали, например, марки 347, в частности, легированной нержавеющей стали марки 4130, а футеровка может быть выполнена из W либо BN. В одном из вариантов осуществления камера реакционной ячейки будет оснащена по меньшей мере одной структурой удержания плазмы, в частности, кольцеобразным кругом, центрированным по проходящей между электродами оси для удержания плазмы внутри кольца. Такие кольца могут отличаться по меньшей мере одной из таких характеристик, как замыкание на расплавленный металл и стенки камеры реакционной ячейки и электрическая изолированность с помощью по меньшей мере одной электроизоляционной опоры.

#### Конфигурации реакционной ячейки или камеры

В одном из вариантов осуществления камера реакционной ячейки может быть оборудована трубчатым реактором (см. фигуры 7B-C), в частности, представляющим собой выполненную из нержавеющей стали трубчатую емкость 5b3, способную функционировать в условиях вакуума либо высокого давления. Давление и характеристики реакционной смеси внутри указанной емкости могут регулироваться путем подачи газов через газопускной патрубков 710 и отвода газов через вакуумный трубопровод 711. Камера 5b31 реакционной ячейки может быть оснащена футеровкой 5b31a, в частности, тугоплавкой футеровкой, например, керамической футеровкой, выполненной из BN, кварца, пиролитического углерода либо SiC, которая может обеспечивать электрическую изоляцию камеры 5b31 реакционной ячейки от стенки емкости 5b3, а также может дополнительно предотвращать образование сплава с галлием либо оловом. В порядке альтернативы футеровка из тугоплавкого материала, в частности, W, Ta или Re, может снижать степень образования сплава с галлием либо оловом. ЭМ-шины 5k2 могут содержать материал, иметь покрытие или плакировку, обладающие электропроводностью и препятствующие образованию сплава с галлием

либо оловом. Типичными материалами являются Ta, Re, Mo, W и Ir. Каждая шина 5k2 может быть прикреплена к патрубку ЭМ-насоса с помощью сварного шва либо крепежного элемента, в частности, марки Swagelok, который может иметь покрытие, выполненное из керамики либо стойкого к сплавлению с галлием либо оловом

5 металла, в частности, по меньшей мере одного из таких металлов, как Ta, Re, Mo, W и Ir.

В одном из вариантов осуществления указанная футеровка (например, футеровка ЭМ-насоса, футеровка реакционной ячейки) будет представлять собой гибридную смесь материалов, в частности, смеси керамических материалов либо

10 керамики и тугоплавкого металла. Указанная керамика может представлять собой один из описываемых данным изобретением материалов, в частности, BN, кварц, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид гафния либо диборид или карбид таких металлов, как Ta, W, Re, Ti, Zr или Hf, в частности, ZrB<sub>2</sub>, TaC, HfC и WC. Указанный тугоплавкий металл может представлять собой один из описываемых в данном

15 изобретении металлов, в частности, W, Ta, Re, Ir или Mo. В одном из типичных вариантов осуществления трубчатой ячейки (см. фигуры 7B-C) футеровка будет представлять собой выполненную из BN трубку с утопленной полосой в той области, где плазма наиболее интенсивна, причем в утопленной полосе выполненной из BN футеровки будет удерживаться вольфрамовая трубчатая секция немного большего

20 диаметра, чем диаметр трубчатой футеровки из BN. В одном из типичных вариантов осуществления футеровка выполненной из тугоплавкого металла в форме трубки камеры 5b31 реакционной ячейки, в частности, камеры, выполненной из ниобия или ванадия и покрытой керамикой, в частности, из диоксидциркония-диоксидтитана-оксидиттрия (ZTY) для предотвращения окисления, будет выполнена в виде

25 внутренней трубки из BN с по меньшей мере одной вставкой из тугоплавкого металла или керамики, в частности, вольфрамовой вставкой, размещенной в необходимом месте, в частности, в месте, где плазма, производимая в результате реакции с образованием гидринов, является наиболее интенсивной.

В одном из вариантов осуществления керамическая футеровка, покрытие или

30 плакировка по меньшей мере одного компонента устройства марки SunCell®, в частности, резервуара, камеры реакционной ячейки, ввода системы воспламенения и патрубка ЭМ-насоса, может состоять из по меньшей мере одного из таких оксидов металла, как оксид алюминия, диоксид циркония, стабилизированный оксидом иттрия диоксид циркония, оксид магния, оксид гафния, карбида кремния, карбида циркония,

35 диборида циркония, нитрида кремния (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>), стеклокерамического материала, в частности, системы Li<sub>2</sub>O × Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> × nSiO<sub>2</sub> (системы LAS), системы MgO × Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> × nSiO<sub>2</sub> (системы MAS), системы ZnO × Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> × nSiO<sub>2</sub> (системы ZAS). По меньшей мере один компонент устройства марки SunCell®, в частности, резервуар, камера реакционной

ячейки, патрубков ЭМ-насоса, футеровка, плакировка либо покрытие, может быть выполнен из тугоплавкого материала, в частности, из по меньшей мере одного из таких веществ, как графит (температура сублимации = 3 642°C), тугоплавкий металл, например, вольфрам (т.пл. = 3 422°C) либо тантал (т.пл. = 3 020°C), ниобий, ниобиевый сплав, ванадий, керамика, сверхвысокотемпературная керамика и композит с керамической матрицей, в частности, по меньшей мере одно из таких соединений, как бориды, карбиды, нитриды и оксиды, например, бориды, карбиды, нитриды и оксиды ранних переходных металлов, в числе которых борид гафния ( $\text{HfB}_2$ ), диборид циркония ( $\text{ZrB}_2$ ), нитрид гафния ( $\text{HfN}$ ), нитрид циркония ( $\text{ZrN}$ ), карбид титана ( $\text{TiC}$ ), нитрид титана ( $\text{TiN}$ ), диоксид тория ( $\text{ThO}_2$ ), борид ниобия ( $\text{NbB}_2$ ) и карбид тантала ( $\text{TaC}$ ), а также связанные с ними композитные соединения. Типичными керамиками, обладающими требующейся высокой температурой плавления, выступают оксид магния ( $\text{MgO}$ ) (т.пл. = 2 852°C), оксид циркония ( $\text{ZrO}$ ) (т.пл. = 2 715°C), нитрид бора ( $\text{BN}$ ) (т.пл. = 2 973°C), диоксид циркония ( $\text{ZrO}_2$ ) (т.пл. = 2 715 °C), борид гафния ( $\text{HfB}_2$ ) (т.пл. = 3 380°C), карбид гафния ( $\text{HfC}$ ) (т.пл. = 3 900°C),  $\text{Ta}_4\text{HfC}_5$  (т.пл. = 4 000°C),  $\text{Ta}_4\text{HfC}_5\text{TaX}_4\text{HfCX}_5$  (4 215°C), нитрид гафния ( $\text{HfN}$ ) (т.пл. = 3 385°C), диборид циркония ( $\text{ZrB}_2$ ) (т.пл. = 3 246°C), карбид циркония ( $\text{ZrC}$ ) (т.пл. = 3 400°C), нитрид циркония ( $\text{ZrN}$ ) (т.пл. = 2 950°C), борид титана ( $\text{TiB}_2$ ) (т.пл. = 3 225°C), карбид титана ( $\text{TiC}$ ) (т.пл. = 3 100°C), нитрид титана ( $\text{TiN}$ ) (т.пл. = 2 950°C), карбид кремния ( $\text{SiC}$ ) (т.пл. = 2 820°C), борид тантала ( $\text{TaB}_2$ ) (т.пл. = 3 040°C), карбид тантала ( $\text{TaC}$ ) (т.пл. = 3 800°C), нитрид тантала ( $\text{TaN}$ ) (т.пл. = 2 700°C), карбид ниобия ( $\text{NbC}$ ) (т.пл. = 3 490°C), нитрид ниобия ( $\text{NbN}$ ) (т.пл. = 2 573°C), карбид ванадия ( $\text{VC}$ ) (т.пл. = 2 810°C) и нитрид ванадия ( $\text{VN}$ ) (т.пл. = 2 050°C), а также материал для изготовления лопастей турбины, в частности, один или более из материалов из группы, в которую входят суперсплав, суперсплав на основе никеля, содержащий в себе хром, кобальт и рений, состоящий из композитов с керамической матрицей, U-500, Rene 77, Rene N5, Rene N6, PWA 1484, CMSX-4, CMSX-10, Inconel, IN-738, GTD-111, EPM-102 и PWA 1497. Упомянутая керамика, в частности,  $\text{MgO}$  и  $\text{ZrO}$ , может быть устойчива к вступлению в реакцию с  $\text{H}_2$ .

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как каждый из резервуаров 5с, камера 5b31 реакционной ячейки и внутренняя часть патрубка 5кб ЭМ-насоса, будет иметь керамическое покрытие либо будет оснащен керамической футеровкой, в частности, выполненной из  $\text{BN}$ , кварца, графита, пиролитического графита, карбида кремния, диоксида титана, оксида алюминия, оксида иттрия, оксида гафния, диоксида циркония, либо таких смесей, как  $\text{TiO}_2\text{-Yr}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ , или другого, описываемого в данном изобретении, вещества. Типичное графитовое покрытие будет выполнено из графитовой связки Graphitic Bond 551RN марки Aremco Products, а типичное покрытие из оксида алюминия будет

выполнено из Cotronics Resbond 989. В одном из вариантов осуществления футеровка будет выполнена в виде по меньшей мере двух концентрических створок, в частности, двух выполненных из BN створчатых футеровок. Во избежание образования прямого электрического пути от плазмы или расплавленного металла внутри камеры реакционной ячейки к стенкам камеры реакционной ячейки вертикальные швы створки (пролегающие параллельно резервуару) могут быть смещены или сдвинуты уступом на относительный угол поворота. В одном из типичных вариантов осуществления указанное смещение будет составлять  $90^\circ$  от вертикальных швов, причем обе секции створки будут допускать термическое расширение футеровок без растрескивания, а размещенные внахлест внутренние и внешние футеровки будут блокировать электрическое замыкание плазмы на стенку камеры реакционной ячейки, благодаря относительному смещению комплектов швов концентрических створчатых футеровок. Еще один типичный вариант осуществления будет оснащен внутренней створчатой футеровкой и цельной внешней футеровкой, в частности, внутренней створчатой футеровкой, выполненной из BN, и наружной трубчатой футеровкой, выполненной из графита либо керамики. В очередном из вариантов осуществления множества концентрических футеровок по меньшей мере внутренняя футеровка будет состоять из расположенных вертикально друг над другом секций. Горизонтальные швы внутренней футеровки могут перекрываться внешней футеровкой, причем швы внутренней футеровки будут находиться по вертикали на высоте, отличной от высоты расположения швов внешней футеровки, в случае, если внешняя футеровка также будет состоять из расположенных вертикально друг над другом секций. Возникающее в результате смещение указанных швов будет предотвращать электрическое короткое замыкание между по меньшей мере одним из таких элементов, как расплавленный металл и плазма внутри камеры реакционной ячейки, и стенками камеры реакционной ячейки.

Упомянутая футеровка будет выполнена из электроизоляционного материала, способного функционировать при высоких температурах и обладающего достаточной стойкостью к термическому удару. Желательными также будут такие свойства, как механическая обрабатываемость, способность обеспечивать теплоизоляцию и устойчивость к реакционной активности в присутствии реагентов гидрино и расплавленного металла. Типичными материалами футеровки будет выступать по меньшей мере одно из таких веществ, как BN, AlN, сиалон и шапал. Для выполнения теплоизоляции по окружности выполненной из BN внутренней футеровки могут применяться нитрид кремния ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), карбид кремния, сиалон, муллит и макор. Указанная футеровка может состоять из пористого материала, предназначенного для выполнения футеровки, в частности, из пористого сиалона. В числе других типичных футеровок будет по меньшей мере футеровка, выполненная из графита, глазурованного

SiC и углеродом, с танталовой либо вольфрамовой вставкой либо выполненной из BN внутренней футеровкой, предназначенной для защиты первой от плазмы гидрино, углерода с пиролитическим покрытием, композитного соединения SiC-C, связанного нитридом кремния карбида кремния, стабилизированного оксидом иттрия диоксида циркония, SiC с танталовой либо вольфрамовой вставкой. Для целей уменьшения термического удара указанная футеровка может быть сегментирована по меньшей мере по горизонтали или по вертикали. Футерованный компонент, в частности, по меньшей мере такой компонент камеры 5b31 реакционной ячейки и резервуара 5c, может нагреваться со скоростью, позволяющей избежать термического удара (например, удара, вызванного слишком быстрым нагревом плазмы, создающим температурные градиенты и связанные с расширением дифференциальные напряжения в футеровке, который приводит к выходу системы из строя) для футеровки, в частности, для футеровки, выполненной из карбида кремния. Скорость линейного изменения температуры может находиться в диапазоне примерно от 1°C/мин до 200°C/с.

Упомянутые сегментированные секции могут сцепляться друг с другом за счет такой конструктивной особенности смежных секций, как соединение внакрой либо шпунтовое соединение. В одном из вариантов осуществления сцепление друг с другом сегментов, каждый из которых будет выполнен из электроизоляционного материала, будет предотвращать электрическое замыкание плазмы на стенку 5b31 камеры реакционной ячейки. В еще одном из вариантов осуществления во избежание термического удара футеровка может быть выполнена из пористой керамики, в частности, пористого SiC, MgO, огнеупорного кирпича, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Указанная футеровка может состоять из множества или пакета концентрических футеровочных элементов, в своем сочетании обеспечивающих футеровку необходимыми свойствами.

Самый внутренний слой может обладать химической инертностью при высокой температуре, высокой стойкостью к термическому удару и работоспособностью при высоких температурах. Внешние слои могут обеспечивать электрическую и тепловую изоляцию, а также устойчивость к реакционной активности при их рабочей температуре. В одном из типичных вариантов осуществления во избежание вступления в реакцию с галлием либо оловом с образованием оксида галлия либо олова кварц будет эксплуатироваться при температуре ниже примерно 700°C.

Являющиеся предметом испытаний типичные концентрические футеровочные пакеты расположены изнутри наружу в таком порядке: BN-SiC-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, причем кварц, SiC, графит с покрытием из SiC либо композитное соединение SiC-C могут заменять собой Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, а AlN, сиалон либо шапал могут заменять собой BN или SiC.

В одном из вариантов осуществления упомянутая футеровка может быть выполнена в виде кожуха, расположенного по окружности камеры 5b31 реакционной ячейки. Стенки такого кожуха могут состоять из описываемых в данном изобретении

керамики либо металла с покрытием или плакировкой. Указанный кожух может быть заполнен термостойким теплоизолятором. В одном из типичных вариантов осуществления этот кожух будет представлять собой выполненную из BN двухстенную трубчатую футеровку, состоящую из выполненных из BN внутренней и

5 внешней трубок с присутствующим между двумя трубками зазором, а также из выполненных из BN торцевых уплотнений, расположенных в верхней и нижней частях такого зазора и образующих собой полость, причем эта полость может быть заполнена силикагелем либо другим устойчивым к высоким температурам теплоизолятором, в частности, внутренней кварцевой трубкой.

10 В одном из вариантов осуществления, оснащенном множеством концентрических футеровок, по меньшей мере одна внешняя концентрическая футеровка может выполнять по меньшей мере одно из таких действий, как (i) выполнение функции теплоотвода и (ii) отвода тепла от смежной с ней внутренней футеровки. Указанная внешняя футеровка может быть выполнена из материала с

15 высоким коэффициентом теплопередачи, в частности, из BN либо SiC. В одном из типичных вариантов осуществления самая внутренняя футеровка может быть выполнена из BN, который может быть сегментирован, а соответствующая внешняя футеровка может быть выполнена из SiC, который может быть сегментирован и уложен друг на друга таким образом, чтобы швы самого внутреннего и внешнего сегментов

20 футеровки были смещены либо расположены уступом.

В одном из вариантов осуществления плазма камеры реакционной ячейки может замыкаться на стенку камеры реакционной ячейки, а не соединяться с поверхностью присутствующего в резервуаре галлия либо олова вследствие закипания галлия либо олова, увеличивающего общее давление между присутствующим в резервуаре галлием

25 либо оловом и электродом 8 до уровня, при котором плазма образоваться не может. По мере увеличения давления может увеличиваться напряжение воспламенения, причем до тех пор, пока не уменьшится сопротивление через объемный газ с более низким давлением в стенку камеры реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления испарение галлия либо олова может определяться по повышению напряжения

30 воспламенения при постоянной силе тока воспламенения. Для уменьшения степени такого испарения в ответ на повышение напряжения контроллер может уменьшать энергию воспламенения, изменять давление газа, уменьшать энергию плазмы рекомбинатора либо усиливать ЭМ-прокачивание и перемешивание галлия либо олова. В еще одном из вариантов осуществления указанный контроллер может выполнять по

35 меньшей мере одно из таких действий, как периодическая подача тока воспламенения для подавления кипения галлия либо олова, причем плазма реакции с образованием гидрино может поддерживаться в течение части рабочего цикла при отключенной функции воспламенения, а также инициирование поступления аргона из источника в

камеру реакционной ячейки для подавления кипения галлия либо олова за счет повышения давления без снижения концентрации атомов водорода. В одном из вариантов осуществления, в частности, представленном на фигурах 9А-В, ЭМ-насос 5kk будет представлять собой множество ступеней либо насосов, предназначенных для  
5 усиления перемешивания расплавленного металла с целью предотвращения образования локальной горячей точки с возможностью закипания. В одном из вариантов осуществления, представленном на фигуре 9С, устройство марки SunCell® может быть оборудовано множеством установок ЭМ-насосов 5kk с множеством форсунок 5k61 для впрыска расплавленного металла, каждая из которых с  
10 соответствующим противоэлектродом 8. В одном из вариантов осуществления ЭМ-насос может через множество электродов с функцией впрыска 5k61 выполнять впрыск расплавленного галлия либо олова на по меньшей мере один противоэлектрод 8. Такое множество пар электродов может увеличивать силу тока при одновременном уменьшении сопротивления плазмы, в результате чего будет увеличиваться мощность и  
15 прирост мощности реакции с образованием гидрино. Также может быть сокращено повышение давления вследствие закипания галлия либо олова из-за чрезмерного локального нагрева поверхности галлия либо олова. В одном из вариантов осуществления, показанном на фигурах 9А-С, который будет дополнительно оборудован множеством электродов в виде ЭМ-насосов-форсунок 5k61 и  
20 противоэлектродов 8, при этом каждый электрод в виде ЭМ-насоса-форсунки и каждый противоэлектрод может, соответственно, иметь независимо управляемый источник питания ЭМ-насоса и источник энергии воспламенения. В одном из вариантов осуществления указанное множество пар электродов будет включать в себя пластинчатый электрод из тугоплавкого металла, например, вольфрамовый  
25 пластинчатый электрод, в частности вольфрамовый диск для цилиндрической камеры реакционной ячейки с более форсунками либо более форсуночными раструбами на каждом патрубке насоса форсунки, осуществляющем впрыск расплавленного металла во множестве отдельных контактных точек на пластине, причем такие контактные точки будут выполнять функцию соответствующего множества отдельных электродов.

30 В одном из вариантов осуществления ввод 10a1 может быть оборудован электродной шиной 10, залитой заливочным компаундом либо клейким веществом, способным связывать металлы и функционировать при высокой температуре, например, в диапазоне от 300°C до 2000°C. Типичными заливочными клейкими веществами выступают клейкие вещества на основе диоксида циркония марки  
35 Cotronics Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE, 940SS, 903 HP, 908 либо 904, покрытие на основе диоксида циркония, например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ , а также марки Durabond, в частности, RK454. В одном из вариантов осуществления проводник ввода 10a1, электродная шина 10 и электрод 8

могут представлять собой один и тот же проводник, в частности, выполненный из вольфрама либо тантала. Ввод 10a1 может быть выполнен из керамического изолятора, припаянного к центральному проводнику и корпусу методом высокотемпературной пайки, например, описанным в настоящем изобретении, причем корпус будет крепиться к фланцевой плите 409a (см. фигуры 7A-7C и 7F-7H) с помощью таких средств, как клейкое вещество либо сварка. Припой может обладать высокой температурой плавления, например, выше 600°C. Типичными припоями выступают сплав Cu(72)-Ag(28), медь, АВА, золотой АВА, сплав PdNiAu (AMS 4785, т.пл. = 1135°C) либо припой марки Palogo или аналогичный припой, например, доступный по ссылке: <https://www.morganbrazealloys.com/en-gb/products/brazing-alloys/precious-brazing-filler-metals/>. В еще одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как проводник ввода 10a1, электродная шина 10 и электрод 8, может быть выполнен из различных токопроводящих материалов, например, меди и вольфрама, причем соединения между такими элементами могут быть по меньшей мере одного из таких типов, как резьбовые соединения, сварные швы и пайка. Типичная пайка между медью и вольфрамом выполняется с помощью серебряного припоя.

Вакуумный трубопровод 711 может быть оборудован секцией, выполненной из такого материала, как металлическая вата, в частности, вата из нержавеющей стали, либо керамическое волокно, в частности, состоящее из по меньшей мере одного из таких веществ, как оксид алюминия, соль кремниевой кислоты, диоксид циркония, оксид магния и оксид гафния, которая будет иметь большую площадь поверхности, обладая при этом высокой способностью к диффузии газов. Конденсационный материал может конденсировать галлий либо олово и оксид галлия либо оксид олова, которые могут быть дефлегмированы обратно в камеру реакционной ячейки с одновременным удалением путем откачивания таких газов, как H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> и аргон, а также H<sub>2</sub>O. Вакуумный трубопровод 711 может иметь вертикальную секцию, предназначенную для улучшения дефлегмации галлия либо олова и продуктов галлия либо олова в камеру 5b31 реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления в указанные галлий либо олово для предотвращения закипания может вводиться присадка к галлию либо олову, в частности, по меньшей мере один другой металл, элемент, другое соединение или другой материал. Указанная присадка к галлию либо олову может представлять собой серебро, которое может дополнительно образовывать в камере 5b31 реакционной ячейки наночастицы, снижающие сопротивление плазмы и увеличивающие прирост мощности энергии гидрино.

В порядке эксперимента мощность реакции с образованием гидрино была увеличена с помощью устройства марки SunCell®, оборудованного камерой реакционной ячейки меньшего диаметра, в результате увеличения плотности

плазменного тока, плотности плазмы и соответствующего эффекта нагрева плазмы. В случае с инновационным рекомбинатором с тлеющим разрядом в концентрировании плазмы нет необходимости, поскольку плазма разряда производит эффект повышения температуры, включая получение определенного количества образующейся воды, которую можно охарактеризовать как воду, обладающую внутренней энергией, достаточной для предотвращения образования водородных связей. В одном из вариантов осуществления, оборудованном плазменным рекомбинатором, в частности, рекомбинатором с тлеющим разрядом, повреждение футеровки, в частности, выполненной из BN, будет предотвращаться путем дистанцирования такой футеровки от плазмы гидрино. Для обеспечения такого дистанцирования футеровка может иметь больший диаметр по сравнению с устройством марки SunCell, генерирующим аналогичную мощность. В одном из вариантов осуществления футеровка, в частности, выполненная из BN, будет контактировать со стенкой камеры реакционной ячейки для улучшения теплопередачи к внешней водяной бане, предотвращающего растрескивание BN. В одном из вариантов осуществления футеровка может быть сегментирована и может быть выполнена из множества материалов, в частности, из BN, в зоне максимальной интенсивности плазмы, в частности, в зоне, расположенной между поверхностью расплавленного металла и противоэлектродом 8, а также может иметь в других зонах сегменты, выполненные из по меньшей мере одной другой керамики, в частности, из SiC. Кроме того, некоторые футеровки, в частности, выполненные из BN, могут обеспечивать повышенную пассивность продуктов реакции, в частности, гидрино, необходимую для обеспечения более эффективного производства энергии.

По меньшей мере один сегмент самой внутренней футеровки, в частности, выполненная из BN, может иметь толщину, в частности от 0,1 мм до 10 см, необходимую для передачи тепла по меньшей мере в радиальном направлении от расплавленного металла, в частности, галлия либо олова, к внешнему теплоотводу, в частности, к водному теплоносителю. В одном из вариантов осуществления футеровка, в частности, выполненная из BN, может обеспечивать достаточный тепловой контакт по меньшей мере с одним из таких элементов, как стенка резервуара и стенка камеры реакционной ячейки. Диаметр внутренней футеровки может быть выбран таким образом, чтобы она была удалена от центра камеры реакционной ячейки в мере, достаточной для снижения повреждения плазмой до необходимой степени. Указанный диаметр может быть в диапазоне от 0,5 см до 100 см. Указанная футеровка может иметь вкладку из тугоплавкого металла, в частности, выполненную из вольфрама, расположенную в области, где плазма наиболее интенсивна. В одном из типичных вариантов осуществления выполненная из BN вкладка диаметром 8 см будет контактировать с периферийными стенками камеры реакционной ячейки и резервуара,

причем участок вкладки, погружаемый в расплавленный металл, будет иметь перфорации, позволяющие расплавленному металлу контактировать со стенкой резервуара для увеличения теплопередачи к стенке резервуара и внешнему хладагенту, в частности, охлаждающей воде или охлаждающему воздуху. В еще одном из  
5 типичных вариантов осуществления выполненная из BN внутренняя, уложенная торцом друг на друга, сегментированная футеровка будет иметь перфорации ниже уровня расплавленного металла, а внешняя концентрическая футеровка будет  
10 выполнена в виде цельного цилиндра из карбида кремния с выемками, прорезанными в нижней ее части для обеспечения радиального потока расплавленного металла и теплопередачи.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как внутренняя и внешняя футеровки, будут выполнены из тугоплавкого металла, в частности, из W или Ta, а другая будет выполнена из электроизоляционного материала, в частности, из керамики, например, BN, причем такая выполненная из тугоплавкого  
15 металла футеровка может рассеивать локальные горячие точки с помощью по меньшей мере одного из таких свойств, как теплопроводность и теплоотвод. Кроме снятия термического напряжения с самой внутренней футеровки, подвергающейся воздействию плазмы реакции с образованием гидрино, путем отвода тепла с поверхности самой внутренней футеровки, возможно повышение скорости  
20 проникновения гидрино в материалы футеровки и камеры реакционной ячейки с высокими коэффициентами теплопередачи, в частности, хром-молибденовой нержавеющей стали, по сравнению с нержавеющей сталью марки 304 либо BN по сравнению с силаноном, которое может увеличить скорость прохождения реакции с образованием гидрино путем снижения степени ингибирования образования гидрино.  
25 Типовой вариант осуществления устройства марки SunCell®, оснащенный концентрической футеровкой и компонентами стенки камеры реакционной ячейки, облегчающими проникновение продуктов гидрино и передачу тепла к внешнему хладагенту, в частности, водяной бане, будет оснащен выполненной из BN внутренней футеровкой, соответствующей выполненной из SiC наружной футеровкой и  
30 выполненной из хром-молибденовой нержавеющей стали концентрической стенкой камеры реакционной ячейки с достаточным тепловым контактом между концентрическими компонентами. В одном из вариантов осуществления, в котором будет требоваться, чтобы тепло сохранялось в камере реакционной ячейки, например, оборудованной теплообменником, в частности, теплообменником, обеспечивающим  
35 передачу тепла от расплавленного галлия либо олова к воздушной смеси, указанная камера реакционной ячейки может быть оснащена дополнительными внешними концентрическими теплоизоляционными футеровками, в частности, выполненными из

кварца, а также может быть оснащена теплоизоляционным основанием, в частности, оснащенной нижней кварцевой футеровкой.

В одном из вариантов осуществления указанная футеровка может быть выполнена из тугоплавкого металла, в частности, по меньшей мере одного из таких металлов, как W, Ta, Mo или Nb, который устойчив к образованию сплава с галлием либо оловом. Указанная металлическая футеровка может, контактируя со стенкой ячейки, усиливать передачу тепла к внешнему хладагенту, в частности, воде. В одном из вариантов осуществления расстояние по горизонтали от периферической кромки электрода 8 до стенки камеры 5b31 реакционной ячейки будет больше, чем расстояние по вертикали между присутствующим в резервуаре расплавленным металлом и электродом 8, причем по меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, может в необязательном порядке быть оснащен футеровкой. В одном из типичных вариантов осуществления центрированный вольфрамовый электрод 8 будет иметь диаметр примерно от 1 дюйма (прим. 2,5 см) до 1,5 дюймов (прим. 3,8 см) и будет расположен в камере реакционной ячейки с диаметром, находящимся в диапазоне примерно от 6 до 8 дюймов, причем футеровка, выполненная из W, Ta, Mo либо Nb, будет контактировать со стенкой камеры реакционной ячейки. Во избежание ингибирования процесса образования гидрино камера реакционной ячейки с диаметром, достаточным для предотвращения образования разряда между стенкой и электродом 8, может не иметь никакой футеровки для улучшения по меньшей мере одного из таких процессов, как передача тепла через стенку и диффузия гидрино через стенку. В одном из вариантов осуществления, в частности, представленном на фигурах 9A-B, по меньшей мере одна из частей стенок резервуара и камеры реакционной ячейки может быть заменена материалом, в частности, металлом, например, Nb, Mo, Ta или W, который устойчив к образованию сплава с галлием либо оловом. Соединения 911 с другими компонентами ячейки, в частности, остальными частями стенки камеры 5b31 реакционной ячейки и стенки резервуара, могут быть выполнены с помощью сварки, пайки либо клейкого вещества, в частности, клея. Указанное соединение может быть находиться на кромке, перекрывающей собой сменную секцию.

В одном из вариантов осуществления самая внутренняя футеровка может состоять из по меньшей мере футеровки, выполненной из тугоплавкого материала, в частности, из W или Ta, и системы охлаждения расплавленного металла. Система охлаждения расплавленного металла может представлять собой раструб ЭМ-насоса, направляющий по меньшей мере часть впрыскиваемого расплавленного металла, в частности, галлия либо олова, на футеровку для его охлаждения. Указанная система охлаждения расплавленного металла может представлять собой множество раструбов, выполняющих впрыск расплавленного металла на противозлектрод, а также впрыск

расплавленного металла на стенки футеровки для его охлаждения. В одном из типичных вариантов осуществления такая система охлаждения расплавленного металла будет состоять из впрыскивательного раструба, расположенного в центральной области резервуара, в частности, в центре резервуара или вблизи него, который может быть погружен в содержащийся в резервуаре расплавленный металл, а также кольцеобразной круговой форсунки внутри футеровки, имеющей ряд отверстий либо раструб, предназначенные для впрыска кольцеобразной струи на внутреннюю поверхность футеровки. Указанные центральная форсунка и кольцеобразная круговая форсунка могут подпитываться единым ЭМ-насосом либо независимыми ЭМ-насосами. Такая футеровка, в частности, выполненная из BN либо SiC, может обладать высоким коэффициентом теплопередачи. Эта футеровка может пребывать в тесном контакте со стенкой 5b31 камеры реакционной ячейки, которая может охлаждаться с целью охлаждения самой футеровки. В типичных вариантах осуществления стенка 5b31 камеры реакционной ячейки может охлаждаться водой либо воздухом.

В одном из вариантов осуществления указанная футеровка, в частности, кварцевая футеровка, будет охлаждаться расплавленным металлом, в частности, галлием либо оловом. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано форсункой для впрыска расплавленного металла, оснащенной более раструбами, либо более форсунками для впрыска расплавленного металла для рассеивания тепла, выделяемого в результате реакции с образованием гидрино, путем перемешивания и распределения реакции по поверхности расплавленного металла. Указанные более раструбов могут распределять энергию реакции во избежание локального чрезмерного испарения расплавленного металла.

В одном из вариантов осуществления футеровка, выполненная из Ta, Re или W, может представлять собой емкость, выполненную из Ta, Re или W, имеющую стенки в виде выполненной из Ta, Re или W цилиндрической трубки, выполненную из Ta, Re или W сварную опорную плиту и по меньшей мере один закрепленный проникающий компонент, в частности, по меньшей мере один из таких элементов, как вваренные, выполненные из Ta, Re или W, впускная секция патрубка ЭМ-насоса и выпускной патрубков форсунки, шина воспламенения и гильза термопары. В еще одном из вариантов осуществления указанная емкость может быть выполнена из керамики, в частности, из SiC, BN, кварца или другой, описываемый в данном изобретении, керамики, причем этот сосуд может иметь по меньшей мере одну приливную часть, переходящую в проникающий компонент, причем крепление может представлять собой соединение с прокладкой, в частности, с графитовой или другой, описываемой в данном изобретении, прокладкой, либо клей, в частности, клей для склеивания керамики с металлом, например, описываемый в данном изобретении марки Resbond

или Durabond. Емкость может иметь открытый верх. Емкость может быть помещена в металлический кожух, в частности, выполненный из нержавеющей стали. Проходы, в частности, для шины воспламенения, могут быть герметично присоединены к кожуху из нержавеющей стали с помощью уплотнений, в частности, марки Swageloks, либо кожухов, в частности, образуемых с помощью фланцев и прокладок. Корпус может быть герметично закрыт сверху. Указанное уплотнение может состоять из фланца марки Conflat 409e и опорной плиты 409a (см. фигуры 7A-C). Упомянутый фланец может быть плотно зафиксирован с помощью болтовых соединений, которые могут состоять из подпружиненных болтов, тарельчатых пружинных шайб либо стопорных шайб. Футеровка емкости может дополнительно состоять из внутренней футеровки, например, керамической, в частности, по меньшей мере одной концентрической футеровки, выполненной из BN либо кварца. Описываемые в данном изобретении компоненты с содержанием Re могут содержать другие металлы с рениевым покрытием.

В одном из вариантов осуществления футеровка 5b31a может покрывать собой все стенки камеры 5b31 реакционной ячейки и резервуара 5c. По меньшей мере один из таких элементов, как трубопровод 710 подачи газа-реагента и вакуумный трубопровод 711, может быть установлен на верхний фланец 409a (см. фигуры 7B-C). Вакуумный трубопровод может быть установлен вертикально, дабы дополнительно служить конденсатором и дефлегматором паров металла либо иного конденсата, который следует подвергнуть дефлегмации. Указанный вакуумный трубопровод может быть дополнительно оборудован электростатическим осадителем, предназначенным для удаления присутствующих в газах частиц из камеры реакционной ячейки, причем захваченные частицы могут возвращаться в камеру реакционной ячейки под действием силы тяжести либо с помощью транспортного средства, например, шнека либо иного транспортера, известного специалистам в данной области техники. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано ловушкой, в частности, расположенной на вакуумном трубопроводе. Типичная ловушка может представлять собой по меньшей мере одно колено на вакуумном трубопроводе, предназначенное для конденсации и дефлегмации испаренного галлия либо олова. Такая ловушка может охлаждаться с помощью хладагента, в частности, воды. Упомянутая футеровка может состоять из таких компонентов, как опорная плита, верхняя или фланцевая пластина и секция корпуса трубки либо множества уложенных друг на друга секций корпуса. Указанные компоненты могут быть выполнены из графита либо керамики, в частности, BN, кварца, оксида алюминия, оксида магния, оксида гафния либо другой, описываемой в данном изобретении, керамики. Компоненты могут быть склеены или соединены вместе с помощью уплотненных прокладками штуцеров. В одном из типичных вариантов осуществления

такие компоненты будут выполнены из кварца и склеены вместе. В порядке альтернативы эти компоненты будут выполнены из BN и скреплены с помощью уплотненных прокладками графитовых штуцеров.

5 В одном из вариантов осуществления температура расплавленного металла, в частности, галлия либо олова, может регулироваться с помощью термопары, в частности, высокотемпературной термопары, которая может дополнительно обладать устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом, в частности, галлием либо оловом. Указанная термопара может быть выполнена из W, Re либо Ta или может иметь защитную оболочку, в частности, выполненную из W, Re, Ta либо  
10 керамики. В одном из вариантов осуществления опорная плита может включать в себя гильзу для термопары, выступающую в расплавленный металл и защищающую термопару, причем для обеспечения достаточного теплового контакта между термопарой и гильзой может использоваться теплопередающая паста. В одном из типичных вариантов осуществления выполненная из Ta, Re либо W термопара или  
15 выполненная из Ta, Re либо W трубчатая защитная гильза будет присоединяться с помощью элемента марки Swagelok к опорной плите резервуара. В порядке альтернативы указанная термопара может быть вставлена в патрубок ЭМ-насоса с впускной стороны.

Верхняя часть трубчатого реактора (см. фигуры 7A-C) может представлять  
20 собой электрод-пьедестал 8 с вводом и шиной 10, покрытыми электроизоляционной оболочкой 5c2, причем указанный ввод будет вмонтирован в опорную плиту 409a, которая с помощью фланца 409e будет соединена с емкостью 5b3. Нижняя часть емкости может представлять собой резервуар 5c для расплавленного металла с по меньшей мере одним портом 712 для термопары, предназначенным для контроля  
25 температуры расплавленного металла, и электродом с функцией впрыска, в частности, электродом 5k61 в виде ЭМ-насоса-форсунки с раструбом 5q. Впускной патрубок ЭМ-насоса 5kk может быть перекрыт впускной сеткой 5qa1. Парубок 5кб ЭМ-насоса может быть сегментирован или может состоять из множества секций, скрепленных вместе с помощью таких технологий, как сварка, причем такой сегментированный  
30 патрубок ЭМ-насоса будет выполнен из такого материала либо будет иметь футеровку, покрытие или плакировку, выполненные из такого материала, как Ta, W, Re, Ir, Mo либо керамика, которые обладают устойчивостью к образованию сплава с галлием или оловом либо к окислению. В одном из вариантов осуществления упомянутый ввод, ведущий к верхнему электроду 8, может охлаждаться, в частности, с помощью воды.  
35 Система водяного охлаждения электрода воспламенения (см. фигуры 9A-B) может состоять из впускного 909 и выпускного 910 трубопроводов водяного охлаждения. В еще одном из вариантов осуществления опорная плита 409a может представлять собой

опорный изолятор для отведения вводного канала подальше от камеры 5b31 реакционной ячейки с целью его охлаждения в процессе работы.

В одном из вариантов осуществления упомянутая футеровка может состоять из более тонкой верхней части и более толстой нижней части с конусообразным переходом между секциями, вследствие чего футеровка будет иметь относительно большую площадь поперечного сечения в одной или более областях, в частности, в той области, где размещается верхний электрод 8, и меньшую площадь поперечного сечения на уровне галлия либо олова, предназначенную для увеличения плотности тока на поверхности галлия либо олова. Соотношение площади поперечного сечения в верхней части к площади поперечного сечения в нижней части может находиться в диапазоне от 1,01 до 100.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может охлаждаться тем или иным веществом, в частности, газом, например, воздушной смесью, либо жидкостью, например, водой. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано теплообменником, который может передавать тепло (например, тепло камеры реакционной ячейки) к газу, например, воздушной смеси, либо жидкости, например, воде. В одном из вариантов осуществления указанный теплообменник будет представлять собой закрытую емкость, в частности, трубку, в которую будет помещено устройство марки SunCell® либо его горячую часть, в частности, камеру 5b31 реакционной ячейки. Этот теплообменник может быть дополнительно оборудован насосом, принуждающим воду течь по указанной трубке. Поток может находиться под давлением, благодаря чему с целью увеличения скорости теплопередачи может подаваться выработка пара. Получаемая в результате перегретая вода, поступая в парогенератор, может образовывать пар, а пар может приводить в действие паровую турбину. Либо же этот пар можно использовать для отопления.

В одном из вариантов осуществления теплообменника с воздушным охлаждением теплообменник устройства марки SunCell® может быть оснащен тепловыми ребрами с большой площадью поверхности, расположенными на горячих внешних поверхностях, а также нагнетателем либо компрессором, предназначенным для пропускания воздуха через указанные ребра с целью отвода тепла от устройства марки SunCell® для применения в системах отопления и выработки электроэнергии. В еще одном из вариантов осуществления теплообменника с воздушным охлаждением расплавленный металл, в частности, галлий либо олово, будет по замкнутому контуру выкачиваться из резервуара 5с с помощью ЭМ-насоса, в частности, 5ка, перекачиваться через теплообменник, а затем закачиваться обратно в резервуар 5с.

В одном из вариантов осуществления, в котором передача тепла через стенку камеры реакционной ячейки будет осуществляться, по меньшей мере частично, за счет кондуктивного механизма, такая передача тепла через такую стенку к хладагенту, в

частности, воздушной смеси либо воде, будет увеличиваться за счет по меньшей мере одного из таких факторов, как увеличение площади стенки, уменьшение толщина стенки и выбор стенки камеры реакционной ячейки, выполненной из такого материала, как никель или нержавеющая сталь, в частности, хроммолибденовая сталь, который  
5 обладает более высокой теплопроводностью, чем альтернативные материалы, в частности, нержавеющая сталь марки 316.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуры 7A-D) указанный теплообменник может состоять из резервуара 5с, ЭМ насосного агрегата 5kk и патрубка ЭМ-насоса 5kб устройства марки SunCell®, причем секция патрубка ЭМ-  
10 насоса, расположенная между его входным патрубком и секцией, в которой расположены шины 5k2 патрубка ЭМ-насоса, расширяясь, достигает нужной зоны по меньшей мере одного контура либо змеевика в бане с хладагентом, в частности, водяной бане, ванне с расплавленным металлом либо ванне с расплавленной солью. Более контуров или змеевиков могут питаться по меньшей мере от одного подающего  
15 коллектора, а поток расплавленного металла может собираться для возврата в ЭМ-насос в по меньшей мере одном сборном коллекторе. Трубопроводы контура либо змеевика и коллекторы могут быть выполнены из материала, устойчивого к образованию сплавов с расплавленным металлом, в частности, галлием либо оловом, и могут обладать высоким коэффициентом теплопередачи. Типичными материалами для  
20 таких трубопроводов выступают хром-молибденовая нержавеющая сталь, тантал, ниобий, молибден и вольфрам. Для предотвращения коррозии данный трубопровод может иметь покрытие или может быть окрашен. В одном из типичных вариантов осуществления патрубков насоса ЭМ и трубопровод теплообменника будут выполнены из Ta, который для предотвращения коррозии под воздействием воды будет покрыт  
25 CrN, керамикой, в частности, муллитом или ZrY, либо краской, в частности, марки VHT Flameproof™, а шины 5k2 ЭМ-насоса будут выполнены из Ta. В еще одном из вариантов осуществления патрубков насоса ЭМ и трубопровод теплообменника будут выполнены из Nb, который для предотвращения коррозии под воздействием воды будет покрыт CrN, керамикой, в частности, муллитом или ZrY, либо краской, в  
30 частности, марки VHT Flameproof™, а шины 5k2 ЭМ-насоса будут выполнены из Nb.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один компонент устройства марки SunCell®, в частности, камера реакционной ячейки и резервуар, будет иметь стенку, выполненную из металла, в частности, из хром-молибденовой нержавеющей стали марки 4130, Nb, Ta, W либо Mo, с высоким коэффициентом  
35 теплопередачи, которая будет иметь достаточно малую толщину и достаточно большую площадь, чтобы обеспечивать достаточную теплоотдачу к теплоотводу, в частности, водяной бане, для поддержания требуемой температуры расплавленного металла во время выработки требуемого количества энергии. Во внешнем

теплообменнике потребности может не быть. Толщина стенки может находиться в диапазоне примерно от 0,05 мм до 5 мм. Площадь и толщина стенки могут быть рассчитаны на основе уравнения кондуктивной теплопередачи с использованием в качестве температурного градиента температуры ванны и требуемой температуры расплавленного металла. Для предотвращения коррозии теплоотвода под воздействием хладагента, в частности, воды водяной бани, внешние поверхности устройства марки SunCell® могут быть покрыты краской, в частности марки VHT Flameproof™, керамикой, в частности, муллитом, либо коррозионностойким металлом с гальваническим покрытием, в частности, нержавеющей сталью, никелем или хромом.

В одном из вариантов осуществления для создания рассеянного потока впрыскиваемого галлия либо олова за счет множества направленных на противоэлектрод отверстий раструб 5q может быть заменен множеством раструбов или же данный раструб может иметь множество просветов, в частности, просветов по типу душевой насадки. Такие конфигурации могут способствовать образованию плазмы при более высоких скоростях впрыска расплавленного металла, в частности, необходимых для поддержания высокой скорости потока в одноконтурном трубопроводе теплообменника, который последовательно соединен с системой впрыска ЭМ-насоса, состоящей из патрубков ЭМ-насоса, а также его впускного канала и инжекционного выпускного канала.

### Теплообменник

В одном из вариантов осуществления, показанном на фигурах 9D-E, устройство марки SunCell 812 будет охлаждаться в резервуаре с хладагентом, который может быть закрытым и представлять собой сосуд высокого давления с верхней съемной секцией 33a и нижней секцией 33b с электрическими вводами 37 и проходами 38. Упомянутые вводы могут быть керамическими, например, как вводы производства компании «Solid Sealing Technology, Inc.», арт. FA10775, термопластичными, например, тефлоновыми, либо герметизированными эпоксидными котловыми вводами, например, залитыми заливочным компаундом Coltronics, в частности, производства компании «Resbond», например, 940SS. Охлаждающей жидкостью может быть вода. Упомянутый сосуд может представлять собой котел. По меньшей мере одна стенка такого котла, например, верхняя, может иметь патрубок 34 для отвода хладагента и кран. Такой кран, например, будучи диафрагменным либо дроссельным краном, может регулировать по меньшей мере один из таких параметров, как скорость потока пара и давление в котле. Упомянутый котел может быть дополнительно оборудован трубопроводом 35 подпиточной воды и соответствующим насосом подпиточной воды. В одном из вариантов осуществления котел будет дополнительно оборудован выполненными в сосуде высокого давления вводами для электрических соединений 37,

предназначенных для подачи токов, необходимых для системы воспламенения, ЭМ-насоса, плазменной разрядной ячейки 900 и датчиков, например, датчиков температуры, расхода газа, давления газа и мощности, а также проходами 38, предназначенными для вакуумного трубопровода и трубопроводов подачи газов-реагентов. Управление мощностью устройства марки SunCell может осуществляться путем регулирования по меньшей мере одного из таких параметров, как ток зажигания, скорость потока водорода, скорость потока кислорода, скорость потока водяного пара, скорость ЭМ-перекачивания, давление в камере реакционной ячейки, температура в камере реакционной ячейки, а также параметры плазменной ячейки 900, в частности напряжение, сила ток и форма волны. Управление мощностью устройства марки SunCell может осуществляться с целью контроля по меньшей мере одного из таких параметров, как скорость потока пара и давления в котле. Устройство марки SunCell может быть оборудовано по меньшей мере одним внутренним и одним внешним резистивными нагревателями, предназначенными для получения расплавленного металла. Упомянутый нагреватель может иметь множество независимо управляемых зон. Такой нагреватель может быть резистивным нагревателем, например, резистивным нагревателем с нихромовым или канталовым элементом либо нагревателем с индуктивной связью. Нагреватель может питаться от одного или более таких элементов, как устройство марки SunCell, конденсаторная батарея и аккумуляторная батарея. В одном из типичных вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудован нагревателем печи, который может реверсивно опускаться на устройство марки SunCell для получения расплавленного металла, а затем удаляться. Упомянутая печь может быть оборудована панелями из листового металла, которые будут расположены на дне печи для обеспечения и поддержания теплоизоляции нижней ее части. Указанные панели могут быть выполнены в легкоъемном формате. В одном из типичных вариантов осуществления панели будут крепиться к корпусу печи из листового металла с помощью магнитов.

В одном из вариантов выполнения осуществления с котлом и энергосистемой на основе нагретого воздуха, показанном на фиг. 9F, устройство марки SunCell 812 будет размещено в сосуде высокого давления 33 котла, оборудованном изоляционной рубашкой 923, патрубком 34 для отвода первого пара, патрубком 925 для отвода рециркуляционного пара, патрубком 926 возврата пара, теплообменником 927 типа «пар и горячая вода – воздух» и насосом возврата воды. Пар может, вытекая из котла 33 и протекая по трубопроводу 925, попадать в теплообменник 927 и возвращаться по возвратному трубопроводу 926 в котел 33 в виде по меньшей мере более одного из таких веществ, как охлажденный пар либо горячая вода. По меньшей мере часть тепловой энергии пара и горячей воды в котле через теплообменником 927 может передаваться газообразному хладагенту, в частности, воздушной смеси. Устройство

5 марки SunCell 812 может быть оборудовано внутренним окном 5ab4 и PV-преобразователем 26a, который будет установлен в камере 916 для преобразования светового излучения, производимого гидриновыми плазмами в камере 5b31 реакционной ячейки, в электрическую энергию. Электрическая энергия может питать по меньшей мере одну точку паразитной нагрузки, необходимую для функционирования устройства марки SunCell. К таким точкам нагрузки могут относиться источник питания ЭМ-насоса, источник энергии воспламенения, источник питания вакуумного насоса, источник питания насоса подпиточной воды, источник питания парового рециркуляционного насоса и источник питания тлеющего разряда.

10 Электрическая энергия постоянного тока может протекать от PV-преобразователя по силовому кабелю 924 к стабилизатору мощности и источнику 2, который может питать по меньшей мере одну из точек паразитной нагрузки. В одном из типичных вариантов осуществления упомянутые точки нагрузки и источники питания имеют постоянный ток. Вакуумный насос 519, насос подпиточной воды и паровой рециркуляционный насос могут быть оборудованы электродвигателем постоянного тока.

15

Энергосистема устройства марки SunCell может включать в себя пусковую печь, состоящую из по меньшей мере одного нагревательного элемента и изоляции, которая может по меньшей мере частично вмещать в себя устройство марки SunCell и нагревать его по меньшей мере до одной из таких температур, как (i) температура получения расплавленного металла и (ii) температура нагрева составляющих устройства марки SunCell, в частности, PV-окна, камеры реакционной ячейки, резервуара, патрубка ЭМ-насоса и ЭМ-насосов-форсунок, для предотвращения затвердевания расплавленного металла. Упомянутая пусковая печь может быть оборудована внешним источником питания, датчиком температуры и контроллером, предназначенным для управления температурой печи. Упомянутый котел может быть оборудован нагревателем, в частности, указанной пусковой печью. Стенки котла, в частности, по меньшей мере одна из стенок 33a и 33b, содержат в себе нагревательные элементы, в частности, один или более резистивных нагревательных элементов из нихрома либо кантала, а также теплоизоляцию, в частности, термостойкую изоляцию, которая может быть герметично закрыта, например, в корпусе, в частности, корпусе из нержавеющей стали. Такой корпус может представлять собой двойные стенки котла. Выполняющий функцию печи котел может производить в устройстве марки SunCell расплавленный металл во время запуска самого устройства SunCell. Для увеличения скорости нагрева внутренних составляющих устройства марки SunCell само устройство SunCell может быть заполнено газом с высокой теплопроводностью, например, гелием либо водородом, а/или на внешние поверхности устройства SunCell может быть нанесено покрытие с высокой излучательной способностью, например, черная керамическая краска, в частности, жаростойкая краска. Когда устройство

20

25

30

35

марки SunCell достигает по меньшей мере одной из таких параметров, как необходимая температура и мощность, подача питания на нагреватель и печь может быть прекращена, а котел – заполнен водой с помощью трубопровода 35 подпиточной воды и соответствующего водяного насоса, дабы оно функционировало в качестве котла. В одном из вариантов осуществления котел будет дополнительно оборудован теплообменником, например, по меньшей мере в одном из таких выполнений, как градирня и принудительный воздухообменник, в частности, радиатор. Котел и внешний теплообменник могут служить по меньшей мере для одной из таких целей, как охлаждение устройства марки SunCell, охлаждение PV-преобразователя, подача пара на точку нагрузки и подача нагретого воздуха на точку нагрузки. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере одна составляющая устройства марки SunCell, например, магниты 5k4 электромагнитного насоса либо электромагнитный насосный агрегат 5kk, может проникать в стенку печи/котла, например, в нижнюю стенку, и может нагреваться либо охлаждаться снаружи печи/котла.

В одном из вариантов осуществления высокая температура стенок камеры 5b31 реакционной ячейки, например, температура, находящаяся в диапазоне от 150°C до 2000°C, увеличивает скорость проникновения гидрино, которая, как было установлено, является важным аспектом повышения скорости прохождения реакции с образованием гидрино за счет снижения степени ингибирования продукта. Температуру стенок можно регулировать, например, путем изменения (например, увеличения или уменьшения) скорости прохождения реакции, применения теплоизоляции и/или снижения температуры в устройстве, обеспечивающих надлежащую теплопередачу для поддержания необходимой температуры в процессе работы. Аналогичным образом скорость прохождения реакции с образованием гидрино может увеличить и высокая температура камеры 5b31 реакционной ячейки, например, находящаяся в диапазоне от 150°C до 3000°C. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell, например, показанное на фигурах 8A-8L, будет частично погружаться в хладагент, например, воду, для обеспечения избирательного охлаждения за счет улучшенной передачи тепла от погруженной части устройства SunCell, например, резервуаров 5c и патрубка 5k6 ЭМ-насоса. Для выполнения функции канала охлаждения резервуары 5c могут быть выполнены произвольной длины с соответствующим произвольным запасом олова. Упомянутый котел, например, показанный на фигурах 9D-9F, может быть облицован катушками нагревателями либо обернутой нагревательной лентой ячейкой. В одном из вариантов осуществления сосуд 33 котла без воды может выполнять функцию печи, предназначенной для получения расплавленного металла, позволяющего запускать устройство марки SunCell, после чего бак 33 котла может быть частично заполняться хладагентом для поддержания высокой температуры камеры и стенок камеры реакционной ячейки, в то

время как процесс охлаждения будет происходить через резервуары и патрубки ЭМ-насосов, которые могут иметь увеличенную длину, обеспечивающую дополнительную площадь поверхности для передачи тепла от находящегося внутри расплавленного металла к хладагенту.

5 В одном из вариантов осуществления для снижения степени ингибирования продукта реакция с образованием гидрино может приостанавливаться с тем, чтобы  
10 давать время для удаления из камеры 5b31 реакционной ячейки продуктов реакции с образованием гидрино по меньшей мере одному из таких механизмов, как проникновение и вакуумная откачка. Реакция с образованием гидрино может  
15 приостанавливаться по меньшей мере одним из способов регулирования скорости прохождения реакции с образованием гидрино, в частности, по меньшей мере одним из таких способов, как приостановка подачи энергии воспламенения, ЭМ-перекачивания и подачи по меньшей мере одного реагента и добавление инертного газа, а также другим, описываемым в настоящем изобретении, средством.

15 В еще одном из вариантов осуществления устройства марки SunCell, оборудованного двойными форсунками для впрыска расплавленного металла, резистивный нагрев, необходимый для запуска устройства SunCell, может обеспечивать источник энергии воспламенения. По меньшей мере одна внешняя  
20 поверхность устройства марки SunCell, в частности, поверхность, электрически изолированная от ЭМ насосного агрегата 914a аварийного резервуара (см. фигуру 8G) с помощью электрического прерывателя 913, либо внешняя поверхность ЭМ насосного агрегата 914a аварийного резервуара, может иметь по меньшей мере одно электрическое выводное соединение. Типичными внешними поверхностями  
25 выступают внешние стенки по меньшей мере одного из таких элементов, как камера 5b31 реакционной ячейки и резервуар 5c, расположенный выше либо ниже электрического прерывателя 913. Электрическое выводное соединение может быть  
30 подключено к клемме напряжения источника энергии воспламенения, причем клемма напряжения источника энергии воспламенения противоположной полярности может быть подключена к выводу, ведущему к по меньшей мере одному из таких элементов, как расплавленный металл резервуарного ЭМ насосного агрегата и резервуарный ЭМ насосный агрегат 915a. Энергия воспламенения может проводиться через устройство марки SunCell от одного вывода к другому противоположной полярности для  
35 выполнения резистивного нагрева устройства SunCell либо его частей, включая резервуары расплавленного металла и присутствующий в них расплавленный металл. После достижения желаемой величины резистивного нагрева, например, обеспечивающей получение расплавленного металла, энергия воспламенения может быть подключена между выводами противоположных форсунок для впрыска расплавленного металла. Устройство марки SunCell может быть оборудовано

резистивным выключателем/выключателем системы воспламенения, осуществляющим перевод подключения между системой резистивного нагрева и системой подачи энергии воспламенения путем подключения соответствующих выводов. В еще одном из вариантов осуществления система резистивного нагрева может питаться от

5 источника питания, отличного от источника энергии воспламенения. В одном из типичных вариантов осуществления вместо подачи энергии воспламенения источник энергии воспламенения используется для расплавления олова и нагрева устройства марки SunCell с дальнейшей подачей энергии воспламенения для создания плазмы реакции с образованием гидрино.

10 В общем варианте осуществления, например, оборудованном котлом, воздушным теплообменником или термофотоэлектрическим преобразователем конструкции, описываемой в настоящем изобретении, устройство марки SunCell может быть оснащено реверсивной изоляцией, например, вакуумной рубашкой, манометром, источником подачи газа, например, водорода либо гелия, вакуумным насосом и

15 регулятором давления газа, причем управление уровнем изоляции будет осуществляться путем регулирования давления газа в рубашке. Другие составляющие, в частности, патрубок ЭМ-насоса, могут иметь керамическую изоляцию либо ее эквивалент. В еще одном из вариантов осуществления ЭМ-насос, например, 5ка, может перекачивать расплавленный металл в резервуар для хранения, в частности,

20 внешний по отношению к резервуару 5с. Упомянутый резервуар для хранения может быть оборудован ЭМ-насосом и дополнительно оснащен контроллером, датчиком температуры, нагревателем и источником питания нагревателя, в частности, аккумуляторной либо конденсаторной батареей, предназначенной для питания нагревателя. Нагреватель может производить расплавленный металл, который затем

25 будет перекачиваться либо сифонироваться в резервуар 5с для обеспечения запуска устройства марки SunCell. В одном из вариантов осуществления расплавленный металл может проходить по меньшей мере один из таких процессов, как закачивание в резервуар для хранения либо откачивание из него через соединение с патрубком 5кб ЭМ-насоса.

30 В одном из вариантов осуществления котла, например, показанном на фигурах 9D-E, устройство марки SunCell может запускаться без присутствия воды в баке котла. Нагреватель может сначала нагревать устройство марки SunCell, а уже после того, как устройство SunCell достигнет необходимой рабочей температуры, например,

35 температуры выше точки плавления расплавленного металла, в частности, олова, серебра, меди либо их сплавов, в бак котла может закачиваться вода. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell может быть оборудовано сдвоенными форсунками 5кб1 для впрыска расплавленного металла, каждая из которых будет расположена в резервуаре 5с (см. фигуры 8F-8L), причем каждая из них

будет служить в качестве токонесущего поджигающего электрода, который может быть дополнительно оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как электрический прерыватель 913, который может быть оснащен теплоизоляционной футеровкой, электрические прерывательные фланцы 914, резервуарные фланцы 915, ЭМ-насосный агрегат 5kk, патрубок ЭМ-насоса 5k6, ЭМ-шины 5k2, магниты 5k4 ЭМ-насоса и впускная вертикальная трубка 5qa. Устройство марки SunCell может быть дополнительно оборудовано вакуумным трубопроводом 711, разрядной ячейкой 900 и корпусом 901, газопускным отверстием, например, проходящим через электрический ввод 906a (см. фигуры 8J-8L), камерой 5b31 реакционной ячейки, верхними фланцами 26e, которые могут быть выполнены в виде сплошных пластин либо фланцев внутреннего PV-окна, PV-камерой 916, внутренним PV-окном 5ab4, основанием для внутреннего PV-окна 26e1 и внешним PV-окном 5b4. В одном из типичных вариантов осуществления положительный вывод источника энергии тлеющего разряда будет соединен с газопроводным расширением вода/газопускного отверстия 906a, а отрицательный вывод будет соединен с фланцем 906b разрядной ячейки, или камерой 901, или камерой 5b31 реакционной ячейки, причем указанное отрицательное соединение может быть непрямым, проходящим через соединение с газовым трубопроводом, например, газовым трубопроводом 906 для подачи аргона (см. фигуру 8C), находящимся в электрическом контакте с фланцем 906b разрядной ячейки. Корпус 901 разрядной ячейки может быть установлен непосредственно на камере 5b31 реакционной ячейки, как показано на фиг. 8G, либо через соединение, например, колено, позволяющее ориентировать корпус разрядной ячейки в другом необходимом направлении, например, вертикально. В одном из вариантов осуществления, оборудованном верхним фланцем 409a, например, показанным на фиг. 9A, разрядная ячейка 900 может быть установлена на верхнем фланце 409a в нужном направлении, например, вертикальном. Воду в котел можно добавлять после того, как устройство марки SunCell проработает до состояния, обеспечивающего поддержание температуры, достаточной для поддержания расплавленного металла в расплавленном состоянии. Водой в котле можно охлаждать по меньшей мере один из таких элементов, как электрический прерыватель 913, ЭМ-шины с вводами 5k2 и магниты 5k4 ЭМ-насоса.

По меньшей мере патрубки 5k6 ЭМ-насоса могут быть оснащены теплоизоляцией, предотвращающей затвердевание находящегося внутри расплавленного металла. Такая изоляция может быть выполнена из керамического волокна либо другого жаропрочного теплоизоляционного материала, который может быть герметично запечатан в корпусе, например, корпусе из нержавеющей стали, который для обеспечения герметичности может быть соединен в единое целое и с патрубком ЭМ-насоса с помощью по меньшей мере одного из таких средств, как сварка и металлический клей, в частности, по меньшей мере одной из таких марок, как

J-B Weld 37901, Cotronics Resbond 940SS и Cotronics Resbond 907GF. В порядке альтернативы, ЭМ-насос может быть плакирован изоляционным материалом, например, графитом. В одном из вариантов осуществления упомянутая теплоизоляция может состоять из двух графитовых ракушек, имеющих выфрезерованный канал под патрубков ЭМ-насоса, причем для обеспечения герметичного уплотнения блоки могут быть приклеены к насосному патрубку и склеены друг с другом. Для предотвращения образования в насосном патрубке карбида для склеивания может быть использован графитовый клей либо другой аналогичный клей на основе оксида, например, марки Resbond. В порядке альтернативы, внешняя часть патрубка 5к6 ЭМ-насоса может иметь покрытие, например, выполненное из жаростойкой краски либо другого, описываемого в настоящем изобретении, материала, предотвращающего образование карбида, что позволяет использовать графитовый клей, например, марки Agemco Products Graphitic Bond 551RN. По меньшей мере снаружи или внутри графитовая изоляция может быть оснащена защитным покрытием. Покрытие, например, выполненное из жаростойкой краски либо другого, описываемого в настоящем изобретении, материала, может предотвращать развитие по меньшей мере одного из таких процессов, как окисление и образование карбида. В еще одном из вариантов осуществления патрубков 5к6 ЭМ-насоса может быть оснащен теплоизолирующей футеровкой, например, выполненной из графита, BN, керамики либо кварца.

В одном из вариантов осуществления патрубков 5к6 ЭМ-насоса может быть оснащен блоками теплопередачи, выполненными из материала с высокой теплопроводностью, например, из меди, создающей вокруг ЭМ-насоса оболочку для отвода тепла от одного, горячего, участка патрубка ЭМ-насоса к другому, более холодному. Указанные блоки теплопередачи могут передавать тепло на тот участок патрубка ЭМ-насоса, который закрыт ЭМ-магнитами 5к4.

В одном из типичных вариантов осуществления теплообменника 813, представленном на фигурах 7E-G, составляющие, контактирующие с расплавленным галлием либо оловом, будут выполнены из углерода, а составляющие, контактирующие с хладагентом в виде воздушной смеси, будут выполнены из нержавеющей стали. Футеровки 801a трубопроводов, коллекторы или крышки 802, подводящая линия 803 теплообменника и отводящая линия 804 теплообменника будут выполнены из графита, а трубопроводы 801, распределители 805, кожух 806, впускной патрубков 807 для внешнего хладагента, выпускной патрубков 808 для внешнего хладагента и перегородки 809 будут выполнены из нержавеющей стали. Каждый трубопровод 801 из нержавеющей стали будет каждым концом приварен к соответствующему распределителю 805. Распределители 805 будут приварены к кожуху 806 таким образом, что хладагент в виде воздушной смеси будет контактировать только с нержавеющей сталью. Крышки 802, впускной патрубков 803 и

выпускной патрубок 804 будут размещены внутри выполненного из нержавеющей стали корпуса 806а, вваренная подводящая линия 803с и вваренная отводящая линия 804с которого будут соединены с подводящей линией 803 и отводящей линией 804 графитового теплообменника, расположенного внутри корпуса 806а, причем  
5 указанные соединения будут представлять собой фланцевые соединения с прокладками. Такие прокладки могут быть выполнены из графита. Каждый из распределителей 805 может состоять из двух частей: одной внешней части 805а, состоящей из углерода и приклеенного к концам футеровок 801а, и внутренней части, состоящей из нержавеющей стали и приваренной к корпусу 806а и кожуху 806. Линия  
10 803, ведущая от циркуляционного ЭМ-насоса 810 для перекачивания галлия либо олова, и обратная линия 804, ведущая к резервуару 5с, могут быть оснащены компенсационным соединением, в частности, сильфоном либо подпружиненным соединением.

В одном из типичных вариантов осуществления, представленном на фигурах  
15 7Е-Г, компоненты, контактирующие с расплавленным галлием либо оловом, будут выполнены из углерода, а компоненты, контактирующие с хладагентом в виде воздушной смеси, будут выполнены из нержавеющей стали. Футеровки 801а трубопроводов, коллекторы или крышки 802, подводящая линия 803 теплообменника и отводящая линия 804 теплообменника будут выполнены из графита, а трубопроводы  
20 801, распределители 805, кожух 806, впускной патрубок 807 для внешнего хладагента, выпускной патрубок 808 для внешнего хладагента и перегородки 809 будут выполнены из нержавеющей стали. Каждый трубопровод 801 из нержавеющей стали будет каждым концом приварен к соответствующему распределителю 805. Распределители 805 будут приварены к кожуху 806 таким образом, что хладагент в виде воздушной  
25 смеси будет контактировать только с нержавеющей сталью. Крышки 802, впускной патрубок 803 и выпускной патрубок 804 будут размещены внутри выполненного из нержавеющей стали корпуса 806а, вваренная подводящая линия 803с и вваренная отводящая линия 804с которого будут соединены с подводящей линией 803 и отводящей линией 804 графитового теплообменника, расположенного внутри корпуса  
30 806а, причем указанные соединения будут представлять собой фланцевые соединения с прокладками. Такие прокладки могут быть выполнены из графита. Каждый из распределителей 805 может состоять из двух частей: одной внешней части 805а, состоящей из углерода и приклеенного к концам футеровкам 801а, и внутренней части, состоящей из нержавеющей стали и приваренной к корпусу 806а и кожуху 806. Линия  
35 803, ведущая от циркуляционного ЭМ-насоса 810 для перекачивания галлия либо олова, и обратная линия 804, ведущая к резервуару 5с, могут быть оснащены компенсационным соединением, в частности, сильфоном либо подпружиненным соединением.

В одном из вариантов осуществления тепловая энергия, например, выходящий из теплообменника пар, может использоваться для кондиционирования воздуха, охлаждения точек нагрузки, например, серверов и других элементов, а также охлаждения путем сопряжения выходного отверстия устройства марки SunCell с абсорбционным холодильным устройством, например, производства компании «Trane» (<https://www.trane.com/commercial/asia-pacific/ph/en/products-systems/equipment chillers/absorption-liquid-chillers/single-stage-chillers.html>).

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell может быть оборудовано теплообменником с прямой передачей тепла через стенки. Для направления воздушного потока на внешние поверхности с целью отвода тепла устройство марки SunCell 812 может быть помещено в дефлектор 39 (см. фигуры 9G-H). По меньшей мере одна поверхность устройства марки SunCell, например, стенки по меньшей мере одного из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, может быть, по меньшей мере частично, покрыта средством стеновой теплопередачи для увеличения эффективной площади поверхности стенок для увеличения скорости теплопередачи воздуху, протекающему над указанным средством стеновой теплопередачи либо сквозь него. Упомянутое средство теплопередачи может представлять собой теплоотвод и теплообменник. Типичными средствами теплопередачи выступают ребра, тепловые трубки, испарительные камеры и гофрированные листы, в частности содержащие в себе спиральные воздушные каналы, содержащие в себе материал с большой площадью поверхности и высокой теплопроводностью, например, алюминиевые либо медные включения. Типичными тепловыми трубками выступают тепловые трубки с расплавленной солью и натриевые, калиевые или цезиевые тепловые трубки, которые могут содержать в себе совместимые металлы, например, Alloy 600 либо Hayes 230. Упомянутый теплообменник может быть оснащен тепловыми трубками любой направленности и может быть оснащен системой теплопередачи, позволяющей ориентировать и располагать тепловые трубки в необходимых положениях и направлениях. Теплообменник с прямой передачей тепла через стенки может быть дополнительно оборудован нагнетателем либо компрессором 42, предназначенным для пропускания воздуха сквозь упомянутое средство стеновой теплопередачи.

Теплообменник может быть дополнительно оборудован по меньшей мере одним таких элементов, как одна или более испарительных камер, кольцевых термосифонов, теплоотводов и узлов транспортных тепловых трубок. Упомянутый теплоотвод может быть оборудован блоком теплопередачи соответствующей геометрии, соединяемым с поверхностью стенок по меньшей мере одного из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар. Такой теплоотвод может быть выполнен из материала с высоким коэффициентом теплопередачи, в частности, из меди либо

алюминия. Тепловая энергия, производимая устройством марки SunCell, также может рассеиваться по большей площади для упрощения передачи ее воздушному потоку за счет увеличения геометрической площади по меньшей мере одного из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар. В одном из типичных вариантов осуществления плотность энергии, передаваемой по меньшей мере через один из таких элементов, как камера реакционной ячейки и стенки резервуара, будет согласована с емкостью внешнего теплообменника, предназначенного для передачи энергии воздушному потоку за счет увеличения по меньшей мере одного габаритного размера устройства марки SunCell с целью увеличения площади поверхности стенок.

10 В одном из вариантов осуществления теплообменника прямого действия, показанном на фигуре 9G-H, устройство марки SunCell 518 будет помещено в дефлектор 39, а теплообменник будет оснащен тепловыми трубками 45, установленными перпендикулярно внешним стенкам камеры реакционной ячейки, например, камеры 5b31 реакционной ячейки кубической либо прямоугольной

15 геометрии. Тепловые трубки 45 могут быть смонтированы у своего основания в охлаждающую плиту 44, например, выполненную из меди либо алюминия, или в теплоотвод 44, например, испарительную камеру, которая может иметь большую площадь поверхности, чем площадь стенки, на которой она установлена. Упомянутый теплоотвод может пролегать вдоль оси, параллельной устройству марки SunCell.

20 Упомянутые охлаждающая плита либо теплоотвод 44 могут иметь каналы, канавки либо открытые участки 46 для диффузии гидрино сквозь стенку камеры реакционной ячейки и выхода из камеры 5b31 реакционной ячейки. Упомянутый теплообменник может быть дополнительно оборудован элементами теплопередачи с использованием хладагента, например, ребрами 43, предназначенными для передачи тепла от тепловых

25 трубок 45 к текучему хладагенту, например, к воздушному потоку либо воде. В одном из вариантов осуществления хладагент, например, воздушный поток либо вода, может протекать через впускное отверстие 41 под действием, соответственно, нагнетателя или компрессора 42 либо водяного насоса 42. Поток хладагента может удерживаться в дефлекторе 39 и выводиться через выпускное отверстие 40. В одном из вариантов

30 осуществления теплообменник будет дополнительно оборудован выполненными в дефлекторе вводами для электрических соединений, предназначенных для подачи токов, необходимых для системы воспламенения, ЭМ-насоса, плазменной разрядной ячейки 900 и датчиков, например, датчиков температуры, расхода газа, давления газа и мощности, а также проходами, предназначенными для вакуумного трубопровода и

35 трубопроводов подачи газов-реагентов. Упомянутый теплообменник может быть оборудован контроллером нагнетателя либо водяного насоса, причем температура охлаждающей жидкости на выходе будет регулироваться путем управления скоростью потока хладагента. Упомянутая тепловая трубка может быть выбрана таким образом,

чтобы она инициировала перенос тепла в тот момент, когда температура стенки камеры реакционной ячейки достигнет необходимого значения, например, находящегося в диапазоне примерно от 100°C до 3000°C. В одном из типичных вариантов осуществления рабочая жидкость тепловой трубы может представлять собой щелочной металл, дабы перенос тепла осуществлялся в момент, когда температура стенки приближается к значению температуры кипения щелочного металла.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell 812, оборудованное воздушным теплообменником с тепловой трубкой, как показано на фигурах 9G-H, камера 5b31 реакционной ячейки может быть выполнена из тугоплавкого металла, например, из нержавеющей стали, в частности, хром-молибденовой стали, ниобия, тантала, титана, железа, никеля либо молибдена, на который будет нанесено графитовое либо керамическое покрытие, предназначенное для предотвращения образования сплава с расплавленным металлом, в частности, с оловом либо галлием. Керамическое покрытие может быть выполнено из жаростойкой краски, муллита, ZrO<sub>2</sub> либо другого аналогичного материала, описываемого в настоящем изобретении либо известного в данной области техники. Камера реакционной ячейки может быть дополнительно оснащена по меньшей мере одной футеровкой, предназначенной для защиты покрытия от повреждения плазмой, например, футеровкой, имеющей высокую температуру плавления и обладающей устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом, в частности, футеровкой, содержащей в себе кварц, графит, керамику, например, BN либо SiC, или тугоплавкий металл, например, W либо Ta. Патрубок ЭМ-насоса может иметь жаропрочное теплоизоляционное покрытие, обладающее устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом, либо футеровку, например, выполненную из кварца. В одном из вариантов осуществления патрубок ЭМ-насоса может избирательно охлаждаться с помощью охладителя патрубка ЭМ-насоса, например, выполненного в виде теплообменника, в частности, наполненного жидким либо газообразным хладагентом.

В одном из вариантов осуществления для передачи тепла, генерируемого реакцией с образованием гидрино, причем преимущественно за счет излучения, как показано на фиг. 9I, устройство марки SunCell может быть оборудовано по меньшей мере одним PV-окном 5b4, при этом каждое окно будет пропускать световое излучение из камеры 5b31 реакционной ячейки и любой образуемой PV-окном(-нами) камеры для облучения поглотителя 44, передающего тепло теплообменнику, например, оборудованному тепловыми трубками 45 и теплообменными ребрами 43. Устройство марки SunCell может быть оборудовано по меньшей мере одним зеркалом для отражения излучения, пропускаемого по меньшей мере через одно PV-окно на по

меньшей мере один поглотитель 44. В одном из вариантов осуществления хладагент, например, воздушный поток либо вода, может протекать через впускное отверстие 41 под действием, соответственно, нагнетателя или компрессора 42 либо водяного насоса 42. Поток хладагента может удерживаться в дефлекторе 39 и выводиться через  
5 выпускное отверстие 40. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell будет иметь зазор 44а, расположенный между PV-окном(-нами) 5b4 и поглотителем(-лями) мощности оптического излучения 44, причем геометрическая площадь поглотителя(-лей) 44 будет превышать площадь PV-окна(окон), дабы интенсивная испускаемая мощность оптического излучения рассеивалась по  
10 поглотителю(-лям) большей площади.

В одном из вариантов осуществления ЭМ-насос может функционировать при высокой температуре, например, находящейся в диапазоне примерно от 200°C до 1500°C. В одном из вариантов осуществления ЭМ-насос будет оборудован  
15 металлическим насосным патрубком 5к6 с приваренными ЭМ-шинами 5к2, причем по меньшей мере один из таких элементов, как внутренняя часть насосного патрубка и по меньшей мере часть шин, контактирующий с расплавленным металлом, будет иметь покрытие с по меньшей мере одним из таких свойств, как высокая электропроводность, устойчивость к образованию сплавов с расплавленным металлом, устойчивость к окислению и стабильность при высоких температурах.  
20 Электропроводность упомянутого покрытия может находиться в диапазоне примерно от 1000 мкОм·см до 1 мкОм·см. Стабильная температура покрытия может быть выше 100°C. Под устойчивостью покрытия к образованию сплава может подразумеваться устойчивость в части образования сплава по меньшей мере с одним из таких металлов, как галлий, индий, олово, медь и серебро. Под устойчивостью покрытия к окислению  
25 может подразумеваться устойчивость в части окисления под воздействием по меньшей мере одного из таких веществ, как кислород и вода, при по меньшей мере температуре 100°C. Покрытие на ЭМ-шин может наноситься до либо после того, как ЭМ-шины будут приварены к патрубку ЭМ-насоса. Покрытие может иметь в своем составе по меньшей мере одно из таких веществ, как нитрид, карбид либо борид. Типичными  
30 токопроводящими покрытиями выступают графитовая суспензия, например, марки Atemco Products Graphitic Bond 551RN, либо покрытие, наносимое напылением, термодиффузионное покрытие из карбида ванадия, покрытие, выполняемое методом термохимического боридирования/борирования (DHB), покрытие из TiCN, нитрида титана либо карбида CVD, усовершенствованные покрытия марки HVOF CoreGard™  
35 (Prahair), покрытие, выполняемое методом азотирования в соляной ванне, покрытие, выполняемое методом газового азотирования, покрытие, выполняемое методом ионно-плазменного азотирования, покрытие, выполняемое методом дражирования с применением хрома, карбида хрома, покрытие, выполняемое методом

термохимического дражирования, покрытие, выполняемое методом алитирования, диффузионное покрытие с применением алюминиды платины, покрытие, выполняемое методом термохимического алитирования, термохимическое покрытие с применением ZrN, TiN, WC, VC и CrC, покрытие на основе CrC либо Al, в частности, диффузионное  
5 покрытие, например, по меньшей мере одно из таких диффузионных покрытий, как диффузионная суспензия, пакетная диффузия и диффузии из паровой фазы, CrC, CrN, AlTiN, TiAlN, AlTiCN, TiAlSiCN, TiB<sub>2</sub> и ZrB<sub>2</sub>. Покрытие может быть нанесено методом плазменного осаждения, физического осаждения из паровой фазы, HVOF, термического напыления, термической диффузии, химического осаждения из паровой  
10 фазы (CVD), термохимического, химического осаждения, электрохимического осаждения, электролитического осаждения и другими, известными в данной области техники, методами. Покрытие патрубка ЭМ-насоса может представлять собой танталовое покрытие, в частности, наносимое методом дражирования с использованием такого метода, как термохимическое осаждение. В одном из  
15 вариантов осуществления патрубков ЭМ-насоса с танталовым покрытием может быть выполнен в виде по меньшей мере одного из таких элементов, как патрубок 5к6 из нержавеющей стали и ЭМ-шин 5к2 ЭМ из нержавеющей стали, которые могут быть приварены. Покрытие патрубка ЭМ-насоса может быть выполнено из токоизолирующего материала, например, керамики, в частности, жаростойкой краски,  
20 в то время а покрытие ЭМ-шин может быть выполнено из токопроводящего материала, например, TiN, или проводника, в частности, Ta либо W, который может дополнительно обладать устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом. В одном из типичных вариантов осуществления патрубков ЭМ-насоса будет выполнен из покрытой жаростойкой краской нержавеющей стали (SS), а ЭМ-шины  
25 будут выполнены из покрытой TiN нержавеющей стали и приварены в насосный патрубок из нержавеющей стали. В еще одном из типичных вариантов осуществления патрубков ЭМ-насоса будет выполнен из покрытой жаростойкой краской нержавеющей стали, а ЭМ-шины будут состоять из двух секций: электродной секции, контактирующей с расплавленным металлом, и крепежной секции, соединенной с  
30 патрубком ЭМ-насоса. ЭМ-шины могут представлять собой вольфрамовые либо танталовые стержни, прикрепленные к крепежному элементу из нержавеющей стали, который приварен к патрубку насоса из нержавеющей стали. Вольфрамовые либо танталовые стержни могут крепиться к нержавеющей стали с помощью крепежного элемента, представляющего собой резьбовое соединение, например танталовый либо  
35 вольфрамовый стержень с наружной резьбой, ввинченный в приваренный штуцер из нержавеющей стали с соответствующей внутренней резьбой. В еще одном из вариантов осуществления крепежный элемент будет представлять собой приваренную к насосу патрубку втулку из нержавеющей стали, причем упомянутый танталовый

либо вольфрамовый стержень будет, проходя сквозь втулку, попадать внутрь патрубка ЭМ-насоса. Противоположный конец стержня может быть приварен либо припаян ко втулке из нержавеющей стали. В порядке альтернативы, танталовый либо вольфрамовый стержень может быть частично плакирован нержавеющей сталью, причем плакированная нержавеющая сталь часть будет приварена к патрубку ЭМ-насоса таким образом, что неплакированная вольфрамовая секция будет выступать в насосный патрубок, а полностью плакированная ЭМ-шина будет выступать за пределы патрубка ЭМ-насоса. Покрытие на патрубок ЭМ-насоса может наноситься до либо после прикрепления ЭМ-шин. Насосный патрубок может быть избирательно покрыт, без покрытия ЭМ-шин, методом избирательного нанесения покрытия с использованием силы тяжести, центробежных сил, давления газа, электростатических сил, сифона либо другого, известного в данной области техники, метода избирательного нанесения или с применением метода маскирования, например, описываемого в настоящем изобретении.

В одном из вариантов осуществления, например, показанном на фигурах 6, 8A-8L и 13, опорная плита 5kk1 резервуара может быть выполнена из токопроводящего материала и выполнять функцию электрода воспламенения. Типичный электрод воспламенения в виде опорной плиты выполняется из металла, например, нержавеющей стали, на который наносится токопроводящее покрытие, например, выполненное из карбида, в частности CrC, нитрида, в частности, TiN, либо борида, в частности, TiB<sub>2</sub> или ZrB<sub>2</sub>, которое защищает опорную плиту от по меньшей мере одного из таких процессов, как образование сплава с расплавленным металлом и окисление. С помощью шины клемма источника энергии воспламенения может соединяться непосредственно с электродом воспламенения в виде опорной плиты и/или с шиной 5k2a1 резервуара воспламенения. В одном из вариантов осуществления для снижения электрического сопротивления току воспламенения, проходящему между расплавленным металлом в резервуаре и расплавленным металлом во впрыскивающей трубке, впрыскивающий патрубок 5kb1 будет состоять из по меньшей мере одного из таких элементов, как не имеющий оксидного покрытия металл с высокой проводимостью, например, W либо Ta, и тонкой стенки толщиной, находящейся в диапазоне от 0,1 мм до 5 мм. Диаметр впрыскивающего патрубка может быть увеличен для уменьшения электрического сопротивления стенки патрубка. Типичные значения диаметра впрыскивающего патрубка 5kb1 находятся в диапазоне примерно от 1 мм до 10 см.

В одном из вариантов осуществления камера реакционной ячейки может заменять собой PV-окно устройства марки SunCell с перевернутой Y-образной геометрией. Внешний теплообменник, например, показанный на фигурах 9G-H, может быть вмонтирован в стенки камеры реакционной ячейки. В одном из типичных

вариантов осуществления стенки камеры реакционной ячейки могут состоять из металла, например, из хром-молибденовой стали с керамическим покрытием, в частности, из жаростойкой краски, причем камера реакционной ячейки будет оборудована тугоплавкой футеровкой, например, выполненной из кварца, SiC либо W.

5

#### Термофотоэлектрический преобразователь

О результатах испытания однопереходного фотоэлектрического преобразования полупроводниками группы III/V излучения абсолютно черного тела при температуре 1207°C с рециркуляцией инфракрасного светового излучения сообщил З. Омейр и соавторы в публикации “Ultraefficient thermophotovoltaic power conversion by band-edge spectral filtering” («Сверхэффективное термофотоэлектрическое преобразование энергии с помощью пограничной спектральной фильтрации»), PNAS, том 116, № 3, (2019), стр. 15356-15361, которая в своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки. Омейр и соавторы добились 30% эффективности преобразования и спрогнозировали 50% эффективность в условиях зеркального, фотоэлектрического, коэффициента излучения абсолютно черного тела, излучательной способности абсолютно черного тела, формфактора, последовательного сопротивления и других улучшений. Согласно полученным расчетам, эффективность термофотоэлектрического (TPV) преобразования в условиях производимого устройством марки SunCell излучения температурой 3000K с помощью однопереходного концентрационного кремниевого фотоэлектрического элемента, функционирующего при температуре 120 °C, составляла 84% при практических ожиданиях на уровне 50%. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано термофотоэлектрическим (TPV) преобразователем, оснащенным по меньшей мере одним фотоэлектрическим элементом и по меньшей мере одним излучателем Планка либо источником излучения. Излучатель Планка для термофотоэлектрического преобразования с функцией рециркуляции светового излучения будет состоять из одного или более из таких элементов, как (i) по меньшей мере одна из внешних стенок компонента марки SunCell и (ii) присутствующая в камере реакционной ячейки плазма гидрино, излучаемый которой свет, проходя сквозь Pv-окно, попадает на Pv-преобразователь. Компонент марки SunCell, внешняя стенка которого выполняет функцию излучателя Планка, может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, который будет выполнен из тугоплавкого материала, обладающего устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом. Например, такая стенка будет выполнена из сплавов Mo, Ta, W, Nb, Ti, Cr, Zr и будет иметь внутреннее покрытие, в частности, из жаростойкой краски марки VHT либо аналогичной керамической краски, либо выполнена из стали, или нержавеющей стали, или тугоплавкого металла с

керамическим покрытием. В порядке альтернативы, указанная стенка может быть выполнена из по меньшей мере одно из таких элементов, как графит, кварц, кварцевое стекло и керамика, в частности, оксид алюминия, оксид гафния, диоксид циркония, карбид кремния, нитрид бора (BN) и другая, описываемая в настоящем изобретении, керамика. В одном из вариантов осуществления излучатель Планка может быть оборудован фильтром для блокирования излучения инфракрасного света в направлении TPV-элемента. TPV-элемент может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как фильтр, например, инфракрасный фильтр, который будет расположен на передней поверхности, и зеркало, в частности, инфракрасное зеркало, которое будет расположено на задней поверхности. Проникающие в PV-элемент фотоны, обладающие энергией, уровень которой ниже ширины запрещенной зоны такого элемента, могут через PV-окно отражаться обратно к устройству марки SunCell, например, по меньшей мере к одному из таких элементов, как стенка компонента марки SunCell и камера реакционной ячейки, для рециркуляции соответствующих фотонов малой энергии.

Из-за отражений и многократных отражений плазмы и рециркулируемого светового излучения находящимся внутри камеры реакционной ячейки расплавленным металлом процент прямого излучения плазмы, рассеянной плазмы и излучения компонентов марки SunCell, например, излучения стенок, расплавленного металла и положительного электрода, а также рециркулируемого светового излучения, которое может исходить из указанной камеры или проходить сквозь PV-окно, может быть равен 100%. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуары, может быть оснащен теплоизоляцией, дабы в энергии, передаваемой от устройства марки SunCell сквозь PV-окно на точку нагрузки, например, на PV-преобразователь, поглотитель печи либо поглотитель котла, преобладала энергия излучения. Процент излучаемой в результате прохождения реакции с образованием гидрино энергии зависит от излучательной способности расплавленного металла, которая, как правило, находится в диапазоне примерно от 0 до 0,3, а также от температуры стенки камеры реакционной ячейки, которая может находиться в диапазоне от 500°C до 3500°C. Процент передаваемого излучения может увеличиваться при снижении излучательной способности расплавленного металла и повышении температуры стенок камеры реакционной ячейки. В одном из типичных вариантов осуществления, оборудованном верхним прозрачным PV-окном в виде полукупола, которое будет соединено с нижней камерой реакционной ячейки, по расчетам передача сквозь PV-окно будет составлять примерно 100 % при температуре плазменного черного тела 3000 К, излучательной способности расплавленного металла на уровне 0,3 и температуре стенок камеры реакционной ячейки 1700°C.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуры 9А-С) для увеличения теплоизоляции с целью достижения необходимой рабочей температуры расплавленного металла, например, находящейся в диапазоне примерно от 300°С до 3000°С, диаметр камеры реакционной ячейки будет увеличен для размещения более толстой футеровки, например, графитовой футеровки с внутренним вольфрамовым вкладышем, и, в необязательном порядке, многоугольника из вольфрамовых пластин, которыми футеруется по меньшей мере зона наиболее интенсивной плазмы. В одном из вариантов осуществления верхняя часть камеры 5b31 реакционной ячейки будет оборудована частичной крышкой для уменьшения размера верхней плиты 409a и соответствующего фланцевого уплотнения 409e. Такая верхняя часть камеры реакционной ячейки может представлять собой цилиндр, приваренный в центре сварного кольца, которое с накрывающим ее фланцем 409e примыкает к совмещающейся с ним плите 409a, имеющей вводной канал для электрода воспламенения 8.

В одном из вариантов осуществления упомянутая футеровка может быть выполнена по меньшей мере из одного из таких материалов, как графит, пиролитический графит, BN и графит, пиролитический графит либо BN с керамическим покрытием. В одном из типичных вариантов осуществления упомянутое покрытие может представлять собой по меньшей мере одного из таких веществ, как высокотемпературная керамическая краска, жаростойкая краска либо клейкое вещество на основе диоксида циркония марки Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE, 940SS, 903 HP, 908 или 904, а также покрытие на основе диоксида циркония, например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ . В одном из типичных вариантов осуществления, показанном на фигурах 8С-Д, сдвоенные резервуары с функцией впрыска 5с оборудованы патрубками с графитовой футеровкой, жаростойким либо другим керамическим покрытием, а камера 5b31 реакционной ячейки представляет собой камеру с графитовой футеровкой, жаростойким либо другим керамическим покрытием с вольфрамовым вкладышем, расположенным в зоне действия плазмы камеры реакционной ячейки. На по меньшей мере одну из графитовых и вольфрамовых футеровок может быть нанесено керамическое покрытие, например, описываемое в настоящем изобретении, в частности, высокотемпературная керамическая краска, жаростойкая краска либо клейкое вещество на основе диоксида циркония марки Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE, 940SS, 903 HP, 908 или 904 или же покрытие на основе диоксида циркония, например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ .

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell может быть оборудовано сдвоенными резервуарами и электродами с функцией впрыска, которые впрыскивают расплавленный металл таким образом, что впрыскиваемые потоки

расплавленного металла будут пересекаться с образованием плазмы. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере стенка камеры реакционной ячейки может быть прозрачной для по меньшей мере одного из таких излучений, как видимое и инфракрасное световое излучение. Стенки камеры реакционной ячейки могут быть оборудованы PV-окном. Устройство марки SunCell может быть оборудовано камерой реакционной ячейки многоугольной формы, например, в форме квадрата, прямоугольника, пятиугольника, шестиугольника и т.д. Поверхность камеры реакционной ячейки может быть плакирована PV-элементами, например, термофотоэлектрическими (TPV) элементами, причем между стенками камеры реакционной ячейки и PV-элементами может существовать зазор. В одном из вариантов осуществления для снижения степени отражения по меньшей мере один из таких элементов, как окно либо фильтр, будет оснащен таким средством, как текстурная поверхность либо четвертьволновая пластина. В еще одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell может быть дополнительно содержать оборудовано PV-окном, представляющим собой камеру, сообщенную с камерой реакционной ячейки посредством соединения, в частности, фланцевого соединения. Для приема испускаемого плазмой излучения и преобразования его в электрическую энергию вокруг PV-окна могут быть расположены TPV-элементы. Световое излучение, например, инфракрасное световое излучение, которое в электрическую энергию не преобразуется, TPV-элемент может отражать обратно в плазму для рециркуляции.

В одном из вариантов осуществления расплавленным металлом может выступать олово. Температура камеры реакционной ячейки может поддерживаться выше температуры, при которой реакция олова с водяным паром с образованием оксида олова является термодинамически невыгодной, причем вода будет подаваться в реакцию с образованием гидрино в составе смеси для реакции с образованием гидрино, например, смеси, состоящей из по меньшей мере двух из таких веществ, как водород, кислород и водяной пар. В одном из типичных вариантов осуществления, в котором смесь для реакции с образованием гидрино будет содержать в себе водяной пар, температура в камере реакционной ячейки будет поддерживаться выше 875К. Добавление молекулярного либо атомарного водорода в состав смеси для реакции с образованием гидрино снижает температуру, при которой реакция олова с водяным паром с образованием оксида олова является термодинамически невыгодной.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell будет оборудовано водяной форсункой, в частности, источниками водорода и источником кислорода, а также рекомбинатором, в частности, плазменной ячейкой, катализатором рекомбинатора, в частности, нанесенным на носитель благородным металлом, в частности, оксид алюминия, либо другим, описываемым в настоящем изобретении,

рекомбинатором. Источником водорода и кислорода могут выступать соответствующие газы, подаваемые с помощью газопроводов, регуляторов массового расхода, клапанов, датчиков расхода и давления, компьютеризированной системы управления и других, описываемых в настоящем изобретении, систем. В порядке  
5 альтернативы, вода может подаваться в виде газообразного водяного пара. Газообразный водяной пар может с помощью регулятора массового расхода контролироваться впускаться в по меньшей мере одну из таких емкостей, как камера реакционной ячейки и резервуар расплавленного металла, из резервуара с водой, поддерживаемого под давлением, необходимым для функционирования регулятора  
10 массового расхода. Давление водяного пара может контролироваться путем регулирования температуры источника водяного пара, например, закрытого резервуара с водой. В одном из типичных вариантов осуществления регулятор массового расхода водяного пара, в частности, по меньшей мере одной из таких моделей марки MKS, как № 1150, 1152m и 1640 (<https://www.mksinst.com/c/vapor-mass-flow-controllers>;  
15 <https://ccrprocessproducts.com/product/1640a-mass-flow-controller-mks/>), будет представлять собой регулятор, измеряющий разницу входного и выходного давления и использующий эти данные для управления расходом водяного пара.

В одном из типичных вариантов осуществления, показанном на фигурах 8C-D, устройство марки SunCell, предназначенное для термофотоэлектрического (TPV)  
20 преобразования и оснащенное функцией рециркуляции светового потока, будет иметь геометрию в виде перевернутой буквы «Y», причем перевернутая V-образная часть геометрии в виде перевернутой буквы «Y» будет состоять из двух резервуаров с функцией впрыска 5c, сообщающихся с камерой 5b31 реакционной ячейки, а прямой элемент геометрии в виде перевернутой буквы «Y» будет представлять собой  
25 излучатель Планка либо PV-окно 5b4. Перевернутая V-образная часть может быть дополнительно оборудована по меньшей мере одним из таких элементов, как ячейка с тлеющим разрядом 900, сообщающаяся с камерой 5b31 реакционной ячейки с помощью газопускового отверстия для газов-реагентов, например, газообразных  $H_2$  и  $O_2$ , и вакуумный трубопровод 711, сообщающийся с вакуумным насосом для  
30 откачивания содержимого камеры реакционной ячейки. Упомянутая ячейка с тлеющим разрядом может быть оборудована фланцем, расположенным в верхней части для обеспечения доступа по меньшей мере к разрядному электроду для выполнения его замены. По меньшей мере один из таких элементов, как ячейка с тлеющим разрядом 900 и вакуумный трубопровод 711, может во избежание  
35 заполнения расплавленным металлом иметь уклон кверху и может быть облицован футеровкой, например, описываемой в настоящем изобретении, которая предотвращает образование сплава с расплавленным металлом. Футеровка ячейки с тлеющим разрядом может быть обладать электропроводными свойствами либо может

представлять собой частичную футеровку, где участок необлицованной стенки ячейки будет служить электродом.

Расположенное на прямолинейном участке PV-окно может представлять собой прямоугольную полость с выходом в камеру реакционной ячейки. В порядке альтернативы, такое PV-окно может представлять собой плоскую пластину, перекрывающую собой камеру реакционной ячейки. Упомянутая пластина может включать в себя помещенное в корпус окно, которое может быть герметизировано с помощью прокладки, например, марки Rayotek. Указанное окно может быть металлизировано и припаяно либо приварено к корпусу. Такое окно может быть приклеено к корпусу с помощью клея, например, описываемого в настоящем изобретении. В порядке альтернативы, это окно может представлять собой плоскую пластину, приклеенную к фланцу, расположенному в верхней части камеры реакционной ячейки. Упомянутым клеем может быть клей, описываемый в настоящем изобретении. Типичными клеями либо клейкими веществами выступают клейкие вещества на основе диоксида циркония марки Cotronics Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE, 940SS, 903 HP, 908 либо 904, покрытие на основе диоксида циркония, например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ , а также марки Durabond, в частности, RK454. В одном из вариантов осуществления для приема светового излучения, исходящего из полости PV-окна либо камеры реакционной ячейки, по меньшей мере один плоский плотный приемный массив фотоэлектрических элементов будет расположен в одной плоскости и параллельно прямоугольной поверхности PV-окна либо плоскому окну. Между каждым плотным приемным массивом и соответствующей поверхностью либо пластиной PV-окна может иметься зазор.

V-образная часть геометрии в виде перевернутой буквы «Y» может быть выполнена из тугоплавкого металла, например, Mo, Ta, W, Nb, Ti, Cr, а также из стали, нержавеющей стали либо тугоплавкого металла с внутренним покрытием. Упомянутое покрытие может быть выполнено из высокотемпературной керамической краски, например, жаростойкой краски марки VHT либо аналогичной керамической краски, или представлять собой керамическое покрытие, например, выполненное из муллита. PV-окно может быть выполнено из кварца, сапфира,  $MgF_2$  либо оксинитрида алюминия либо представлять собой PV-окно, описываемое в настоящем изобретении. В одном из вариантов осуществления PV-окно может быть оборудовано нагревателем, предназначенным для его предварительного подогрева с целью предотвращения затвердевания расплавленного металла. В одном из типичных вариантов осуществления PV-окно, например, выполненное из кварца, сапфира, оксинитрида алюминия либо  $MgF_2$ , может предварительно подогреваться нагревателем, например,

резистивным нагревателем, водородно-кислородным огневым нагревателем либо реакционным нагревателем плазменной рекомбинации.

В одном из вариантов осуществления сдвоенные форсунки могут быть выровнены с целью обеспечения пересечения соответствующих впрыскиваемых потоков расплавленного металла. Учитывая, что основания резервуаров, резервуары и пересекающиеся потоки металла образуют собой треугольник с вершиной в точке пересечения потоков, во избежание взаимного лоренцевского отклонения пересекающихся потоков можно увеличить угол при вершине путем увеличения длины основания (например, траектории потоков приобретают большую линейность с уменьшением дугообразности формы).

V-образная часть и прямой участок могут быть соединены с помощью уплотнения, например, уплотнения 26d с прокладкой (см. фигуру 8C). Прокладка может быть выполнена из графита, а уплотнение 26d может иметь фланцы с болтовым креплением. В порядке альтернативы, уплотнение и соединение 26d между перевернутой V-образной частью и прямым участком могут быть на основе клея (см. фигуру 8D). В одном из вариантов осуществления высокотемпературные окна, например, марки Rayotek (<https://rayoteksightwindows.com/products/high-temp-sight-glass-windows.html>), могут быть соединены вместе для образования плазменной камеры либо полости, причем в числе этих окон будет PV-окно, предназначенное для передачи испускаемого плазмой излучения на PV-преобразователь с функцией рециркуляции светового излучения. Соединение может быть выполнено путем сваривания краев окон с образованием многоугольной полости, которая может быть дополнительно приварена к камере реакционной ячейки на уровне нижнего отверстия полости.

В одном из вариантов осуществления с перевернутой Y-образной геометрией устройство марки SunCell® будет оборудовано металлической ячейкой со сдвоенными форсунками, которая будет иметь секцию с перевернутой V-образной геометрией, например, выполненную из нержавеющей стали (см. фигуры 8A-D), причем все металлические поверхности, контактирующие с расплавленным металлом, например, патрубки ЭМ-насоса, резервуары и камера реакционной ячейки, будут покрыты жаростойкой краской для обеспечения электрической изоляции. Указанное покрытие может быть выполнено методом погружения в жидкость либо нанесения аэрозоля. В одном из вариантов осуществления упомянутая электрическая изоляция электрода воспламенения 8, подающего питание от источника энергии воспламенения к расплавленному металлу, присутствующему в резервуаре 5c, может через вводной канал 912 проникать в резервуар, например, в опорную плиту 5kk1 резервуара. Вводной канал 912 может быть выполнен из металла, например, нержавеющей стали, в частности, нержавеющей стали марки 347, эксплуатируемой при температуре ниже

400°C, W либо Ta, который обладает устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом. В еще одном из вариантов осуществления такой вводной канал может быть выполнен из меди, соединенной с металлом, например, нержавеющей сталью, в частности, нержавеющей сталью марки 347, эксплуатируемой при температуре ниже 400°C, W или Ta, который обладает устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом, причем для защиты меди от образования сплава с расплавленными металлами, например, галлием либо оловом, на такую медь может быть нанесено керамическое покрытие, например, выполненное из жаростойкой краски либо описываемое в настоящем изобретении. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell будет дополнительно оборудовано по меньшей мере одним из таких элементов, как ввод системы воспламенения 912, теплообменник, хладагент, например, вода, циркуляционный насос, датчик температуры, расходомер, контроллер, а также подводящие и отводящие проходные линии для охлаждения каждого вводного канала. В одном из типичных вариантов осуществления каждый вводной канал будет охлаждаться водой.

В одном из вариантов осуществления вводной канал 912 (см. фигуры 8C-D) может быть оборудован электродом воспламенения 8, залитым заливочным компаундом либо клейким веществом, способным связывать металлы и функционировать при высокой температуре, например, в диапазоне от 300°C до 2000°C. Типичными заливочными клейкими веществами выступают клейкие вещества на основе диоксида циркония марки Cotronics Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE, 940SS, 903 HP, 908 либо 904, покрытие на основе диоксида циркония, например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ , а также марки Durabond, в частности, RK454.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как электроды воспламенения 8 и электроды 5k30 ЭМ-насоса (см. фигуру 8D), может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как электрические вводы, электроды, залитые заливочным компаундом либо клейким веществом, например, описываемым в настоящем изобретении, электрод с покрытием, прикрепленный с помощью крепежного элемента марки Swagelok либо аналогичного крепежного элемента, а также электрод, прикрепленный с помощью крепежного элемента марки Swagelok либо аналогичного крепежного элемента и изолированный посредством изоляционной втулки, например, выполненной из тефлона, графита либо BN. Упомянутое покрытие электрода может представлять собой керамическое покрытие, в частности, выполненное из жаростойкой краски, либо оксидное покрытие. Оксидное покрытие, в частности, выполненное из оксида вольфрама либо оксида тантала, может быть образовано методом нагревания электрода в условиях воздушной смеси, электроосаждения, напыления либо анодирования электрода. Покрытие у

электроды не могут присутствовать на токопроводящих поверхностях, которые должны быть способны проводить электрический ток, например, соединенных с источником энергии воспламенения либо шиной 5k2a ЭМ-насоса, соединяющими электрод ЭМ-насоса с источником электропитания ЭМ-насоса, и контактирующих с присутствующим в резервуаре 5с расплавленным металлом. Покрытие может быть выборочно удалено с токопроводящих поверхностей, например, с внутренней части патрубка ЭМ-насоса, после нанесения такого покрытия, как жаростойкая краска, или же нанесения покрытия на токопроводящие поверхности можно избежать, например, с помощью маски. Такой маской может быть маска, известная в данной области техники. Указанная маска может быть выполнена из воска, который может быть удален путем расплавления этого воска. Маска может быть выполнена из металла, например, олова, который может быть удален путем расплавления этого металла. Маска может быть выполнена из стекла либо керамики, которые могут быть удалены путем разрушения маски таким способом, как механическое встряхивание патрубка ЭМ-насоса с добавлением в него шарикров для шарикоподшипников. Маска также может быть разрушена путем прохождения по меньшей мере одного из таких этапов, как ее увлажнение и ее замораживание таким методом, как погружение в криогенную жидкость, например, жидкий азот. В одном из альтернативных вариантов осуществления маска может быть выполнена из материала, растворимого в воде, кислоте либо основе, например, из неорганического соединения либо металла, в частности, NaCl, CaCO<sub>3</sub>, или металла и оксида металла, соответственно, которые могут быть удалены соответствующим растворителем. Маска может быть выполнена из бумаги. Маска может быть выполнена из растворимой в растворителе ленты, например, из водорастворимой ленты, предназначенной для маскировки шин ЭМ-насоса на время нанесения покрытия во внутренней части патрубка ЭМ-насоса. Бумага либо водорастворимая лента может быть удалена после нанесения покрытия на внутренние поверхности патрубка ЭМ-насоса с помощью таких методов, как механическое либо пневматическое удаление, растворение бумаги в кислоте, например, в HCl, растворение водорастворимой ленты в воде или окисление бумаги либо ленты до состояния CO<sub>2</sub>. Типичным способом воспламенения является добавление легковоспламеняющейся жидкости, например, жидкости для зажигалок, и подача искры воспламенения либо пламени. В одном из вариантов осуществления любой нежелательный оксид вольфрама, образующийся на поверхностях, которым необходимо быть токопроводящими, например, на поверхностях электродов, которым необходимо контактировать с расплавленным металлом, может быть удален сильной основой, например, нагретым насыщенным раствором гидроксида щелочного металла, в частности, NaOH.

В одном из вариантов осуществления электроизоляционное покрытие,

дополнительно обладающее устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом, будет выполнено из краски, например, жаростойкой краски. На этапах, предусматривающих нагрев краски для ее отверждения, во избежание окисления электродов ЭМ-шины, например, электродов, маскируемых во избежание покрытия краской, камера реакционной ячейки может быть закрыта либо герметизирована и нагреваться в условиях вакуума либо инертной атмосферы. Краска может быть диспергирована под действием ультразвука, давления, пара либо методом аэрозольного распыления с электростатическим осаждением, а также другими, известными специалистам в данной области техники, способами нанесения полного покрытия на поверхности, подвергающиеся воздействию расплавленного металла.

В одном из вариантов осуществления патрубков ЭМ-насоса может быть оборудован проходными втулками, к которым будут приварены вводные каналы. Покрытие, например, из жаростойкой краски, может быть нанесено на патрубок ЭМ-насоса до того, как к насосу патрубку будут приварены вводные каналы. Зазор между центральным электродом вводного канала и его привариваемым корпусом может быть заполнен по меньшей мере одним из таких элементов, как покрытие, например, выполненное из оксида алюминия, методом алитирования, термохимического алитирования, из жаростойкой краски и методом заливки керамикой, например, марки Cotronics Resbond 940 HT, Cotronics Resbond 940SS, Sauereisen Electrotamp Cement, в частности, <https://www.sauereisen.com/wp-content/uploads/8.pdf> либо <https://www.sauereisen.com/ceramic-assembly/product-index/>, или другой, описываемой в настоящем изобретении, керамикой, причем поверхности, могущие контактировать с расплавленным металлом, находящимся внутри патрубки ЭМ-насоса, могут быть покрыты по меньшей мере одним из таких веществ, как жаростойкая краска, а также заливочный материал.

В одном из вариантов осуществления на электроды, например, электрод воспламенения и шины ЭМ-насоса, может быть нанесено покрытие, предотвращающее окисление под воздействием воздушной смеси, например, в случае загрузки ячейки расплавленным металлом. Такое покрытие может обладать по меньшей мере одним из таких свойств, как электропроводность, устойчивость к окислению при температуре плавления расплавленного металла и съемность. Покрытие может быть выполнено из карбида, например, карбида вольфрама, выполняющего функцию обладающего устойчивостью к окислению токопроводящего покрытия. Покрытие из карбида вольфрама может быть нанесено с применением технологии HVOF (<https://www.asbindustries.com/tungsten-carbide-coatings>) или другого, известного в данной области техники, метода. Это покрытие может быть выполнено из металла, например, расплавленного металла, в частности, олова, который может быть удален путем расплавления. Указанный металл, например, никель, медь, цинк или серебро,

может образовывать сплав с удаляемым расплавленным металлом. Металлическое покрытие может быть нанесено методом погружения в расплав металла, электроосаждения, осаждения из паровой фазы и с применением других, известных в данной области техники, технологий нанесения покрытия.

5 В одном из вариантов осуществления для предотвращения короткого замыкания между сдвоенными резервуарами, форсунками и источниками энергии воспламенения по меньшей мере один из таких элементов, как впускные вертикальные трубки, патрубki впрыскивающего ЭМ-насоса, резервуара либо резервуары и камера  
10 реакционной ячейки, может быть выполнен из электроизоляционного материала либо покрыт или облицован электроизоляционным материалом, например, описываемым в настоящем изобретении. Типичные варианты осуществления будут оборудованы по меньшей мере одним из таких элементов, как (i) изнутри и снаружи покрытые жаростойкой краской впускные вертикальные трубки и патрубki впрыскивающего ЭМ-насоса, (ii) вольфрамовые впускные вертикальные трубки и патрубki  
15 впрыскивающего ЭМ-насоса, которые оксидированы с образованием электроизоляционного покрытия из оксида вольфрама, а также (iii) по меньшей мере один из таких элементов, как камера 5b31 реакционной ячейки и резервуар либо резервуары 5c, оборудованные вольфрамовой футеровкой, представляющей собой электроизоляционное покрытие из оксида вольфрама.

20 Типичным электродом с покрытием представляет собой оксидированный вольфрамовый электрод с расположенными на концах токопроводящими поверхностями, причем данный вольфрамовый электрод окисляют в условиях воздушной смеси при высокой температуре с нанесенной на указанные концы маской, которую при желании удаляют. В порядке альтернативы, электрод будет окисляться  
25 целиком, а окисленный слой будет удаляться с электродов методом травления либо механического сошлифования. Сошлифование может выполняться механическим способом. В еще одном из вариантов осуществления электрод, например, электрод с изоляционным покрытием, может быть прикреплен с помощью втулок, выполняющих по меньшей мере одну из таких функций, как образование  
30 изоляционного оксидного покрытия и смягчение, дабы не повреждать электроизоляционного покрытия, присутствующего на электроде, например, керамического или оксидного, в частности, выполненного из W либо Ta. Типичные втулки будут выполняться из латуни, алюминия, меди, серебра и тантала. Типичная втулка с оксидным покрытием будет представлять собой втулку из анодированного  
35 алюминия. Другая типичная втулка с оксидным покрытием будет выполняться из оксидированной нержавеющей стали.

В альтернативных вариантах осуществления обеспечивать электрическую изоляцию электродов воспламенения устройства марки SunCell, оборудованного

сдвоенными форсунками, будет: (i) по меньшей мере один резервуар, который может быть оборудован изолирующим соединением, например, фланцевым соединением, состоящим из изоляционной прокладки и изолированных болтов, например, керамических болтов либо болтов, оснащенных изоляционными втулками, а также (ii) по меньшей мере одна камера реакционной ячейки и по меньшей мере один резервуар, оборудованный электроизоляционным участком стенки (в виде изоляционного элемента либо электрического прерывателя), например, выполненным из керамики, в частности, описываемой в настоящем изобретении, например, из оксида алюминия, SiC, BN либо кварца, обеспечивающего взаимную электрическую изоляцию двух резервуаров, причем (a) изоляционный элемент резервуара может представлять собой керамическую трубку с фланцем на каждом конце, которая сопрягается с двумя резервуарными секциями либо с резервуарной секцией и камерой реакционной ячейки, например, выполненной в виде фланцевого электроизоляционного элемента либо электрического прерывателя, в частности, типового изделия марки CF Flanged Vacuum Ceramic Break, [https://www.lesker.com/newweb/feedthroughs/ceramicbreaks\\_vacuum.cfm?pgid=cf](https://www.lesker.com/newweb/feedthroughs/ceramicbreaks_vacuum.cfm?pgid=cf), которая будет дополнительно оснащена по меньшей мере одним из таких элементов, как прокладки, сопрягающиеся с соответствующими резервуарными фланцами, и футеровкой, например, выполненной из керамики, в частности, описываемой в настоящем изобретении, которая может выполнять по меньшей мере одну из таких функций, как защита прокладок и электрического прерывателя от образования сплава с расплавленным металлом и, соответственно, термического удара, (b) изоляционный элемент резервуара может представлять собой керамическую трубку с привариваемым металлическим кольцом на каждом конце, например, кольцом из ковара либо инвара, которая сопрягается с двумя резервуарными секциями либо с резервуарной секцией и камерой реакционной ячейки путем сваривания, например, типовое изделие марки Weldable Vacuum Ceramic Break, [https://www.lesker.com/newweb/feedthroughs/ceramicbreaks\\_vacuum.cfm?pgid=weld](https://www.lesker.com/newweb/feedthroughs/ceramicbreaks_vacuum.cfm?pgid=weld), а (c) изоляционный элемент резервуара может представлять собой керамическую трубку с мокрым уплотнением на каждом конце, которая сопрягается с двумя резервуарными секциями либо сопрягается с резервуарной секцией и камерой реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления упомянутый электрический прерыватель будет представлять собой керамический цилиндр, например, выполненный из оксида алюминия, который будет сначала покрыт молибден-марганцевым сплавом, а затем никелем, припаянным к плакированному никелем ковару. Припой может обладать высокой температурой плавления, например, выше 600°C. Типичными припоями выступают сплав Cu(72)-Ag(28), медь, АВА, золотой АВА, сплав PdNiAu (AMS 4785, т.пл. = 1135°C) либо припой марки Palого или аналогичный припой, например,

доступный по ссылке: <https://www.morganbrazealloys.com/en-gb/products/brazing-alloys/precious-brazing-filler-metals/>.

В одном из вариантов осуществления оба резервуара устройства марки SunCell со сдвоенными форсунками, показанного на фигурах 8C-8L, будут оборудованы электрическим прерывателем, выполняющим по меньшей мере одну из таких функций, как (i) изоляция напряжения воспламенения одного резервуара от напряжения воспламенения другого до момента пересечения впрыскиваемых из каждого из резервуаров потоков расплавленного металла с по меньшей мере частичной изоляцией источника питания ЭМ-насоса одного резервуара от источника питания другого, а также (ii) по меньшей мере частичная изоляция источника энергии воспламенения от источников питания ЭМ-насосов. В еще одном из вариантов осуществления по меньшей мере два источника питания из числа таких источников, как источник энергии воспламенения, источник питания ЭМ-насоса первого резервуара и источник питания ЭМ-насоса второго резервуара, будут способны функционировать примерно автономно по меньшей мере от одного другого источника питания. Для обеспечения почти независимого его функционирования каждый источник питания может представлять собой источник питания, известный в данной области техники, либо представлять собой источник питания, модифицированный с помощью системы реактивного сопротивления, подавляющей колебания напряжения и тока с целью нивелирования резких перепадов напряжения и тока в системе воспламенения. Типичная система реактивного подавляющего сопротивления будет оборудована по меньшей мере одной конденсаторной батареей с параллельным подключением либо по меньшей мере одной катушке индуктивности с последовательным подключением к источнику питания ЭМ-насоса.

В одном из вариантов осуществления резервуар, оборудованный электрическим прерывателем, может иметь длину, достаточную для удаления электрического прерывателя от камеры реакционной ячейки на расстояние, достаточное для того, чтобы он не перегревался. В одном из вариантов осуществления электрический прерыватель может быть оснащен по меньшей мере одной внутренней футеровкой, выполненной из теплоизоляционного материала, дабы температура прерывателя могла поддерживаться ниже температуры его разрушения, хотя температура расплавленного металла внутри футеровки может быть выше. Во избежание по меньшей мере одного из таких явлений, как окисление, например, снаружи, и образование сплава, например, внутри, на указанный электрический прерыватель может быть нанесено по меньшей мере одно покрытие, например, выполненное из CrC, оксида алюминия, TiN, WC либо другого, описываемого в настоящем изобретении, материала. Место выполнения соединительной пайки между металлом и керамикой в электрическом прерывателе может быть покрыто герметизирующим материалом, например, марки Resbond 940SS

либо другим, описываемым в настоящем изобретении, материалом. В одном из типичных вариантов осуществления расплавленный металл будет представлять собой серебро, а футеровка будет включать в себя по меньшей мере один тугоплавкий материал, например, графит, BN, кварц, оксид алюминия, формованную либо литую керамику, керамические гранулы, например, гранулы оксида алюминия, который может быть дополнен связующим веществом, например, марки Resbond, тугоплавким металлом и другими, описываемыми в настоящем изобретении, футеровочными материалами. Упомянутая футеровка может заполнять резервуар, за исключением каналов для входного и выпускного патрубков ЭМ-насоса. Для обеспечения теплопроводности через каналы, необходимой для поддержания металла по всему прерывателю и всей футеровке в расплавленном состоянии, высота электрического прерывателя и футеровки может быть сведена к минимуму. В одном из вариантов осуществления электрический прерыватель может иметь внешнее охлаждение. Хомут патрубка ЭМ-насоса может представлять собой втулку электрического прерывателя, описываемую в настоящем изобретении.

В одном из вариантов осуществления, выполненном из электроизоляционного материала для обеспечения электрической изоляции электродов системы воспламенения устройства марки SunCell, оборудованного сдвоенными форсунками, по меньшей мере один резервуар может быть оборудован электрическим прерывателем, представляющим собой керамический участок стенки резервуара, на каждом конце которого для сопряжения со стенками резервуара может быть дополнительно присутствовать металлокерамическое соединение. В одном из вариантов осуществления уровень расплавленного металла в резервуаре будет находиться на необходимом уровне ниже верхнего края керамической части изоляционного материала со стороны камеры реакционной ячейки. В одном из типичных вариантов осуществления уровень расплавленного металла в резервуаре будет находиться на необходимом уровне ниже верхнего края металлокерамического соединения электрического прерывателя со стороны камеры реакционной ячейки. Высота входа выпускного элемента впускной вертикальной трубки может быть отрегулирована под уровень, необходимый для поддержания максимального уровня расплавленного металла на необходимом уровне. Упомянутый электрический прерыватель может представлять собой внутреннюю теплоизоляционную шайбу с отверстием для подачи расплава по меньшей мере в одну из таких частей, как резервуар с расплавленным металлом либо нижняя часть резервуара с расплавленным металлом, впускная вертикальная трубка, ведущая к патрубку ЭМ-насоса, и шина воспламенения, расположенная на шайбе со стороны ЭМ-насоса. Впрыскивающий ЭМ-насос и электрод могут проходить через изоляционную шайбу на сторону камеры реакционной ячейки для выполнения впрыска расплавленного металла в направлении

противоэлектрода.

В одном из вариантов осуществления скорость поступления расплавленного металла во впускную вертикальную трубку будет выше скорости впрыска расплавленного металла, выполняемого растробом. По меньшей мере один из параметров, как размер отверстия впускной вертикальной трубки и пропускная способность впрыскивающего растроба, может быть выбран таким образом, чтобы скорость потока в первом была обязательно выше скорости потока во втором.

В одном из вариантов осуществления каждый резервуар может быть оборудован сливной пробкой, позволяющую под действием силы тяжести удалять расплавленный металл со дна резервуаров в процессе выполнения сервисного и технического обслуживания. В одном из вариантов осуществления впускная вертикальная трубка может быть оборудована фильтром грубой очистки, например, выполненным из металлической сетки, предназначенным для защиты ЭМ-насоса и растроба от блокировки стекающим во впускную вертикальную трубку мусором.

Резервуар со стороны электрического прерывателя, повернутой к ЭМ-насосу, может быть увеличен в длину с целью увеличения в резервуаре запаса расплавленного металла. Длина данного резервуара может быть увеличена со стороны электрического прерывателя, повернутой к камере реакционной ячейки, с целью смещения электрического прерывателя на большее удаление от плазмы и снижения его рабочей температуры. В еще одном из вариантов осуществления электрический прерыватель может быть рассчитан на высокую температуру, например, находящуюся в диапазоне от 450°C до 1500°C, причем для прерывателя будет выбран такой припой, у которого температура плавления выше рабочей температуры. Типичный высокотемпературный электрический прерыватель будет выполнен из по меньшей мере одного из таких веществ, как ковар и ниобий, и совместимого высокотемпературного припоя, например марки Paloro-3V, аналогичного припоя, например, доступного по ссылке: <https://www.morganbrazealloys.com/en-gb/products/brazing-alloys/precious-brazing-filler-metals/>, либо другого, описываемого в настоящем изобретении, припоя.

Электрический прерыватель может состоять из керамического элемента (например, выполненного на 97% из оксида алюминия), приварного переходного фланца, располагаемого по окружности керамического изоляционного элемента, в частности, выполненного из сплавов Cu/Ni (например, в пропорции 70%-30%) либо Fe/Ni (например, в пропорции 50%-50%), а также фланца марки Conflat (например, выполненного из нержавеющей стали марки 304), припаянного либо приваренного по окружности к приварному переходному фланцу. Электрический прерыватель может быть дополнительно оборудован сильфоном либо S-образным фланцем (диафрагмой), который будет расположен между фланцем марки CF и приварным переходным фланцем.

Максимальный запас расплавленного металла в двух резервуарах 5с будет таким, что максимальный уровень расплава со стороны электрического прерывателя, включающий в себя начальный заполненный объем и объем расплавленного металла над самой низкой высотой впускной вертикальной трубки резервуара, 5 противоположного резервуару с электрическим прерывателем, не будет превышать высоту керамического элемента электрического прерывателя.

В одном из типичных вариантов осуществления, оснащенном резервуарным электрическим прерывателем, в камере реакционной ячейки самый нижний, неокисленный вольфрамный, слой футеровки может использоваться со средним, 10 графитом, слоем футеровки и наружным, вольфрамным, слоем футеровки либо плакировки. Указанная футеровка может покрывать собой по меньшей мере одну из таких частей, как стенки камеры 5b31 реакционной ячейки, дно камеры реакционной ячейки и резервуары 5с. Футеровка 5b31b дна камеры реакционной ячейки может содержать в себе каналы либо канавки, предназначенные для отведения 15 расплавленного металла в сторону от соответствующего потока впрыскиваемого расплавленного металла, когда такой металл будет вытекать из форсунки 5k61 обратно в резервуар 5с. В одном из типичных вариантов осуществления каждая резервуарная форсунка 5k61 будет расположена в своем резервуаре вдали от центра камеры реакционной ячейки, а канавки донной футеровки 5b31b будут направлять обратный 20 поток расплавленного металла к бокам резервуара и, в порядке альтернативы, к обращенной к центру стороне резервуара. В еще одном из вариантов осуществления форсунки 5k61 пролегают над верхним краем резервуаров и футеровки 5b31b дна камеры реакционной ячейки таким образом, чтобы возвращающиеся потоки расплавленного металла не мешали впрыскиваемым потокам.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере часть патрубка ЭМ-насоса, в частности та, где расположены ЭМ-шины, будет с помощью электрических прерывателей, расположенных на входной и выпускной секциях патрубки 5k6 ЭМ-насоса, электрически изолирована для выполнения функции электрического прохода 30 сквозь стенку соответствующего резервуара, причем по меньшей мере поверхности, которые не будут изолированы электрическим прерывателем могут иметь электроизоляционное покрытие, например, выполненное из жаростойкой краски. Упомянутый электрический прерыватель может представлять собой прерыватель газопроводного типа, например, производства компании «MPF Products Inc.»; артикул № A0573-2-W <https://mpfpi.com/shop/uhv-breaks/10kv-u hv-breaks/a0573-1-w/>. В одном 35 из вариантов осуществления по меньшей мере одна пара электродов ЭМ-шины может быть закреплена и герметично зафиксирована на патрубке ЭМ-насоса с помощью обжимного фитинга, например, марки Swagelok.

В одном из вариантов осуществления ЭМ-насос по меньшей мере одного

резервуара будет оснащен одним электрическим прерывателем, включающим в себя разделитель или сепаратор для образования двух каналов, один из которых будет служить по меньшей мере частью впускного патрубка ЭМ-насоса, а другой – по меньшей мере частью впрыскивающего патрубка ЭМ-насоса. Упомянутый сепаратор может быть выполнен из электроизоляционного материала, например, керамики либо металла, покрытого электроизоляционным материалом. Сепаратор может быть соединен с такой конструкцией, как резервуар либо часть патрубка ЭМ-насоса, но только с одной стороны электрического прерывателя. Крепление может представлять собой удлинительную трубку к впрыскивавшему патрубку ЭМ-насоса. Типичные сепараторы будут состоять из керамического элемента, например, выполненного из оксида алюминия, соединенного с керамическим элементом электрического прерывателя, а также из металлической удлинительной трубки к впрыскивавшему патрубку ЭМ-насоса, которая будет покрыта электроизоляционным материалом, например, жаростойкой краской.

В одном из вариантов осуществления электрическая изоляция двух резервуаров не будет 100%-й, но достаточной для того, чтобы паразитный ток короткого замыкания между электродами сдвоенных резервуаров был в допустимых пределах, например менее 25% от общей силы тока, подаваемого на электроды 8 системы воспламенения, причем такой паразитный ток будет определяться относительным сопротивлением паразитного пути к пути тока воспламенения. Относительное сопротивление может в преимуществе своем определяться сопротивлением электродных проходов в патрубок ЭМ-насоса и резервуар, а также целостностью покрытия либо футеровки на внутренних поверхностях ЭМ-насоса, резервуара и камеры реакционной ячейки.

Верхней частью секции с перевернутой V-образной геометрией может выступать камера 5b31 реакционной ячейки. Полость 5b4 PV-окна, имеющая прямой отрезок, например, кубическая, прямоугольная, многоугольная либо полусферическая полость, может крепиться к верхней части камеры 5b31 реакционной ячейки с помощью фланцев 26d, расположенных на вершине камеры реакционной ячейки и PV-окна. Фланцевое соединение 26d (см. фигуру 8C) может быть уплотнено прокладкой, например, выполненной из вермикулита, графита, керамики, вермикулита, гальванически покрытого оловом, либо другой прокладкой, способной функционировать при высоких температурах и глубоком вакууме. Указанные фланцы и прокладка могут быть уплотнены болтами или хомутами. В одном из вариантов осуществления, показанном на фигуре 8D, упомянутая прокладка будет заменена термостойким клейким веществом, например, клейким веществом на основе диоксида циркония марки Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE, 940SS, 903 HP, 908 либо 904, покрытием на основе диоксида циркония, например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ , или марки Durabond, в частности, RK454. В одном из

вариантов осуществления фланец 26d камеры реакционной ячейки может быть выполнен из металла с керамическим покрытием, например, может быть фланцем из нержавеющей стали с алюмосиликатным покрытием, или же фланец такого соединения может покрытия не иметь.

5 В одном из вариантов осуществления упомянутое клейкое вещество может состоять из множества клейких веществ, например, предназначенного для металла, который наноситься на металлический фланец, и предназначенного для кварца либо керамики фланца PV-окна и наносимого на них. Типичное соединение на основе  
10 клейкого вещества будет состоять из клейкого вещества марки Durabond 954, наносимого на фланец из нержавеющей стали либо тантала, и клейкого вещества марки Resbond, наносимого на кварцевый фланец PV-окна, причем оба клейких вещества будут соединяться с образованием соединения на основе клейкого вещества 26d. В одном из альтернативных вариантов осуществления соединительная часть PV-  
15 окна, например, фланец, будет металлизирована с помощью средств, известных в данной области техники, а само металлизированное соединение будет припаяно, приварено либо приклеено к соответствующему фланцу камеры реакционной ячейки.

В одном из типичных вариантов осуществления PV-окно будет представлять собой кварцевую трубку с одним закрытым концом и другим открытым концом, например, кварцевую полость производства компании MТИ ([https://www.mtixtl.com/EQ-  
20 QTGE214.aspx](https://www.mtixtl.com/EQ-QTGE214.aspx)). Вместо того, чтобы иметь фланец, открытый конец полости может представлять собой прямую стенку (например, как в случае с цилиндрической полостью) либо прямые стенки, вставляемые в выемку либо раззенкованную канавку во фланце 26d камеры реакционной ячейки. В порядке альтернативы, стенка либо  
25 стенки PV-окна могут, плотно, изнутри либо снаружи, прилегая к фланцу камеры реакционной ячейки, образовывать упомянутое соединение. PV-окно 5b4 может быть герметично зафиксировано на фланце 26d камеры реакционной ячейки с помощью клея либо клейкого вещества, например, по меньшей мере одной из таких марок, как Resbond 940LE, 940HT и Resbond 904, либо другого, описываемого в настоящем изобретении, клейкого вещества.

30 Упомянутый металл может иметь низкий коэффициент теплового расширения либо содержать в себе компенсационные соединения, полости, отверстия либо другие конструкционные элементы полостей, необходимые для предотвращения чрезмерного расширения склеиваемой поверхности клеевого соединения во избежание нарушения герметичности. Фланец с перевернутой V-образной стороны может быть выполнен из  
35 инвара, ковара, супера или другого свариваемого с нержавеющей сталью металла, либо из вольфрама, молибдена или тантала, либо из сплавов, обладающих низким коэффициентом теплового расширения. Танталовый Фланец может быть методом диффузирования соединен с нержавеющей сталью с применением вставки,

выполненной из чистого никеля, железа либо чистой меди. Такой танталовый фланец может иметь удлинение, например, в виде цилиндра, который при соединении со  
сдвоенными резервуарами с функцией впрыска расплавленного металла, например,  
выполненными из нержавеющей стали, будет представлять собой по меньшей мере  
5 часть камеры 5b31 реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления камера реакционной ячейки может быть  
оборудована теплоизоляционной вставкой, расположенной внутри фланцевого  
соединения для снижения рабочей температуры такого соединения. Данная изоляция  
может быть выполнено из кварца, керамики, в частности, из SiC либо BN, из графита  
10 либо пиролитического графита. На графит, пиролитический графит либо BN может  
быть нанесено керамическое покрытие, например, из жаростойкой краски либо  
клеякого вещества на основе диоксида циркония марки Resbond 907GF, 940HT, 940LE,  
940HE, 940SS, 903 HP, 908 или 904, либо покрытие на основе оксида циркония,  
например, марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ . Камера  
15 реакционной ячейки может быть оборудована футеровкой, например выполненной из  
графита, пиролитического графита либо BN. На упомянутую футеровку может быть  
нанесено керамическое покрытие, например, из жаростойкой краски либо клеякого  
вещества на основе диоксида циркония марки Resbond 907GF, 940HT, 940LE, 940HE,  
940SS, 903 HP, 908 или 904, либо покрытие на основе оксида циркония, например,  
20 марки Aremco Ultra-Temp 516 с содержанием  $ZrO_2-ZrSiO_4$ . Такая футеровка может  
быть дополнительно оснащена изоляцией соединения. В одном из вариантов  
осуществления фланцевое соединение может представлять собой верхнюю часть  
футеровки, например, графитовой футеровки, приклеенной либо с помощью прокладки  
герметично прикрепленной к фланцу PV-окна, причем для создания герметичного  
25 уплотнения указанная футеровка может быть приклеена к верхней части камеры  
реакционной ячейки. Клей может состоять из одного или более клеев либо клейких  
веществ, описываемых в настоящем изобретении, или других подходящих клеев либо  
клейких веществ, известных в данной области техники.

В одном из вариантов осуществления упомянутая графитовая футеровка будет  
30 оснащена по меньшей мере одним электроизоляционным прерывателем,  
предназначенным для предотвращения короткого замыкания между электродами с  
функцией впрыска. Такие прерыватели могут представлять собой поперечные участки  
футеровки, соединенные вместе с помощью термостойкого электроизоляционного  
клеякого вещества, например, керамического, в частности, марки Resbond. В одном из  
35 вариантов осуществления электроизоляционное клейкое вещество может быть  
заменено электроизоляционными шайбами, например, кварцевыми либо  
керамическими, в частности, выполненными из изоляционного материала на основе  
алюмосиликатного волокна, BN, SiC, графита, муллита, кварца, кварцевого стекла,

оксида алюминия, диоксида циркония, оксида гафния и других материалов, описываемые в настоящем изобретении, а также материалов, известных специалистам в данной области техники. Для предотвращения короткого замыкания на указанную футеровку может быть нанесено керамическое покрытие, например, описываемое в  
5 настоящем изобретении. Для предотвращения затекания расплавленного металла за футеровку и электрического замыкания двух электродов с функцией впрыска к резервуарам и камере реакционной ячейки с помощью электроизоляционного клейкого вещества может дополнительно крепиться графитовая футеровка.

В другом из вариантов осуществления упомянутое соединение может быть  
10 оборудовано теплообменником, например, контуром водяного охлаждения, предназначенным для охлаждения соединения с целью снижения его рабочей температуры. Сам хладагент может охлаждаться с помощью второго теплообменника. Данный хладагент может рециркулироваться с помощью насоса. Более низкая рабочая температура может уменьшить любую разность в тепловом расширении сопрягаемых  
15 фланцев соединения между камерой реакционной камеры и PV-окном, которая может привести к выходу соединения из строя.

В одном из вариантов осуществления PV-окно будет вставлено в раззенкованный приемник, расположенный в верхней части камеры реакционной ячейки, дабы служить в качестве барьера для потока расплавленного металла из  
20 камеры реакционной ячейки. Данный приемник может выступать частью фланца камеры реакционной ячейки. В одном из типичных вариантов осуществления указанный приемник может быть шпунтового типа или типа перевернутой ступеньки. Внутренняя часть PV-окна может перекрывать собой внутреннюю часть фланца камеры реакционной ячейки. Указанный приемник может быть герметизирован  
25 набивкой, например, графитовой набивкой, либо клейким веществом, например, описываемым в настоящем изобретении.

В одном из варианте осуществления PV-окно будет представлять собой смотровое стекло, выдерживающее высокие температуры (например, от 1200°C до 2000°C), в частности, производства компании «Rayotek»  
30 (<https://rayoteksiightwindows.com/products/high-temp-sight-glass-windows.html#prettyPhoto>). Плоское окно марки Rayotek может быть заменено на кольцо из материала окна, например, кольцо из кварца либо сапфира, которое будет вмонтировано в его корпус. Камера PV-окна, например, выполненная из кварца либо сапфира, может быть сплавлена или склеена с кольцом из соответствующего  
35 материала. Данное окно может быть выполнено из пластин, сваренных в кубическую либо прямоугольную незамкнутую полость, которая открытой стороной будет присоединена к верхней части камеры реакционной ячейки. На металлические поверхности каждого корпуса окна может быть нанесено по меньшей мере одно из

таких веществ, как керамика, кварц, графит либо покрытие, например, керамическое, в частности, описываемое в настоящем изобретении. В еще одном из вариантов осуществления упомянутое окно может представлять собой полость, аналогичную по конструкции окну марки Rayotek, например, прямоугольную либо керамическую полость, в частности, показанную на фигуре 8С, причем корпус его будет приварен к верхней части камеры реакционной ячейки. К верхней части камеры реакционной ячейки данное окно может быть присоединено с помощью сварки, клея либо фланцевого соединения.

В одном из вариантов осуществления РV-окно будет оборудовано средством, например, зеркалом, в частности, дихроичным зеркалом либо фильтром, для отражения светового излучения со значениями длины волн, имеющими значительно более высокую энергию, чем ширина запрещенной зоны, к РV-элементам РV-преобразователя 26а. В одном из вариантов осуществления отражаемое таким образом световое излучение будет обладать энергией, находящейся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно на 10%-1000% выше, на 10%-500% выше и на 10%-100% выше. В еще одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки и РV-окно, может быть оборудован средством для преобразования энергии света с понижением частоты, например, люминофором.

Упомянутое соединение и РV-окно могут быть размещены в вакуумплотном корпусе, представляющем собой оконную камеру, например, вакуумную камеру, в которой будет дополнительно размещен РV-преобразователь. К верхней части камеры реакционной ячейки данный корпус может быть прикреплен с помощью крепежного элемента либо соединения. Крепление либо соединение может быть выполнено в виде сварного шва. В корпусе могут присутствовать отверстия для вакуумного трубопровода, ведущего к вакуумному насосу, а также для электрических линий и линий охлаждения РV-преобразователя. Примерно одинаковое давление может поддерживаться с обеих сторон окна (вентиляционного отверстия) посредством регулирования работы вакуумных насосов камеры окна и камеры реакционной ячейки. В одном из вариантах осуществления для обеспечения прижатия окна к верхней части камеры реакционной ячейки на основании либо фланце окна в камере окна может поддерживаться избыточное давление по сравнению с камерой реакционной ячейки. В порядке альтернативы, вакуумные трубопроводы окна и камеры реакционной ячейки могут быть соединены, а затем подсоединены к единому вакуумному насосу. В еще одном из вариантов осуществления уплотнение окна может быть негерметичным, чтобы позволять давлению уравниваться с обеих сторон окна. Вакуумплотный корпус может иметь герметизируемое вакуумом отверстие, например, фланцевое отверстие, запорный клапан либо дверцу. В другом из вариантов осуществления

камеры окна и реакционной камеры могут быть оборудованы патрубком, например, газовым трубопроводом, соединяющим две камеры, дабы между двумя соединенными камерами могло динамически выравниваться давление газа.

5 В одном из вариантов осуществления, показанном на фигурах 8F-8L и 13, устройство марки SunCell будет оборудовано сдвоенными форсунками 5k61 для впрыска расплавленного металла, каждая из которых будет расположена в резервуаре 5с, причем каждая из них будет служить токонесущим электродом системы воспламенения. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере одна из сдвоенных форсунок 5k61 для впрыска расплавленного металла может представлять собой множество, включающее в себя по меньшей мере одну из форсунок 5k61 либо 10 один из раструбов 5q на каждый из соответствующих резервуаров 5с. По меньшей мере одна из сдвоенных форсунок 5k61 для впрыска расплавленного металла, что расположена в резервуаре 5с, может быть дополнительно оборудована электрическим прерывателем 913, который может быть оснащен теплоизоляционной футеровкой и 15 фланцем 914 электрического прерывателя. Устройство марки SunCell может быть дополнительно оснащено резервуарными фланцами 915. Каждая из сдвоенных форсунок 5k61 для впрыска расплавленного металла, расположенных в резервуаре 5с, может быть дополнительно оборудована ЭМ-насосным агрегатом 5kk, патрубком 5k6 ЭМ-насоса, ЭМ-шинами 5k2, магнитами 5k4 ЭМ-насоса и впускной вертикальной 20 трубкой 5qa. Устройство марки SunCell может быть дополнительно оборудовано вакуумным трубопроводом 711, соединенным с вакуумным насосом, который может быть оснащен ситом либо фильтром, предназначенным для удаления по меньшей мере одного из таких веществ, как расплавленный металл, например, олово, галлий либо серебро, и соответствующие оксиды. Для очистки указанного сита вакуумного 25 трубопровода от налипшего материала, например, по меньшей мере одного из таких веществ, как оксид металла и металл, вакуумный трубопровод 711 может быть оснащен устройством для обратной промывки газовой струей, например, по меньшей мере одним газовым раструбом, расположенным на насосной стороне вакуумного сита и предназначенным для импульсной подачи газовой струи, в частности, струи аргона, 30 сквозь сито с целью выдуть налипший материал обратно в камеру 5b31 реакционной ячейки.

Устройство марки SunCell может быть дополнительно оборудовано разрядной ячейкой 900, камерой 5b31 реакционной ячейки, верхними фланцами 26e, которые могут быть выполнены в виде сплошных пластин либо фланцев внутреннего PV-окна, 35 камерой 916 PV-окна, внутренним PV-окном 5ab4, основанием для внутреннего PV-окна 26e1 и внешним PV-окном 5b4. Внутреннее PV-окно 5ab4 может быть полугерметичным (например, непроницаемым для расплавленного металла, но не обязательно непроницаемым для вакуума), причем вакуумное уплотнение будет

обеспечиваться фланцем 26d PV-окна, фланцем 26e внутреннего PV-окна, вакуумплотным корпусом либо камерой 916, в которую будет помещено полугерметичное окно 5ab4, соединяемое с опорой 26e1, расположенной в верхней части камеры 5b31 реакционной ячейки. В одном из типичных варианте  
5 осуществления окно 5ab4 может представлять собой окно марки Rayotek, оборудованное прокладкой, уплотняющей его корпус, который непроницаемостью для вакуума не обладает. В порядке альтернативы, типичное окно 5ab4 может представлять собой окно, выполненное в виде плоской пластины либо полости и зажатое, приклеенное либо прикрепленное с помощью прокладочного соединения  
10 либо штуцера к опоре, расположенной в верхней части камеры 5b31 реакционной ячейки, например, к фланцевой опоре 26e1 внутреннего PV-окна. Типичными зажимами выступают С-образные зажимы, расположенные между опорой 26e1 и окном 5ab4. Внутреннее PV-окно 5ab4 может быть соединено с фланцевой опорой 26e1 внутреннего PV-окна методом потайного крепления. По меньшей мере один из  
15 таких элементов, как фланцы 914 электрического прерывателя, фланцы 915 резервуаров, фланцы 26e внутреннего PV-окна и фланцы 26d PV-окна, может обеспечивать доступ во внутреннюю часть по меньшей мере одного из таких элементов, как резервуары 5с, камера 5b31 реакционной ячейки и внутреннее PV-окно 5ab4.

20 В одном из вариантов осуществления, показанном на фигурах 8J-8L и 13, внешнее PV-окно 5b4 может быть оборудовано фланцем 26d PV-окна, герметизированным прокладкой и крепежными элементами 26d1. В одном из типичных вариантов осуществления PV-окно будет выполнено из кварцевого стекла, кварца, сапфира либо оксинитрида алюминия в форме полукупола с прецизионно  
25 фрезерованным либо нахлесточным фланцем из того же материала, что и окно, причем само окно может быть уплотнено с помощью прокладки, выполненной из графойла, вермикулита либо керамического волокна, расположенного поверх фланца металлического кольца и хомутов 26d1. Купол 5b4 PV-окна может быть  
30 дополнительно уплотнен с помощью клейкого вещества, например, марки Resbond 940SS.

В одном из вариантов осуществления PV-уплотнение будет состоять из конструкции, прикрепленной к основанию окна, и клейкого вещества, приклеивающегося к основанию, конструкции и PV-окну. В одном из вариантов  
35 осуществления фланец, к которому будет крепиться PV-окно, будет представлять собой крепежную либо анкерную конструкцию, где будут присутствовать выступающие элементы, например, металлические винты, стержни либо сетка, которые будут заключены в клейкое вещество, например, марки Resbond 940SS либо другое, описываемое в настоящем изобретении, вещество, причем такое клейкое

вещество будет дополнительно приклеивать PV-окно к упомянутой крепежной либо анкерной конструкцией и основанию. В одном из типичных вариантов осуществления крепежная либо анкерная конструкция будет представлять собой сетку либо сито из нержавеющей стали, приваренные к основанию для внутреннего PV-окна 26e1, причем  
5 такие сетку либо сито будет покрывать собой элемент марки Resbond 940SS, Resbond 903HP либо Resbond 908HP, плотно соединяя их при этом с основанием, а также дополнительно приклеиваясь к внутреннему PV-окну 5ab4, например, окну, выполненному из кварцевого стекла, либо другому, описываемому в настоящем изобретении, окну.

10 В одном из вариантов осуществления, в котором в качестве расплавленного металла будет использоваться олово, устройство марки SunCell будет оборудовано средством, предназначенным для предотвращения затемнения по меньшей мере одного из таких элементов, как PV-окна 5b4 и 5ab4 (см. фигуры 8F-8L), по меньшей мере  
15 одним из таких веществ, как металлическое олово либо оксид олова. В одном из вариантов осуществления PV-окно будет оборудовано средством, например, регулятором температуры окна, предназначенным для поддержания температуры PV-окна выше температуры плавления по меньшей мере одного из таких веществ, как олово (т.пл. 232 °C) и оксид олова, например, SnO (п.пл. 1080 °C) и SnO<sub>2</sub> (т.пл. 1630 °C). Указанный регулятор температуры окна может быть оборудован по меньшей мере  
20 одним из таких элементов, как нагреватель либо охладитель, датчик температуры и контроллер, необходимый для поддержания необходимой температуры PV-окна, например, по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как от 200 °C до 2500 °C, от 232 °C до 2000 °C, от 232 °C до 1800 °C и от 232 °C до 1650 °C. Упомянутый нагреватель либо охладитель может быть оборудован источником подаваемого на окно  
25 потока нагретого либо охлажденного воздуха. В последнем случае нагрев PV-окна может осуществлять с помощью плазмы гидрино. В еще одном из вариантов осуществления PV-окно может очищаться от оксида олова с применением метода восстановления водородом. Восстанавливающим водородным реагентом может выступать газообразный водород, поступающий в камеру реакционной ячейки, причем  
30 для обеспечения процесса восстановления давление водорода будет регулироваться с помощью источника водорода, регулятора потока, манометра и расходомера, трубопровода и компьютеризированной системы управления. Для обеспечения условий, термодинамически благоприятных для восстановления оксида олова водородом, может регулироваться по меньшей мере один из таких параметров, как  
35 давление водорода и температура PV-окна. Давление водорода может находиться в диапазоне от 1 мТорр до 10 атм. Температура PV-окна может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как от 100°C до 2500°C, от 232°C до 2000°C, от 232°C до 1800°C и от 232°C до 1650°C. Для оптимизации скорости прохождения

реакции с образованием гидрино реакция с участием водорода может периодически проходить при давлении водорода, отличном от необходимого. PV-окно может очищаться с помощью плазмы реакции с образованием гидрино. PV-окно можно очищаться путем впрыска расплавленного олова на поверхность окна. Впрыск может производиться с ЭМ-насосами-форсунками либо независимыми ЭМ-насосами. ЭМ-насос либо ЭМ-насосы, осуществляющие очистку окна, могут быть оборудованы растровой форсункой с растровым механизмом, выполняющим сканирование впрыска по поверхности окна. Указанный растровый механизм может быть оборудован исполнительным механизмом, например, механическим, электромагнитным исполнительным механизмом, исполнительным механизмом в виде винтового подъемника, шагового электродвигателя, линейного электродвигателя, тепловым, электрическим, пневматическим, гидравлическим, магнитным, соленоидным, пьезоэлектрическим исполнительным механизмом, исполнительным механизмом на основе полимера с эффектом памяти, фотополимерным исполнительным механизмом либо другим исполнительным механизмом, известным в данной области техники, предназначенным для перемещения либо смены направления впрыскиваемого потока расплавленного металла. В еще одном из вариантов осуществления упомянутое окно может состоять из по меньшей мере одного из таких элементов, как покрытие, препятствующее налипанию оксида олова, например, углеродное покрытие, вращающееся окно, механический скребок и газоструйный орган, в частности, описываемые в настоящем изобретении.

В одном из типичных вариантов осуществления PV-окно, например, по меньшей мере одно из окон 5a<sub>b</sub>4 и 5b<sub>4</sub>, будет очищаться посредством впрыска на внутреннюю поверхность расплавленного металла из по меньшей мере одного раструба с множеством выпускных отверстий либо просветов, в частности, одного – для впрыска олова в противоположный поток и другого – для впрыска олова на PV-окно для его очистки от засорения, например, оксидом металла и металлом. Нагнетаемый на окно расплавленный металл может также обеспечивать дополнительное охлаждение, а в некоторых вариантах осуществления он может предотвращать либо ограничивать деформации конструкции окна, сопряженные с перегревом, (например, коробление, растрескивание, снижение прозрачности) либо риск возникновения любых сопряженных с перегревом деформаций конструкции (например, коробления, растрескивания). В одном из вариантов осуществления в связи с потерей тепла излучением упомянутое окно будет поддерживать постоянную температуру на уровне его рабочей температуры абсолютно черного тела, уравнивающей мощность оптического излучения с мощностью теплового излучения, поглощаемой для его нагрева.

В одном из вариантов осуществления размер отверстия каждого раструба будет выбираться таким образом, чтобы скорость извергаемого потока не допускала кавитации ЭМ-насоса, которая может приводить к нестабильной работе либо сбою в работе насоса. Диаметр отверстия может быть выбран таким образом, чтобы он  
5 обеспечивал некоторое противодействие, необходимое для предотвращения кавитации либо нестабильной работы при перекачивании. В одном из вариантов осуществления скорость впрыскиваемого потока расплавленного металла может быть настолько высокой, чтобы пересечение потоков вызывало попадание брызг расплавленного металла на PV-окно для выполнения по меньшей мере одной из таких функций, как его  
10 очистка и его охлаждение.

В одном из вариантов осуществления каждый патрубок 5k61 ЭМ-форсунки будет оборудован конструктивной опорной скобой, крепящейся к соответствующей стенке резервуара в точке ниже электрического прерывателя резервуара, оборудованного электрическим прерывателем, причем в резервуаре без электрического  
15 прерывателя положение скобы может быть выбрано произвольно. В одном из типичных вариантов осуществления скоба может быть оснащена блоком керамической изоляции, например, выполненным из керамики марки BN либо Masog, с отверстиями, предназначенными для впускного патрубка ЭМ-насоса и патрубка 5k61 ЭМ-форсунки. В порядке альтернативы, скоба может иметь множество ввинчиваемых в стенку  
20 резервуара болтов, длина которых может регулироваться индивидуально с целью фиксации патрубка 5k61 ЭМ-форсунки в необходимом положении, например, в положении, при котором достигается пересечение двух потоков расплавленного металла, вызывающее воспламенение плазмы.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell®, например,  
25 оснащенное сдвоенными форсунками для впрыска расплавленного металла, будет оборудовано механизмом выравнивания форсунок либо выравнивающим приспособлением, например, исполнительным механизмом, в частности, механическим, электромагнитным исполнительным механизмом, исполнительным механизмом в виде винтового подъемника, шагового электродвигателя, линейного  
30 электродвигателя, тепловым, электрическим, пневматическим, гидравлическим, магнитным, соленоидным, пьезоэлектрическим исполнительным механизмом, исполнительным механизмом на основе полимера с эффектом памяти, фотополимерным исполнительным механизмом либо другим исполнительным механизмом, известным в данной области техники, предназначенным для перемещения  
35 либо вращения по меньшей мере одного из таких элементов, как раструб 5q, форсунка 5k61, резервуар 5c, ЭМ насосный агрегат 914a прерывательного резервуара (см. фигуру 8G) и ЭМ насосный агрегат 5kk. Указанное выравнивающее приспособление может приводить к тому, что соответствующий поток расплавленного металла,

впрыскиваемый из выравниваемого раструба, будет смещаться в нужном направлении с достижением совмещения с противоположным потоком, впрыскиваемым противоположной форсункой, в результате чего будет происходить пересечение таких потоков расплавленного металла. Выравнивающее приспособление может быть  
5 оборудовано датчиком, например, датчиком тока либо напряжения воспламенения, а также регулятором, например, компьютеризированной системой управления, предназначенными для автоматического выравнивания выравниваемой форсунки с целью поддержания пересечения потоков. Выравнивающее приспособление может быть оборудовано механической сцепкой, например, зубчатой системой,  
10 предназначенной для вращения раструба 5q с целью достижения совмещения, причем указанный раструб может иметь несимметричное отверстие. Выравнивающее приспособление может быть оборудовано по меньшей мере одной механической управляющей тягой, соединенной с форсункой 5k61 либо раструбом 5q и осуществляющей механическое перемещение форсунки 5k61 либо раструба 5q.  
15 Указанная тяга может проникать по трубопроводу в резервуар 5с к приводному механизму, причем по меньшей мере один из таких элементов, как трубопровод и привод, будет герметично уплотнен. Указанный приводной механизм может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как резьбовое кольцо тяги и приспособление для вращения тяги, а также пневматическим, гидравлическим и  
20 пьезоэлектрическим исполнительным механизмом либо другим исполнительным механизмом, описываемым в настоящем изобретении, предназначенным для толкания или вытягивания тяги.

В еще одном из вариантов осуществления устройства марки SunCell, оборудованного сдвоенными форсунками для впрыска расплавленного металла, ЭМ  
25 насосный агрегат 5kk может быть размещен на скользящем столе 409с (см. фигуры 8В-Г и 13), опоры которого будут установлены и выровнены по соответствующим наклонным ЭМ насосным агрегатам 5kk и резервуарам 5с. Опорные элементы 409k устройства марки SunCell могут быть выполнены в виде талрепов, которые могут выставляться на любую высоту и фиксироваться контргайками. Опорные элементы  
30 409k могут быть электрически изолированы от скользящего стола 409с с помощью электроизоляционных элементов, например, керамических шайб. Такие шайбы могут быть расположены в основании опорных элементов 409k. Устройство марки SunCell может быть оборудовано электрическим прерывателем 913 (см. фигуры 8G-8L и 13), электрически изолирующим ЭМ насосный агрегат 914а прерывателя от камеры 5b31  
35 реакционной ячейки, секции резервуара, расположенной выше прерывателя, противоположного резервуара 5с и ЭМ насосного агрегата 915а резервуара. По меньшей мере один из таких элементов, как камера 5b31 реакционной ячейки, секция резервуара, расположенная выше прерывателя, противоположный резервуар 5с и ЭМ

насосный агрегат 915а резервуара, может иметь по меньшей мере одну из таких особенностей, как дополнительные опоры и жесткое крепление к скользящему столу 409с независимо от опорного элемента ЭМ насосного агрегата 914а прерывателя. Типичным жестким опорным элементом с каждой стороны камеры реакционной ячейки будет выступать опора 918 камеры реакционной ячейки, показанная на фигурах 8H-8L и 13. В одном из вариантов осуществления опора 918 может быть оборудована регулятором давления, например, деформируемой втулкой либо пружиной 922, расположенным на конце основания 409с для поддержания необходимого опорного давления при сжатии и расширении компонентов устройства марки SunCell.

5 Резервуар, оборудованный электрическим прерывателем 913, может быть дополнительно оснащен гибкой резервуарной секцией, например, привариваемым либо соединяемым с помощью фланца сильфоном 917 (например, марки <https://www.mcmaster.com/bellows/expansion-joints-with-butt-weld-ends/> или <https://www.mcmaster.com/bellows/expansion-joints-with-butt-weld-ends/> или <https://www.mcmaster.com/bellows/high-temperature-all-metal-expansion-joints-with-flanged-ends/>) либо шлангом в оплетке (например, марки <https://www.mcmaster.com/bellows/extreme-temperature-air-and-steam-hose-with-male-threaded-fittings/>). Упомянутая гибкая секция может быть выполнена из такого материала, как, например, тантал, либо может иметь покрытие, например, выполненное из жаростойкой краски, хрома, карбида хрома, оксида алюминия, тантала, TiN, либо иное, описываемое в настоящем изобретении, покрытие, защищающее такую гибкую секцию, например, выполненную в виде сильфона, от образования сплава с расплавленным металлом. Гибкая секция может быть оснащена футеровкой, например, теплоизоляционным элементом, в частности, выполненным из BN, Масог, кварца, оксида алюминия, диоксида циркония либо другого, описываемого в настоящем изобретении, материала, которая будет предназначена для защиты такой гибкой секции от перегрева. Футеровкой может выступать секционный, сегментированный либо ослабленный фиттинг, предназначенный для обеспечения гибкости. Гибкая секция 917 может быть подсоединена выше либо ниже

10 электрического прерывателя 913. Упомянутое выравнивающее приспособление может быть оборудовано по меньшей мере одной системой наклона, предназначенной для избирательного наклона цилиндрической оси сильфона за счет сжатия одной стороны и расширения противоположной стороны гибкой секции. Система наклона может быть оборудована средством удлинения либо сокращения длины опорных элементов

15 409к ЭМ насосного агрегата 914а прерывателя, приводящего к изменению направления соответствующих впрыскивающего патрубка 5k61 ЭМ-насоса и раструба 5q. В одном из вариантов осуществления система наклона будет оборудована множеством регулируемых по длине опорных элементов 409к, позволяющих выполнять

выравнивание во множестве, причем как азимутальных, так и вертикальных, направлений. Система наклона выравнивающего приспособления может быть оборудована исполнительным механизмом, например, механическим исполнительным механизмом, исполнительным механизмом в виде винтового подъемника, шагового электродвигателя, линейного электродвигателя, тепловым, электрическим, пневматическим, гидравлическим, магнитным, соленоидным, пьезоэлектрическим исполнительным механизмом, исполнительным механизмом на основе полимера с эффектом памяти, фотополимерным исполнительным механизмом либо другим исполнительным механизмом, известным в данной области техники, предназначенным для регулирования длины опорных элементов 409k. В одном из типичных вариантов осуществления выравнивающее приспособление будет состоять из (i) сальфона, например, приваренного встык к прерывателю 913 либо фланцу 914 прерывателя на одном конце и приваренного встык к резервуару 5с на другом конце, (ii) четырех опорных элементов 409k для талрепов, электрически изолированных от скользящего стола 409с с помощью расположенных в их основаниях керамических шайб, а также (iii) механического средства вращения каждого талрепа с целью обеспечения регулировки положения раструбов за счет регулировки длины талрепов, причем камера 5b31 реакционной ячейки и резервуар 5с без электрического прерывателя будут оснащены жесткими опорными элементами, обеспечивающими независимое движение ЭМ насосного агрегата 914а прерывателя. Типичным жестким опорным элементом будет выступать опора 918 камеры реакционной ячейки, показанная на фигурах 8H-8L и 13. Механическое средство вращения каждого из талрепов может представлять собой фиксированную шестерню на каждом из талрепов, каждый из которых будет иметь сопрягаемую шестерню и двигатель, например, серводвигатель, предназначенный для вращения такой сопрягаемой шестерни, которое будет приводить к изменению длины талрепа. Управление таким вращением может осуществлять компьютеризированная система управления, в которую с соответствующих датчиков будут поступать данные о силе тока и напряжении воспламенения. В порядке альтернативы, выравнивающее приспособление будет оборудовано системой наклона, оснащенной по меньшей мере одним исполнительным механизмом, например, описываемым в настоящем изобретении, предназначенным для изменения длины одного или более из опорных элементов 409k с целью выполнения выравнивания.

В еще одном из вариантов осуществления выравнивающее приспособление будет оборудовано гибкой секцией, например, сальфоном, которая будет расположена в резервуаре 5с между камерой 5b31 реакционной ячейки и ЭМ насосным агрегатом 915а резервуара, а также системой наклона, предназначенной для избирательного наклона цилиндрической оси сальфона за счет сжатия одной стороны и удлинения противоположной стороны сальфона, причем по меньшей мере один из таких

элементов, как камера 5b31 реакционной ячейки, резервуарная секция 5с, расположенная над сиффоном, противоположный резервуар 5с и ЭМ насосный агрегат 914а прерывателя, может иметь по меньшей мере одну из таких особенностей, как дополнительные опоры и жесткое крепление к скользящему столу 409с, для обеспечения независимого перемещения под сиффоном ЭМ насосного агрегата 915а резервуара. Типичным жестким опорным элементом будет выступать опора 918 камеры реакционной ячейки, показанная на фигурах 8Н-8L и 13. Система наклона может быть оборудована по меньшей мере одним опорным элементом 409к, регулируемая длина которого позволяет выполнять наклон сиффона, обеспечивая тем самым выравнивание. Типичной системой наклона выступает исполнительный механизм, например, описываемый в настоящем изобретении, обеспечивающий регулировку длины для достижения эффекта выравнивания.

В одном из альтернативных вариантов осуществления выравнивающее приспособление будет оборудовано гибкой секцией, например, сиффоном 917, и стяжной системой наклона, причем наклон сиффона системой наклона будет обеспечиваться за счет стягивания одной стороны сиффона, а не сжатия и удлинения противоположной стороны сиффона. Типичная стяжная система наклона, показанная на фигурах 8Н-8L и 13, будет оборудована гибкой секцией, например, сиффоном 917, и стяжным либо зажимным устройством, которое может охватывать собой сиффон 917 вдоль его цилиндрической оси и крепиться к сиффону на противоположных концах. Типичная стяжная система наклона будет оборудована рамой 920, расположенной на конце сиффона, оснащенного электрическим прерывателем, и подвижной рамой 920а, расположенной на противоположном конце, а также множеством стяжных элементов, например, винтов 921, расположенных по всей поверхности рам, причем стягивание или укорочение винта 921 приводит к стягиванию или укорачиванию сиффона со стороны укорачиваемого винта и к его удлинению с противоположной стороны с удлинением соответствующих винтов 921. Упомянутый стяжной элемент может быть оборудован исполнительным механизмом, в частности, описываемым в настоящем изобретении. Этот исполнительный механизм может крепиться к внешней части сиффона, а внутренняя часть может выполнять функцию секции соответствующего резервуара 5с.

В одном из вариантов осуществления выравнивающее приспособление будет состоять из гибкой секции впрыскивающего патрубка 5к61 ЭМ-насоса, например, сиффона, и системы наклона впрыскивающего патрубка 5к61 ЭМ-насоса. Система наклона может быть оборудована сцепкой, например, механической сцепкой, а также системой, приводящей в движение такую сцепку, например, механическим исполнительным механизмом, исполнительным механизмом в виде винтового подъемника, шагового электродвигателя, линейного электродвигателя, тепловым,

электрическим, пневматическим, гидравлическим, магнитным, соленоидным, пьезоэлектрическим исполнительным механизмом, исполнительным механизмом на основе полимера с эффектом памяти, фотополимерным исполнительным механизмом либо другим исполнительным механизмом, известным в данной области техники, предназначенным для приведения сцепки в движение.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как резервуар, электрический прерыватель и сильфон, может быть выполнен из материала с магнитными свойствами, например, материала, обладающего высокой температурой Кюри, в частности, из стали (температура Кюри:  $770^{\circ}\text{C}$ ). Такой обладающий магнитными свойствами материал, например, сталь, может выполнять функцию магнитной цепи, улавливающей магнитный поток тока воспламенения, а также магнитный поток, вызываемый вихревыми потоками в резервуаре либо экранирующими токами, причем такое улавливание потока предотвращает нестабильность, вызываемую магнитным эффектом самостягивания разряда в потоке расплавленного металла. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как резервуар, электрический прерыватель и сильфон, может иметь плакировку, втулку либо крышку, выполненную из материала с магнитными свойствами, например, из магнитной стали. В еще одном из вариантов осуществления, по меньшей мере один из таких элементов, как резервуар, электрический прерыватель и сильфон, может быть выполнен из электроизоляционного материала либо материала с низкой либо нулевой электропроводностью, позволяющего предотвратить образование вихревых токов либо экранирующих токов и соответствующего магнитного потока, который может нарушать процесс впрыска расплавленного металла ЭМ-насосами.

В одном из вариантов осуществления во избежание взаимного лоренцевского отклонения каждый из раструбов 5q будет оборудован выпускным просветом, например, расположенным на противоположных сторонах, которые будут предназначены для создания потоков, образующих собой примерно прямую горизонтальную линию либо линейно связанный поток расплавленного металла. В одном из вариантов осуществления во избежание взаимного лоренцевского отклонения каждый впрыскивающий патрубок ЭМ-насосов 5k61 может быть оборудован секцией, наклоняющей противоположные раструбы для создания примерно линейно связанного потока.

В одном из вариантов осуществления, показанном на фигуре 8L, раструб 5q будет иметь отверстие, расположенное примерно по центру на конце впрыскивающей секции патрубка 5k61 ЭМ-насоса, дабы соответствующий поток расплавленного металла выбрасывался параллельно впрыскивающей секции патрубка 5k61 ЭМ-насоса. В одном из вариантов осуществления каждый впрыскивающий патрубок может быть

оборудован множеством (например, двумя, тремя, четырьмя) раструбами 5q, а/либо каждый резервуар 5с может сообщаться по текучей среде с множеством впрыскивающих патрубков 5k61. Высота впрыскивающей секции патрубка 5k61 ЭМ-насоса в резервуаре 5с может быть отрегулирована таким образом, чтобы раструб, находясь внутри резервуара, защищал его от повреждения вследствие воздействия присутствующей в камере 5b31 реакционной ячейки более интенсивной плазмы. В одном из вариантов осуществления упомянутый раструб может быть погружен в ванну с расплавленным металлом резервуара. Резервуары и соответствующие впрыскивающие секции патрубков 5k61 ЭМ-насосов двух таких форсунок и раструбов устройства марки SunCell со сдвоенными форсунками могут располагаться под углом друг к другу, дабы выбрасываемые потоки расплавленного металла двигались по траекториям 941, пересекающимся в камере 5b31 реакционной камеры. Резервуары 5с могут образовывать перевернутую букву V, соединенную с камерой 5b31 реакционной ячейки и PV-окнами 5ab4 и 5b4. Угол между резервуарами, выступающими сторонами перевернутой буквы V, может находиться в диапазоне примерно от 1° до 179°.

Область, в которой резервуары 5с соединяются с камерой 5b31 реакционной ячейки, может быть оборудован теплоотводом, предназначенным для предотвращения перегрева этой зоны. Теплоотводом может выступать утолщение стенок по меньшей мере одного из таких элементов, как резервуары и дно камеры реакционной ячейки.

Теплоотвод может быть выполнен в виде металлической втулки, расположенной вокруг внешних верхних частей резервуаров. Типичные теплоотводы будут выполнены из нержавеющей стали либо меди.

В одном из вариантов осуществления для дополнительного предотвращения перегрева верхней секции резервуаров камера 5b31 реакционной ячейки может служить приемником для вставки. Вставка может состоять из футеровки 5b31b дна камеры реакционной ячейки и секций резервуаров 5с, соединенных с камерой 5b31 реакционной ячейки. Вставка может быть выполнена из тугоплавкого материала, например, по меньшей мере одного из таких материалов, как керамика, графит, кварц, тугоплавкий металл, в частности, вольфрам, и другой тугоплавкий материал, описываемый в настоящем изобретении либо известный в данной области техники.

Вставка может представлять собой композитное соединение материалов. Вставка может состоять из множества частей, которые могут быть скреплены вместе. Крепежным элементом может выступать клей, пайка, сварка, болты, винты, зажимы либо другой крепежный элемент, описываемый в настоящем изобретении или известный в данной области техники. В случае со склеиваемыми графитовыми деталями типичным клеем будет выступать клей марки Graphitic Bond 551RN производства компании Aremco Products. Упомянутые резервуары могут быть оборудованы металлическими патрубками с любой необходимой геометрией

поперечного сечения (например, круглой, квадратной либо прямоугольной), которые будут крепиться по меньшей мере к одному из таких элементов, как основание камеры реакционной ячейки и другому из них. Соответствующим крепежным элемент могут выступать сварные швы. Упомянутым металлом может выступать нержавеющая сталь либо другой, описываемый в настоящем изобретении, материал. В случае, когда 5 указанные патрубки будут частично скреплены друг с другом (например, как показано на фигурах 8А и 8В, за исключением того, что вершина будет срезана в поперечном сечении и соединена с по меньшей мере одним из таких элементов, как камера 5b31 реакционной ячейки и PV-окно либо камера PV-окна), для поддержания электрической 10 изоляции электродов расплавленного металла с функцией впрыска крепежные элементы, например, сварные швы, могут быть расположены над электрическим прерывателем 913 каждого резервуара. Упомянутая вставка может представлять собой футеровку резервуара. В одном из типичных вариантов осуществления вставка будет представлять собой толстую футеровку из графитового блока, которая будет вставлена 15 в камеру реакционной ячейки на уровне дна для образования футеровки 5b31b дна реакционной ячейки, причем указанный блок будет оборудован двумя патрубками, врезанными в сам графитовый блок, имеющий диаметр резервуаров и расположенный под углом к вертикали с целью совмещения с выполненными из нержавеющей стали резервуарными патрубками примерно с таким же размером поперечного сечения, 20 которые будут прикреплены либо к основанию камеры реакционной ячейки, либо друг к другу выше электрического прерывателя 913 каждого из резервуаров. Указанный угол может находиться в диапазоне примерно от 5° до 85° к вертикали. Толщина блока может находиться в диапазоне примерно от 1 мм до 100 мм. В одном из вариантов осуществления стенки камеры реакционной ячейки будут сходиться либо 25 сужаться в направлении PV-окна для увеличения плотности тока плазмы и мощности реакции с образованием гидрино. Сужающаяся камера реакционной ячейки может быть соединена с по меньшей мере одним из таких элементов, как PV-окно и камера PV-окна, описываемые в настоящем изобретении. Сужающаяся плазма может приводить к увеличению давления газа, необходимому для образования потока плазмы 30 в область PV-окон 5ab4 и 5b4 либо камеры 916 PV-окна, увеличивающего передачу мощности оптического излучения на PV-преобразователь 26a.

В одном из вариантов осуществления будет наблюдаться интенсивное плазменное и световое излучение из всего объема камеры реакционной ячейки, а также из области раструбов резервуаров, однако плотность тока в области расположенных в 35 резервуарах раструбов будет наибольшей ввиду относительно небольшой площади поперечного сечения резервуаров и раструбов по сравнению с камерой реакционной ячейки. Мощность реакции с образованием гидрино нелинейно возрастает с увеличением силы тока, но в одном из вариантов осуществления устанавливаются

ограничения по диффузии реагентов гидрино. В одном из вариантов осуществления отверстие для впуска потока реагентов гидрино, например, по меньшей мере одного из таких веществ, как водород, кислород и  $H_2O$ , будет расположено таким образом, чтобы установить диффузионное ограничение в области раструба с целью ограничить

5 вырабатываемую в ней мощность и, следовательно, предотвратить расплавление раструбов.

В одном из вариантов осуществления раструбы 5q будут ориентированы в направлении впрыскивающего патрубка ЭМ-насоса, дополнительно оборудованного увеличенной по высоте камерой 5b31 реакционной ячейки, позволяющей потокам

10 расплавленного металла пересекаться внутри камеры 5b31 реакционной ячейки, которая может дополнительно включать в себя по меньшей мере часть любой полости, образуемой PV-окном 5b4. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки и PV-окно, может иметь геометрическую форму, включающую в себя вертикальную часть перевернутой буквы

15 Y. Данная секция может иметь любую необходимую геометрическую форму горизонтального поперечного сечения, например, круга либо квадрата. Камера реакционной ячейки может быть оборудована футеровкой 5b31a, например, выполненной из по меньшей мере одного из таких веществ, как графит и W. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере часть одной либо более боковых стенок

20 камеры 5b31 реакционной ячейки может быть оборудована PV-окном. В одном из типичных вариантов осуществления, показанном на фигурах 8C-8D и 8L, PV-окно может представлять собой прозрачную прямоугольную либо кубическую камеру, например, выполненную из кварца либо сапфир, которая будет соединена с камерой 5b31 реакционной ячейки штуцером, например, выполненным в виде нахлесточного

25 кварцевого либо сапфирового фланца, сопрягаемого с соответствующим металлическим фланцем. В еще одном из типичных вариантов осуществления соответствующая PV-камера, образуемая PV-окном (PV-окнами), может включать в себя камеру 5b31 реакционной ячейки, показанную на фигуре 8L, причем упомянутый штуцер будет расположен в основании, где резервуары будут соединяться с камерой

30 реакционной ячейки. Штуцер может быть уплотнен с помощью прокладки, например, графитовой прокладки, с хомутами либо с помощью клея или клейкого вещества. В одном из альтернативных вариантов осуществления прямоугольная либо кубическая камера может быть оборудована рамой с выполненными из кварца либо сапфира оконными панелями, которые будут уплотнены с помощью прокладок либо приклеены

35 или прицеплены к раме, например, металлической раме. В любом из вариантов осуществления упомянутые клей либо клейкое вещество могут представлять собой клей либо клейкое вещество, описываемые в настоящем изобретении, например, по меньшей мере одной из таких марок, как Resbond 940SS, 989, 905, 940LE и 907. Клейкое

вещество может представлять собой композитное соединение, например, множество слоев, обеспечивающих сцепление с рамой и сцепление с окном соответствующих слоев различных клейких веществ. В одном из вариантов осуществления упомянутые основание или рама могут быть оборудованы анкерным элементом, например, 5 металлическим экраном, приваренным либо припаянным к основанию или раме, причем упомянутое клейкое вещество будет наноситься на анкерный элемент и на окно, например, выполненное из кварца либо сапфира.

В одном из вариантов осуществления анкерный элемент будет оборудован тонким металлическим кольцом, представляющим собой цилиндр, на каждом конце 10 которого будет присутствовать буртик либо фланец. Само кольцо может быть герметично приварено к основанию или раме, а противоположный буртик кольца может быть приклеен к PV-окну. Кольцо может быть оборудовано по меньшей мере одним средством расширения, например, по меньшей мере одной кольцевой сборкой, расположенной в стенке цилиндра либо кольца. Клеевое соединение может быть 15 многослойным, например, выполненным из продукции марки Resbond 940 SS, если это со стороны основания или рамы, и марки Resbond 989, если это со стороны окна соответствующего клеевого соединения. В одном из вариантов осуществления коэффициент теплового расширения фланца, клея и окна будут примерно соответствовать диапазону рабочих температур. В одном из типичных вариантов 20 осуществления сапфировое окно будет приклеено к выбранному фланцу из нержавеющей стали (SS), имеющему соответствующий аналогичный коэффициент расширения. В одном из вариантов осуществления SS может представлять собой ковар либо инвар. Упомянутые клей либо клейкое вещество могут представлять собой клей либо клейкое вещество, описываемые в настоящем изобретении, например, по 25 меньшей одной из таких марок, как Resbond 940SS, 989, 905, 940LE и 907. Клеевое соединение может быть заменено подходящим припоем, например, способным выдерживать высокие рабочие температуры, в частности, описываемым в настоящем изобретении. Рабочая температура может находиться в диапазоне примерно от 300°C до 2000°C. В одном из вариантов осуществления температура приклеенного либо 30 припаянного PV-окна для предотвращения теплового удара будет повышаться и понижаться очень медленно. Скорость линейного изменения температуры может находиться в диапазоне примерно от 10°C/ч до 2000°C/ч.

В одном из вариантов осуществления давление ЭМ-насоса может быть увеличено с целью обеспечить выполнение впрыска расплавленного металла на 35 поверхность по меньшей мере одного из таких элементов, как верхние 5a**b**4 и 5b4 и боковые окна PV-полости, с целью очистки окон от материала, например, оксида металла, в частности, оксида олова либо оксида галлия.

Упомянутый раструб может иметь тугоплавкую плакировку либо тугоплавкое покрытие, которые также могут обладать электроизоляционными свойствами либо иметь низкую электропроводность. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как раструб, покрытие либо плакировка, может быть  
5 выполнен из по меньшей мере одного из таких материалов, как тугоплавкий металл либо керамика, W, Ta, графит, графит с керамическим покрытием, BN, диоксид циркония, оксид алюминия, оксид гафния, заливочный компаунд производства компании Resbond, например, марки Resbond 940 HT либо 940SS, а также другие, описываемые в настоящем изобретении, керамические либо комбинированные  
10 материалы.

В ходе реакции с образованием гидрино может происходить по меньшей мере один из таких процессов, как распространение и самоподдерживание на очень горячей поверхности, например, металлической поверхности, в частности на поверхности  
15 впрыскиваемого расплавленного металла, например, олова, галлия либо серебра, либо на поверхности металлической футеровки или металлической части форсунки, которая может находиться в диапазоне температур примерно от 500°C до 3500°C. Футеровка может включать в себя элемент, выступающий в камеру реакционной ячейки, который, избирательно нагреваясь, будет служить горячей поверхностью. Горячая поверхность может уменьшать либо устранять необходимость по меньшей мере в одном из таких  
20 процессов, как приложение внешнего электрического поля и подача тока воспламенения. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как раструбы 5q и футеровка камеры 5b31 реакционной ячейки, например, по меньшей мере один из таких элементов, как футеровка стенки и футеровка дна либо основания камеры реакционной ячейки, может выполнять функцию горячей  
25 поверхности, например, металлической поверхности, в частности, выполненной из W, Ta, либо другой поверхности из тугоплавкого металла, в частности, описываемой в настоящем изобретении. В одном из альтернативных вариантов осуществления горячая поверхность, например, футеровка, может быть выполнена из керамики, в частности, электропроводящей керамики, например, в виде покрытия из нитрида,  
30 карбида либо диборида металла, в частности, покрытия из WC, TiB<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub> или TiN, нанесенного на подложку футеровки из тугоплавкого материала, например, графита. Типичными покрытиями выступают борид гафния (HfB<sub>2</sub>) (т.пл. = 3 380°C), карбид вольфрама (WC) (т.пл. = 2 785 °C – 2 830 °C) карбид гафния (HfC) (т.пл. = 3 900°C), Ta<sub>4</sub>HfC<sub>5</sub> (т.пл. = 4 000°C), Ta<sub>4</sub>HfC<sub>5</sub>Ta<sub>4</sub>HfC<sub>5</sub>X<sub>4</sub>HfC<sub>5</sub>X<sub>5</sub> (4 215°C), нитрид гафния (HfN) (т.пл. = 3 385°C), диборид циркония (ZrB<sub>2</sub>) (т.пл. = 3 246°C), карбид циркония (ZrC) (т.пл. = 3 400°C), нитрид циркония (ZrN) (т.пл. = 2 950°C), борид титана (TiB<sub>2</sub>) (т.пл. = 3 225°C), карбид титана (TiC) (т.пл. = 3 100°C), нитрид титана (TiN) (т.пл. = 2 950°C), карбид кремния (SiC) (т.пл. = 2 820°C), борид тантала (TaB<sub>2</sub>) (т.пл. = 3 040°C), карбид

тантала (TaC) (т.пл. = 3 800°C), нитрид тантала (TaN) (т.пл. = 2 700°C), карбид ниобия (NbC) (т.пл. = 3 490°C), нитрид ниобия (NbN) (т.пл. = 2 573°C), карбид ванадия (VC) (т.пл. = 2 810°C). В одном из типичных вариантов осуществления футеровка камеры 5b31 реакционной ячейки может быть выполнена из вольфрамовой напольной пластины 5b31b и вольфрамовых стеновых пластинчатых сегментов, например, образующих собой прямоугольник, куб, шестиугольник, восьмиугольник либо другой многоугольник, который может быть дополнительно включать в себя электроизоляционные материалы, например, керамические полоски, располагаемые между вольфрамовыми пластинами, предназначенные для того, чтобы, изолировав такие пластины, предупредить образование электрического пути, идущего между соседними вольфрамовыми пластинами, а затем к одному из раструбов. В порядке альтернативы, футеровка стенок может, по меньшей мере частично, состоять из электроизоляционного материала либо материала с низкой электропроводностью, например, графита, графита с керамическим покрытием, кварца, керамики, в частности, описываемой в настоящем изобретении, либо токопроводящего материала, например, W либо Ta, с покрытием из токонепроводящего материала, например, керамическим покрытием.

В одном из вариантов осуществления устройства марки SunCell со двойными форсунками для впрыска расплавленного металла, например, показанном на фигурах 8A-8L, скорость перекачивания одного ЭМ-насоса будет увеличена по сравнению со скоростью перекачивания противоположного ЭМ-насоса, дабы принудить соответствующий доминирующий поток впрыскиваемого расплавленного металла, ударяясь о поверхность, например, металлическую часть, в частности, боковую стенку камеры реакционной ячейки, создавать нагретую поверхность, инициирующую в камере реакционной ячейки реакцию с образованием гидрино. Как только реакция с образованием гидрино будет инициирована, ЭМ-насосы можно будет настроить таким образом, чтобы они были сбалансированы по скорости ЭМ-перекачивания. В порядке альтернативы, в одном из вариантов осуществления устройства марки SunCell, в котором электрический прерыватель присутствует лишь в одном из двух резервуаров, доминирующий поток впрыскиваемого расплавленного металла будет, ударяясь о поверхность футеровки, постоянно имеющую полярность, противоположную полярности доминирующего впрыскиваемого потока расплавленного металла, создавать горячую поверхность, необходимую для инициирования реакции с образованием гидрино, причем скорость ЭМ-перекачивания в дальнейшем может быть сбалансирована.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один комплект фланцев, например, 914 и 915, показанных на фигурах 8H-8L и 13, а также других фланцев, например, 26d, 26e и 902, может быть заменен плоскими металлическими пластинами

(без отверстий под болты), например, кольцами, расположенными по периметру каждого из соединяемых элементов. Указанные пластины могут, будучи сваренными вместе по внешним краям, образовывать шов. Разрезав либо сошлифовав этот шов, можно будет разделить две пластины.

5 В одном из вариантов осуществления впрыскивающий патрубок 5k61 ЭМ-насоса, например, выполненный из материала, обладающего по меньшей мере одним из таких свойств, как тугоплавкость и устойчивость к образованию сплавов с расплавленным металлом, например, W или Ta, может быть оснащен элементом для крепления труб, предназначенным для крепления патрубка ко втулке, расположенной  
10 на опорной плите 5kk1 ЭМ-насоса. Крепление может быть выполнено в виде сварного шва. Крепление может быть выполнено в виде сварного шва. Крепление может быть оборудовано обжимным фитингом. В порядке альтернативы, указанный крепежный элемент может представлять собой клейкое вещество либо заливочный компаунд, например, описываемые в настоящем изобретении, в частности, керамику, например,  
15 марки Cotronics Resbond 940SS, которая может иметь такой же коэффициент теплового расширения, как и нержавеющая сталь, марки Cotronics Resbond 940 НТ либо Sauereisen Electrottemp Cement. В еще одном из вариантов осуществления крепежным элементом будут выступать патрубок ЭМ-насоса и кольцевые втулки, например, присутствующие на каждой шайбы, к краям каждой из которых могут быть приварены  
20 кольца для крепления патрубка. В порядке альтернативы, патрубок ЭМ-насоса может быть оборудован кольцом, предназначенным для крепления патрубка к приваренной к опорной плите втулке с использованием крышки, например, графитовой пластины, прижимающей кольцо к опорной плите. Указанная пластина может быть приклеена к опорной плите либо удерживаться на месте с помощью по меньшей мере одного  
25 крепежного элемента. На такие компоненты, как втулка, кольцо и крепежные элементы, может быть нанесено покрытие, обладающее устойчивостью к образованию сплава с оловом, например, описываемое в настоящем изобретении, в частности, выполненное из CrC, оксида алюминия либо Ta.

По меньшей мере на один из таких элементов, как патрубок 5k6 ЭМ-насоса,  
30 резервуары 5c и камера 5b31 реакционной ячейки, может быть нанесено покрытие, защищающее нижележащий металл от образования сплава с расплавленным металлом. Типичными покрытиями выступают оксиды, карбиды, дибориды, нитриды, керамическое покрытие, например, выполненное из жаростойкой краски, а также  
другое, описываемое в настоящем изобретении, покрытие. По меньшей мере один из  
35 таких элементов, как патрубок 5k6 ЭМ-насоса, резервуары 5c и камера 5b31 реакционной ячейки, в частности, по меньшей мере один из таких элементов, как стенки и основание, может быть облицован футеровкой. Типичной футеровкой выступает графит либо керамика, например, оксид алюминия, в частности, 96+% оксид

алюминия либо оксид алюминия марки FG995, размещаемый по окружности вольфрамовой футеровки. Упомянутый графит может быть покрыт электроизоляционным материалом, например, жаростойкой краской,  $ZrO_2$  либо Resbond 907GF. Резервуар 5с и камера 5b31 реакционной ячейки могут иметь

5 многоугольное поперечное сечение, например, квадратное либо прямоугольное поперечное сечение. Футеровка, например, состоящая из по меньшей мере одного из таких материалов, как графит и вольфрам, может быть выполнена из пластин из футеровочного материала, которые могут иметь обоюдно скошенные кромки в местах пересечения пластин.

10 В определенных вариантах осуществления настоящего изобретения покрытия компонентов устройства марки SunCell, например, камеры реакционной ячейки, впускной вертикальной трубки, резервуаров и патрубка ЭМ-насоса, могут представлять собой покрытие производства компании ZYP, в частности, выполненные из оксида иттрия, оксида гафния-титана, оксида циркония, YAG,  $3Y_2O_3-5Al_2O_3$  и

15 оксида алюминия. По меньшей мере одно покрытие марки ZYP может заменить собой жаростойкую краску.

По меньшей мере один из таких элементов, как камера 5b31 реакционной ячейки и камера 916 PV-окна, может быть дополнительно оборудован по меньшей мере одной структурной опорой, предназначенной для поддержания веса по меньшей

20 мере одного из таких элементов, как камера 5b31 реакционной ячейки и камера 916 PV-окна, например, по меньшей мере одной колонной либо одним талрепом 409к, который может быть прикреплен к столу 409с.

В одном из вариантов осуществления PV-окно будет оборудовано по меньшей мере одним нагнетателем либо компрессором и по меньшей мере одним струйным

25 органом, предназначенным для охлаждения PV-окна за счет проходящего по его поверхности высокоскоростного газового потока. Газ, например, гелий либо водород, может быть выбран исходя из того, что он должен быть инертным, прозрачным для испускаемого излучения и обладать высокой теплопроводностью.

В одном из вариантов осуществления PV-окно может быть расположено в

30 центре сферы, причем внутреннюю часть такой сферы будут покрывать PV-элементы, способные рециркулировать световое излучение. В порядке альтернативы, PV-окно может быть расположено в центре кольца, представляющего собой плоское зеркало, установленное в нижней части полусферы, причем внутреннюю часть такой полусферы будут покрывать PV-элементы, способные рециркулировать световое

35 излучение. Указанное зеркало может быть выполнено из полированного металла, полированной керамики, например, марки Accuflect (компания Accuratus), либо другого известного отражающего материала, способного отражать излучаемый

устройством марки SunCell свет по сути любой длины волн, например, свет в диапазоне длин волн примерно от 200 нм до 5000 нм.

В одном из вариантов осуществления, например, показанном на фигуре 8L, стенки камеры реакционной ячейки могут, функционируя при высокой температуре, служить излучателем Планка для фотоэлектрических элементов PV-преобразователя 26а. Каждый из фотоэлектрических элементов PV-преобразователя 26а может быть оборудован инфракрасным отражающим зеркалом либо зеркалом нижнего слоя, предназначенным для выполнения рециркуляции светового излучения на стенки излучателя Планка. Стенки камеры реакционной ячейки могут быть выполнены из тугоплавкого материала, например, ниобия, обеспечивающего возможность функционирования при высокой температуре, например, в диапазоне примерно от 1000°C до 3500°C. Для подавления по меньшей мере одного из таких процессов, как окисление и образование сплава с расплавленным металлом, на стенки может быть нанесено покрытие, описываемое в настоящем изобретении, например, выполненное из оксида алюминия либо CrC.

В одном из вариантов осуществления расплавленный металл, например, галлий либо олово, будет протекать через теплообменник, например, патрубок оболочечного типа, который будет оборудован термофотоэлектрическим преобразователем. Расплавленный металл, например, галлий или олово, может прокачиваться по патрубкам, исходящим в направлении установленных внутри оболочки TPV-элементов.

В одном из вариантов осуществления интенсивное излучение абсолютно черного тела, испускаемое плазмой гидрино через PV-окно, может непосредственно использоваться по меньшей мере в качестве одного из таких элементов, как радиационный нагреватель, источник светового излучения и оружие направленной энергии. Направленная энергия, например, интенсивное световое излучение, может уничтожать либо расплавлять приближающиеся снаряды, например, ракеты и пули.

В одном из вариантов осуществления на смесь химически связанных веществ, содержащую в себе гидрино либо молекулярный гидрино, будет нанесено покрытие, обеспечивающее скрытность покрытого объекта, поскольку гидрино представляет собой темное вещество, не поглощающее и не излучающее видимый свет.

В одном из вариантов осуществления расплавленный металл может представлять собой любой известный металл либо сплав, например, олово, галлий, галинстан, серебро, медь, сплав Ag-Cu, в частности, в соотношении 71,9% Ag/28,1% Sn, а также сплав Ag-Sn, в частности, расплав в соотношении 50% Ag/50% Sn. Устройство марки SunCell может быть оборудовано PV-окном, позволяющим по меньшей мере одному из таких видов светового излучения, как световое излучение плазмы и абсолютно черного тела, излучаться из камеры реакционной ячейки на PV-

преобразователь. В одном из вариантов осуществления камера реакционной ячейки будет вмещать в себя газ, обеспечивающий более однородную температуру абсолютно черного тела. Такой газ может представлять собой благородный газ, например, аргон. Для лучшего распределения температуры давление этого газа может быть высоким.

5 Упомянутый расплавленный металл может представлять собой металл, в частности, олово, который будет препятствовать смачиванию PV-окна, предотвращая тем самым его помутнение. PV-окно может быть выполнено из прозрачного материала, которым может выступать материал, обладающий по меньшей мере одним из таких свойств, как устойчивость к высокой температуре и устойчивость к  
10 смачиванию оловом. Данное окно может быть выполнено по меньшей мере из одного из таких материалов, как кварц, зеродур (литиево-алюмосиликатная стеклокерамика), ULE (титан-кремнеземное двухкомпонентное стекло с нулевым коэффициентом теплового расширения (КТР)), сапфир, оксинитрид алюминия,  $MgF_2$ , стекло, пирекс и другие, известные в данной области техники, материалы для изготовления окон. Окно  
15 может функционировать при высокой температуре, например, находящейся в диапазоне примерно от  $200^{\circ}C$  до  $1800^{\circ}C$ , и в дополнение к передаче излучения, испускаемого плазмой изнутри камеры реакционной ячейки, может служить в качестве излучателя Планка. Подходящими типичными окнами, способными выдерживать высокие температуры, выступают окна марки Rayotek High Pressure, High Temperature  
20 Sight Glass Windows (HTHP) (<https://rayoteksightwindows.com/products/high-temp-sight-glass-windows.html>).

В одном из вариантов осуществления PV-окно будет подвергаться по меньшей мере одному из таких воздействий, как очищение и охлаждение, с помощью по меньшей мере одного из таких средств, как газовая подушка, газовая струя, струя  
25 высокого давления либо газовый нож, питаемые от такого источника, как газовый раструб либо газовая форсунка, источник газа, а также регулятор расхода и давления, например, датчик давления, клапан и компьютеризированная система управления, которые могут функционировать в процессе генерирования плазмы. Упомянутый газ может состоять из по меньшей мере одного из таких газов, как благородный газ,  
30 например, аргон, и пар. В одном из вариантов осуществления средство для очистки окна будет представлять собой водяную струю, которая может подаваться в пульсирующем режиме, причем избыточная вода может откачиваться в виде пара. В одном из вариантов осуществления упомянутая газовая струя может представлять собой пар. Упомянутое окно может быть оборудовано локальным вакуумным портом,  
35 соединенным с вакуумным насосом для удаления пара до попадания его в камеру реакционной ячейки. Окно может быть дополнительно оборудовано перегородкой, например, запорным клапаном, перекрывающим окно от камеры реакционной ячейки, обеспечивая тем самым избирательное откачивание пара через локальный вакуумный

порт и вакуумный насос. В одном из вариантов осуществления окно может быть оборудовано насосом расплавленного металла, например, электромагнитным насосом, предназначенным для впрыска расплавленного металла, например, галлия, олова, серебра, меди либо их сплавов, на внутреннюю поверхность окна для его очистки.

5 В некоторых вариантах осуществления расплавленным металлом может быть олово. В одном из вариантов осуществления PV-окно будет иметь токопроводящее прозрачное покрытие, например, выполненное из оксида индия-олова. С помощью источника напряжения к окну может быть приложено смещение, позволяющее отталкивать налипающие частицы, например, частицы олова и SnO. В одном из  
10 вариантов осуществления окно будет подвергаться плазменной очистке с помощью источника плазмы, например, источника тлеющего разряда. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как окно либо кожух для окна, может быть дополнительно оборудован электродом тлеющего разряда. В одном из вариантов осуществления PV-окно будет расположено рядом с ячейкой 900  
15 тлеющего разряда (см. фигуру 9A), из которой в камеру 5b31 реакционной ячейки будет подаваться НОН и атомарный Н. Разрядная ячейка может иметь по меньшей мере один из таких параметров, как нахождение в таком месте либо расположение под таким углом, чтобы атомарный водород, образующийся в разрядной ячейке из подаваемого молекулярного водорода, протекал по поверхности PV-окна. Указанный  
20 атомарный водород может вступать в реакцию с оловом либо оксидом олова с образованием летучего SnH<sub>4</sub> для очистки PV-окна. В одном из вариантов осуществления выходное отверстие разрядной ячейки может быть оборудовано перегородкой либо дефлектором, обеспечивающими попадание потока атомарного водорода из выходного отверстия разрядной ячейки на PV-окно. Указанные  
25 перегородка либо дефлектор могут быть выполнены из материала с низким коэффициентом восстановления водородом либо низкой способностью к восстановлению, например, из стекла, кварца либо керамики, в частности, оксида алюминия либо BN.

В одном из вариантов осуществления упомянутое окно будет охлаждаться по с  
30 меньшей мере одной из таких целей, как (i) снижение нагрева PV-преобразователя и (ii) обеспечение возможности образования летучего станнана для очистки окна, причем станнан будет распадаться в камере реакционной ячейки, имеющей температуру выше температуры термического разложения станнана. Кроме того, температура окна может поддерживаться выше точки плавления олова, например, выше 235°C. В одном из  
35 вариантов осуществления температура расплавленного олова, например, температура, присутствующая в по меньшей мере одной из таких точек, как камера реакционной ячейки и резервуары, будет поддерживаться выше одного или более из таких показателей, как температура разложения станнана и температура, при которой

происходит существенная десорбция водорода из расплавленного олова. Этим водородом может быть реагент гидрино из камеры реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления температура окна будет поддерживаться выше температуры восстановления оксида олова водородом, причем водород может быть газообразным и в по меньшей мере одной из таких форм, как молекулярная и атомарная. Температура в по меньшей мере одной из таких точек, как камера реакционной ячейки и резервуар, может поддерживаться в диапазоне примерно от 235°C до 3500°C.

В одном из вариантов осуществления энергогенерирующая система (именуемая устройством марки SunCell) будет оборудована по меньшей мере одним плазменным элементом, состоящим из (i) разрядной плазменной ячейки 900, генерирующей смесь воды/водорода, направляемую к ячейке с расплавленным металлом через указанную разрядную плазменную ячейку, и (ii) ячейки воспламенения разрядной плазмы, образующей разрядную плазму в камере 5b31 реакционной ячейки, причем по меньшей мере один из плазменных элементов будет вызывать воспламенение плазмы гидрино в камере 5b31 реакционной ячейки, а плазма гидрино будет представлять собой плазму, которая, по меньшей мере частично, будет подпитываться и поддерживаться реакцией с образованием гидрино. В указанных вариантах осуществления ячейка генерирования разрядной плазмы, в частности, ячейка с тлеющим разрядом, будет индуцировать образование первой плазмы из газа (например, газа, представляющего собой кислородно-водородную смесь); причем исходящий из ячейки генерирования разрядной плазмы поток будет направляться на любой элемент цепи расплавленного металла (например, на расплавленный металл, анод, катод, погруженный в резервуар с расплавленным металлом электрод, любой из двух резервуаров с расплавленным металлом, любой из двух электродов с функцией впрыска расплавленного металла). В указанных вариантах осуществления ячейка воспламенения разрядной плазмы, например, ячейка с тлеющим разрядом, будет индуцировать в камере реакционной ячейки разряд, например, газовый разряд, вызывающий воспламенение в камере реакционной ячейки реакции с образованием гидрино. Electroдами воспламенения разрядной плазмы могут выступать электроды воспламенения. Electroды разрядной ячейки могут включать в себя по меньшей мере один из таких элементов, как анод, катод, электрод, погруженный в резервуар с расплавленным металлом, любой из двух резервуаров с расплавленным металлом, любой из двух электродов с функцией впрыска расплавленного металла, резервуар, камера реакционной ячейки и независимый электрод воспламенения разрядной плазмы, проникающий в камеру реакционной ячейки через электроизоляционную переемычку, например, ввод. Электрод воспламенения разрядной плазмы может быть выполнен из металла, например, Ta, W, либо из металла с покрытием, например, электрода из нержавеющей стали с карбидным или нитридным покрытием,

обладающий устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом.

В одном из типичных вариантов осуществления (см. фигуры 8F-G) вольфрамовый электрод воспламенения разрядной плазмы может проникать в камеру реакционной ячейки рядом с одним из потоков металла из электрода 5k6 с функцией впрыска. Данный электрод может проникать в стенку камеры реакционной ячейки через ввод. Устройство марки SunCell может быть оборудовано источником питания высокого напряжения, который может представлять собой источник, питающий ячейку генерирования разрядной плазмы. Указанный источник питания может, подавая высокое напряжение на ячейку генерирования разрядной плазмы, вызывать тлеющий газовый разряд, воспламеняющий плазму гидрино. Одним электродом может выступать шина воспламенения 5k2a1. В одном из типичных вариантов осуществления, в котором камера 5b31 реакционной ячейки будет заземлена, вывод положительного разрядного электрода от источника питания высоковольтного разряда может быть подключен к шине воспламенения 5k2a1, расположенной в резервуаре 5c, оборудованном электрическим прерывателем 913, а вывод отрицательного разрядного электрода от источника питания высоковольтного разряда может быть подключен к другой шине воспламенения 5k2a1. В одном из альтернативных вариантов осуществления ячейка 900 генерирования разрядной плазмы будет служить ячейкой 900 генерирования разрядной плазмы и ячейкой воспламенения разрядной плазмы. В таком случае электрод ячейки генерирования разрядной плазмы, например, положительный электрод, может, проходя через ячейку генерирования разрядной плазмы, проникать в камеру реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления преобразователь светового излучения в электрическую энергию будет представлять собой описываемый в настоящем изобретении фотоэлектрический преобразователь, состоящий из фотоэлектрических (PV) элементов, реагирующих на значительный диапазон значений длины волны испускаемого ячейкой светового излучения, например, соответствующий по меньшей мере 10% выходной оптической мощности. В одном из вариантов осуществления PV-элементы представляют собой концентрационные элементы, способные принимать световое излучение высокой интенсивности, превышающей интенсивность солнечного света, например, находящейся в по меньшей мере одном из таких диапазонов интенсивности, как примерно от 1,5 солнца до 75000 солнц, от 10 солнц до 10000 солнц и от 100 солнц до 2000 солнц. Концентрационные PV-элементы могут представлять собой элементы типа c-Si, которые могут эксплуатироваться в диапазоне примерно от 1 до 1000 солнц. Кремниевые PV-элементы могут эксплуатироваться при температуре, выполняющей по меньшей мере одну из таких функций, как улучшение ширины запрещенной зоны для лучшего соответствия спектру абсолютно черного тела, и улучшение отражения теплового излучения и, соответственно, снижение

уровня сложности системы охлаждения. В одном из типичных вариантов осуществления для обеспечения ширины запрещенной зоны на уровне примерно 0,84 В для соответствия спектру излучателя абсолютно черного тела с температурой 3000 °С кремниевые концентрационные PV-элементы будут эксплуатироваться при интенсивности от 100 до 500 солнц при температуре около 130 °С. PV-элементы могут быть выполнены в виде единого перехода либо множества переходов, например, тройных переходов. Концентрационные PV-элементы могут быть выполнены в виде единого кремниевого перехода либо единого перехода с использованием полупроводников группы III/V или в виде множества слоев, например, выполненных из полупроводников группы III/V, в частности, по меньшей мере один из таких групп, как InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga(In)As/InGaAs; GaInP-GaAs-пластина-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge. Указанные множественные переходы, например, тройные или двойные переходы, могут быть соединены последовательно. В еще одном из вариантов осуществления переходы могут быть соединены параллельно. Переходы могут быть механически уложены друг на друга. Переходы могут быть соединены пластинами. В одном из вариантов осуществления туннельные диоды между переходами могут быть заменены пластинчатыми соединениями. Пластинчатое соединение может обладать электроизоляционными свойствами и быть прозрачным для диапазона значений длины волны, преобразуемого последующими либо более глубокими переходами. Каждый переход может быть подключен к независимому электрическому соединению либо независимой электрической шине. Независимые шины могут быть соединены последовательно либо параллельно. Электрический контакт для каждого электрически независимого соединения может быть выполнен из сетчатых проводов. Зона тени проводов может быть сведена к минимуму путем распределения тока по нескольким параллельным цепям либо схемам соединений для независимых переходов либо групп переходов. Ток может удаляться в сторону. Пластинчатый связующий слой может представлять собой прозрачный токопроводящий слой. Типичным прозрачным токопроводящим материалом будет выступать прозрачный токопроводящий оксид (TCO), например, оксид индия-олова (ITO), легированный фтором оксид олова (FTO) и легированный оксид цинка, а также токопроводящие полимеры, графеновые и графитовые нанотрубки, а также другие, известные специалистам в данной области техники, материалы. Бензоциклобутен (BCB) может представлять собой промежуточный связующий слой. Связующее соединение может быть между прозрачным материалом, например, стеклом, в частности, боросиликатным стеклом, и полупроводниковым PV-материалом. Типичным двухпереходным элементом будет

выступать элемент, верхний слой которого будет представлять собой пластину, выполненную из GaInP, соединенную с нижним слоем, выполненным из GaAs (GaInP//GaAs). Типичный четырехпереходный элемент будет выполнен из GaInP/GaAs/GaInAsP/GaInAs на подложке из InP, причем каждый переход может быть индивидуально разделен туннельным диодом (/) либо изолирующим прозрачным пластинчатым связующим слоем (/), например, элементом, имеющим структуру: GaInP//GaAs//GaInAsP//GaInAs на InP. PV-элемент может иметь структуру: InGaP//GaAs//InGaAsNSb//токопроводящий слой//токопроводящий слой//GaSb//InGaAsSb. Подложка может быть выполнена из GaAs либо Ge. PV-элемент может быть выполнен из Si-Ge-Sn и сплавов. Все сочетания диодных и пластинчатых соединений относятся к предмету настоящего изобретения. Типичный четырехпереходный элемент, обладающий эффективностью преобразования на уровне 44,7% при 297-кратной концентрации спектра AM1.5d, производится компанией SOITEC, Франция. Упомянутый PV-элемент может иметь единый переход. Типовой PV-элемент с единым переходом может представлять собой монокристаллический кремниевый элемент, например, один из приведенных в публикации Сатера и соавторов (B. L. Sater, N. D. Sater, "High voltage silicon VMJ solar cells for up to 1000 suns intensities" («Высоковольтные кремниевые фотоэлементы марки VMJ с уровнями интенсивности до 1000 солнц»), Photovoltaic Specialists Conference, 2002. Conference Record of the Twenty-Ninth IEEE, 19-24 мая 2002 года, стр. 1019-1022.), которая в своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки. В порядке альтернативы, однопереходный элемент может быть выполнен из GaAs либо GaAs, легированных другими элементами, например, из групп III и V. В одном из типичных вариантов осуществления PV-элементы будут представлять собой трехпереходные концентрационные PV-элементы либо выполненные из GaAs PV-элементы, работающие при интенсивности на уровне примерно 1000 солнц. В еще одном из типичных вариантов осуществления PV-элементы будут представлять собой элементы типа c-Si, работающие при интенсивности на уровне 250 солнц. В одном из типичных вариантов осуществления PV-элемент может быть выполнен из GaAs, который может избирательно реагировать на длины волн менее 900 нм, а также из InGaAs на подложке, выполненной из по меньшей мере одного из таких веществ, как InP, GaAs и Ge, которые могут избирательно реагировать на длины волн, находящиеся в диапазоне от 900 нм до 1800 нм. Для повышения эффективности могут в сочетании использоваться оба типа PV-элементов, выполненных из GaAs и InGaAs на подложке из InP. Для создания эффекта элемента с двойным переходом могут использоваться два таких элемента с единым переходом. Для достижения множественных отбиваний либо отражений светового излучения, как представлено в настоящем изобретении, упомянутое сочетание может быть реализовано путем использования по меньшей мере

одного из таких элементов, как дихроичные зеркала, дихроичные фильтры и архитектура элементов, причем по отдельности либо в сочетании с зеркалами. В одном из вариантов осуществления каждый PV-элемент будет иметь полихроматический слой, разделяющий и сортирующий входящий свет, перенаправляя его на определенные слои в многопереходном элементе. В одном из типичных вариантов осуществления указанный элемент будет иметь слой, выполненный из фосфида индия-галлия и предназначенный для видимого светового излучения, и слой, выполненный из арсенида галлия и предназначенный для инфракрасного светового излучения, на которые будет направляться соответствующее световое излучение. PV-элемент может быть выполнен из сплава  $GaAs_{1-x-y}N_xBi_y$ .

PV-элементы могут быть выполнены из кремния. Кремниевые PV-элементы могут представлять собой концентрационные элементы, которые могут функционировать при интенсивности, находящейся в диапазоне примерно от 5 до 2000 солнц. Кремниевые PV-элементы могут состоять из кристаллического кремния, а по меньшей мере одна поверхность может быть дополнительно включать в себя аморфный кремний, который может иметь не такую ширину запрещенной зоны, как слой кристаллического кремния. Упомянутый аморфный кремний может иметь более широкую запрещенную зону, чем кристаллический кремний. Выполненный из аморфного кремния слой может выполнять по меньшей мере одну из таких функций, как обеспечение электропрозрачности элементов и предотвращение восстановления на поверхностях связанных электронно-дырочных пар. Кремниевый элемент может быть выполнен в виде многопереходного элемента. Упомянутые слои могут состоять из отдельных элементов. По меньшей мере один элемент, например, верхний элемент, в частности, выполненный из по меньшей мере одного из таких веществ, как Ga, As, InP, Al и In, может быть нарезан ионами и механически уложен на кремниевый элемент, например, на нижний кремниевый элемент. Для минимизации потерь тока и мощности из-за несоответствия токов между слоями элементов по меньшей мере один из слоев многопереходных элементов и элементов, соединенных последовательно, может быть оборудован обходными диодами. Для способствования проникновению света в элемент поверхность такого элемента может быть текстурирована. Для улучшения процесса проникновения света в элемент такой элемент может быть оснащен антиотражательным покрытием. Антиотражательное покрытие может дополнительно отражать излучение с длиной волны ниже ширины запрещенной зоны. Такое покрытие может представлять собой множество слоев, например, от двух до 20 слоев. Увеличенное количество слоев может повышать избирательность пропускания излучения необходимого диапазона значений длины волны, например, светового излучения выше ширины запрещенной зоны, и отражения излучения другого диапазона, например, со значениями длины волны ниже ширины запрещенной зоны.

Световое излучение, отражаемое от поверхности элемента, может отбиваться по меньшей мере в направлении одного другого элемента, который может поглощать такое световое излучение. Для обеспечения многократных отбиваний отраженного светового излучения с целью увеличения площади поперечного сечения для

5 поглощения и преобразования фотоэлектрических элементов упомянутый PV-преобразователь может иметь закрытую конструкцию, например, геодезического купола. Упомянутый геодезический купол может быть оборудован множеством приемных блоков 200 (см. фигуру 11), например, треугольных блоков, покрытых PV-элементами 15. Купол может выполнять функцию фотометрического шара.

10 Непреобразованное световое излучение может рециркулироваться. Рециркуляция светового излучения может происходить за счет отражений между приемными блоками, например, входящими в состав геодезического купола. Упомянутая поверхность может быть оборудована фильтром, который может отражать излучение со значениями длины волн ниже ширины запрещенной зоны элемента. Для отражения

15 непоглощенного светового излучения обратно через элемент такой элемент может быть оборудован нижним зеркалом, например, серебряным либо золотым нижним слоем. Далее непоглощенное световое излучение и световое излучение, отражаемое поверхностным фильтром элемента, могут поглощаться излучателем Планка и повторно излучаться в направлении PV-элемента, причем такой излучатель Планка

20 будет включать в себя по меньшей мере один из компонентов устройства марки SunCell, например, по меньшей мере одну стенку камеры реакционной ячейки и резервуара. В одном из вариантов осуществления PV-подложка может быть выполнена из материала, являющегося прозрачным для светового излучения, проходящего от нижнего элемента к отражателю на задней стороне подложки.

25 Типичным трехпереходным элементом с прозрачной подложкой выступает подложка, выполненная из InGaAsP (1,3 эВ), InGaAsP (0,96 эВ), InGaAs (0,73 эВ), InP, а также медный либо золотой ИК-отражатель. В одном из вариантов осуществления PV-элемент может представлять собой концентрационный кремниевый элемент. Ввиду

30 более высокого напряжения может быть выбран многопереходный элемент, выполненный из элементов III-V группы, или же ввиду более низкой себестоимости может быть выбран кремниевый элемент. Затенение шин может быть снижено за счет использования прозрачных токопроводящих материалов, например, прозрачных токопроводящих оксидов (TCO).

PV-элемент может представлять собой перовскитный элемент. Типичный

35 перовскитный элемент будет выполнен из слоев, состоящих сверху вниз из Au, Ni, Al, Ti, GaN, CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>SnI<sub>3</sub>, монослойного h-BN, CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3-x</sub>Br<sub>x</sub>, HTM/GA, нижнего контакта (Au).

Указанный элемент может представлять собой элемент с более р-п-переходами, например, элемент, содержащий в себе верхний слой из AlN и нижний слой из GaN, предназначенные для преобразования излучения, соответственно, крайней ультрафиолетовой (EUV) и ультрафиолетовой (UV) области спектра. В одном из вариантов осуществления фотоэлектрический элемент может представлять собой р-слоистый элемент, выполненный из GaN, с сильным р-легированием области вблизи поверхности, необходимым во избежание чрезмерного ослабления светового излучения с короткой длиной волны, например, UV- и EUV-диапазона. Нижний слой n-типа может быть выполнен из AlGaN либо AlN. В одном из вариантов осуществления PV-элемент будет выполнен из GaN и  $Al_xGa_{1-x}N$ , которые сильно легированы р-веществом в верхнем слое р-п-перехода, причем легированный р-веществом слой будет включать в себя двумерный дырочный газ. В одном из вариантов осуществления PV-элемент может представлять собой по меньшей мере элемент, выполненный из GaN, AlGaN и AlN, с полупроводниковым переходом. В одном из вариантов осуществления PV-элемент может быть выполнен из AlGaN либо AlN n-типа с металлическим переходом. В одном из вариантов осуществления PV-элемент будет реагировать на высокоэнергетическое световое излучение выше ширины запрещенной зоны PV-материала с более электронно-дырочными парами. Интенсивность светового излучения может быть достаточной для насыщения механизмов восстановления и, соответственно, повышения эффективности.

Упомянутый преобразователь может состоять из множества, состоящего из по меньшей мере одного из таких элементов, как (i) GaN, (ii) выполненный из AlGaN либо AlN р-п-переход, а также (iii) мелкие ультратонкие р-п-гетеропереходные фотоэлектрические элементы, каждый из которых будет включать в себя двумерный дырочный газ р-типа в GaN на основе AlGaN либо AlN n-типа. Ввиду коротковолнового светового излучения и функционирования в условиях вакуума каждый из них может быть оборудован выводом к такому металлическому пленочному слою, как тонкопленочный алюминиевый слой, слой n-типа, обедненный слой, слой р-типа, а также выводом к такому металлическому пленочному слою, как тонкопленочный алюминиевый слой без пассивирующего слоя. В одном из вариантов осуществления фотоэлектрического элемента, включающего в себя выполненный из AlGaN либо AlN слой n-типа, металл с соответствующей рабочей функцией может, заменяя собой р-слой, образовывать собой выпрямительный барьер Шоттки, дабы такой элемент представлял собой металлический/полупроводниковый фотоэлектрический элемент с барьером Шоттки.

В еще одном из вариантов осуществления упомянутый преобразователь может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как фотоэлектрические (PV) элементы, фотоэмиссионные (PE) элементы, а также гибридное сочетание PV-

элементов и РЕ-элементов. РЕ-элемент может представлять собой твердотельный элемент, например, РЕ-элемент, выполненный из GaN. Каждый из РЕ-элементов может быть оборудован фотокатодом, зазорным слоем и анодом. Типичный РЕ-элемент будет включать в себя GaN, нанесенный на очищенную от адсорбированных веществ подложку, (в качестве катода)/AlN (в качестве разделителя либо зазора)/Al, Yb либо Eu (в качестве анода), которые могут быть нанесены на очищенную от адсорбированных веществ подложку. Каждый из указанных PV-элементов может представлять собой по меньшей мере один из описываемых в настоящем изобретении PV-элементов, выполненных из GaN, AlGaN и AlN. Упомянутый РЕ-элемент может представлять собой верхний слой, а PV-элемент может представлять собой нижний слой указанного гибридного сочетания. РЕ-элемент может преобразовывать световое излучение с самой короткой длиной волны. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как катодный и анодный слой РЕ-элемента, а также р-слой и n-слой PV-элемента, может быть перевернут. Архитектура может быть изменена для улучшения процесса токосъема. В одном из вариантов осуществления для оптимизации проникновения светового излучения в активные слои элемента световое излучение от воспламенения топлива будет поляризовано, а преобразователь будет оптимизирован под использование материалов, предназначенных для избирательной поляризации светового излучения.

В одном из вариантов осуществления световое излучение от плазмы гидрино в камере реакционной ячейки, попадающее на PV-преобразователь через PV-окно, может включать в себя преимущественно ультрафиолетовое световое излучение и крайнее ультрафиолетовое излучение, например, световое излучение в диапазоне значений длины волны примерно от 10 нм до 300 нм. PV-элемент может реагировать на по меньшей мере часть диапазона значений длины волны примерно от 10 нм до 300 нм. PV-элементы могут представлять собой концентрационные UV-элементы. Эти элементы могут реагировать на излучение абсолютно черного тела. Излучение абсолютно черного тела может соответствовать по меньшей мере одному диапазону температур примерно от 1000 до 6000 К. Интенсивность падающего света может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 2 до 100 000 солнц и от 10 до 10 000 солнц. Упомянутый элемент может эксплуатироваться в известном в данной области техники диапазоне температур, например, по меньшей мере в одном из таких диапазонов температур, как примерно от менее 300°C и менее 150°C. PV-элемент может быть выполнен из нитрида элемента III группы, например, по меньшей мере одного из таких нитридов, как InGaN, GaN и AlGaN. В одном из вариантов осуществления PV-элемент может включать в себя множество переходов. Такие переходы могут располагаться слоями последовательно. В еще одном из вариантов осуществления указанные переходы будут независимыми либо

электрически параллельными. Независимые переходы могут быть механически уложены друг на друга либо соединены пластинами. Типичный многопереходный PV-элемент будет состоять из по меньшей мере двух переходов, выполненных из n-p-легированных полупроводников, например, из множества составляющих из группы, в которую входят InGaN, GaN и AlGaN. N-легирующей примесью к GaN может выступать кислород, а p-легирующей примесью может выступать Mg. Типичный трехпереходный элемент может быть выполнен по формуле InGaN//GaN//AlGaN, где // может относиться к изолирующему прозрачному пластинчатому связующему слою либо механическому пакету. PV-элемент может работать при высокой интенсивности светового излучения, эквивалентной интенсивности концентрационного фотоэлектрического устройства (CPV). Упомянутая подложка может состоять из по меньшей мере одного из таких материалов, как сапфир, Si, SiC и GaN, причем последние два будут обеспечивать оптимальное согласование решетки для практических решений с применением CPV. Слои могут быть нанесены с применением известных в данной области техники методов газофазной эпитаксии металлоорганических соединений (MOVPE). Упомянутые элементы могут охлаждаться с помощью охлаждающих пластин, например, применяемых в CPV либо диодных лазерах, в частности, промышленных диодных лазерах на основе GaN. Как и в случае с CPV-элементами, на передней и задней поверхностях данных элементов могут быть установлены сетчатые контакты. В одном из вариантов осуществления поверхность PV-элемента, например, выполненного из по меньшей мере одного из таких материалов, как GaN, AlN и GaAlN, может быть оконцована. Оконцевочный слой может быть выполнен из по меньшей мере одного из таких веществ, как H и F. Такое оконцевание может уменьшать возникновение дефектов при восстановлении носителей. Упомянутая поверхность может оконцована окном, например, выполненным из AlN.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как PV-окно и защитное окно фотоэлектрического (PV) и фотоэмиссионного (PE) преобразователя, может быть по сути прозрачным для светового излучения, на которое он будет реагировать. Упомянутое окно может быть по меньшей мере на 10% прозрачным для ответного светового излучения. Данное окно может быть прозрачным для UV-излучения. Данное окно может иметь покрытие, например, прозрачное для UV-излучения, наносимое на PV- либо PE-элементы. Такое покрытие может быть нанесено методом осаждения, например, осаждения из паровой фазы. Это покрытие может быть выполнено из материала, входящего в состав описываемых в настоящем изобретении UV-окон, например, сапфирового окна либо окна, выполненного из MgF<sub>2</sub>. Другие подходящие окна будут выполнены из LiF и CaF<sub>2</sub>. Любое окно, например, окно, состоящее из MgF<sub>2</sub>, может быть выполнено

тонким, дабы ограничивать затухание EUV-излучения. В одном из вариантов осуществления PV- либо PE-материал, например, твердый, стеклоподобный материал, в частности, GaN, будет служить в качестве очищаемой поверхности. PV-материал, например, GaN, может служить в качестве окна. В одном из вариантов осуществления  
5 поверхностные электроды PV- либо PE-элементов могут быть оборудованы окном. Электроды с окном могут быть выполнены из алюминия. Окно может быть выполнено из по меньшей мере одного из таких материалов, как алюминий, технический алмаз, графит, диоксид циркония, графен, MgF<sub>2</sub>, фторид щелочноземельного металла, галогенид щелочноземельного металла, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и сапфир. Окно может быть очень  
10 тонким, например толщиной от 1 Å до 100 Å, дабы оно было прозрачным для испускаемого ячейкой UV- и EUV-излучения. Типичными тонкими прозрачными пленками будут выступать тонкие пленки, выполненные из Al, Yb и Eu. Такая пленка может быть нанесена методом модифицированного химического осаждения из паровой фазы (MOCVD), осаждения из паровой фазы, напыления и другими, известными в  
15 данной области техники, методами.

В одном из вариантов осуществления элемент может преобразовывать падающий свет в электрическую энергию с помощью по меньшей мере одного из таких механизмов, как фотоэлектрический эффект, фотоэлектронная эмиссия, термоэмиссионный эффект и термоэлектрический эффект. Преобразователь может  
20 быть оборудован двухслойными элементами, каждый из которых будет иметь фотоэмиссионный слой, расположенный поверх фотоэлектрического слоя. Световое излучение более высокой энергии, например, крайнее ультрафиолетовое световое излучение, может избирательно поглощаться и преобразовываться верхним слоем. Слоем, состоящим из множества слоев, может выступать UV-окно, например, окно,  
25 выполненное из MgF<sub>2</sub>. Такое UV-окно может защищать ультрафиолетовое (UV) PV-устройство от повреждения ионизирующим излучением, например, от повреждения мягким рентгеновским излучением. В одном из вариантов осуществления для избирательного ослабления излучения, которое могло бы повредить UV-PV-устройство, может добавляться ячеечный газ низкого давления. В порядке  
30 альтернативы, данное излучение может, по меньшей мере частично, преобразовываться в электрическую энергию и, по меньшей мере частично, блокироваться от UV-PV-устройства с помощью верхнего слоя фотоэмиссионного преобразователя. В еще одном из вариантов осуществления UV-PV-материал, например, GaN, может также преобразовывать по меньшей мере часть испускаемого из  
35 ячейки крайнего ультрафиолетового излучения в электрическую энергию с применением по меньшей мере одного из таких методов, как фотоэлектрический эффект и фотоэлектронная эмиссия.

Упомянутый фотоэлектрический преобразователь может быть оборудован PV-элементами, преобразующими ультрафиолетовое световое излучение в электрическую энергию. Типичные ультрафиолетовые PV-элементы будут выполнены из по меньшей мере одного из таких материалов, как полупроводниковый полимер p-типа PEDOT-PSS: поли(3,4-этилендиокситиофен), легированный пленкой из поли(4-стиролсульфоната), нанесенной на легированный Nb оксид титана (SrTiO<sub>3</sub>:Nb) (гетероструктура PEDOT-PSS/SrTiO<sub>3</sub>:Nb), GaN, GaN, легированный переходным металлом, например, марганцем, SiC, алмаз, Si и TiO<sub>2</sub>. Другие типичные фотоэлектрические (PV) элементы будут представлять собой гетеропереходные элементы на основе n-ZnO/p-GaN.

Для преобразования светового излучения высокой интенсивности в электрическую энергию генератор может быть оборудован системой оптического распределения и фотоэлектрическим преобразователем 26а, как показано на фигуре 10. Система оптического распределения может быть оборудована множеством полупрозрачных зеркал, расположенных пакетом по типу жалюзи вдоль оси распространения испускаемого из ячейки светового излучения, причем на каждом зеркальном элементе 23 из указанного пакета световое излучение будет, по меньшей мере частично, отражаться на PV-элемент 15, в частности, выровненный параллельно направлению распространения светового излучения для приема поперечно отражаемого светового излучения. Панели 15 преобразования светового излучения в электрическую энергию могут быть оборудованы по меньшей мере одним из таких устройств, как PE-, PV- и термоэмиссионные элементы. Окно преобразователя может быть прозрачным для испускаемого ячейкой светового излучения, например, коротковолнового светового излучения либо излучения абсолютно черного тела, в частности, соответствующего температуре, находящейся в диапазоне примерно от 1000 К до 4000 К, причем преобразователь энергии может быть оборудован термофотоэлектрическим (TPV) преобразователем энергии. PV-окно либо окно PV-преобразователя может быть выполнено из по меньшей мере одного из таких материалов, как сапфир, оксинитрид алюминия, LiF, MgF<sub>2</sub> и CaF<sub>2</sub>, другие галогениды щелочноземельных металлов, например, фториды, в частности, BaF<sub>2</sub>, CdF<sub>2</sub>, кварц, плавленый кварц, UV-стекло, боросиликат и Infrasil (производства компании ThorLabs). Полупрозрачные зеркала 23 могут быть прозрачными для коротковолнового светового излучения. Материал может быть таким же, как и у окна PV-преобразователя с частичным покрытием отражающего материала, например, зеркала, в частности, UV-зеркала. Полупрозрачное зеркало 23 может включать в себя расположенный в шахматном порядке отражающий материал, например, UV-зеркало, в частности, по меньшей мере выполненное из покрытых MgF<sub>2</sub> алюминиевых и тонких

фторидных пленок, например, пленок, выполненных из  $MgF_2$  либо  $LiF$ , или пленок, выполненных из  $SiC$ , нанесенных на алюминий.

В одном из вариантов осуществления эффективность TPV-преобразования может быть увеличена за счет применения избирательного излучателя, например, иттербия, нанесенного на поверхность излучателя Планка 5b4c. Иттербий является типичным представителем класса редкоземельных металлов, которые вместо нормального спектра абсолютно черного тела излучают спектры, напоминающие спектры линейчатого излучения. Это позволяет относительно узкому спектру испускаемой энергии очень точно соответствовать ширине запрещенной зоны TPV-элемента.

В одном из вариантов осуществления PV-преобразователь 26a (см., например, фигуры 12-13) может быть оборудован множеством треугольных приемных блоков (TRU), каждый из которых будет включать в себя множество фотоэлектрических элементов, например, концентрационные фотоэлектрические элементы переднего размещения, монтажную пластину и располагаемый на задней стороне монтажной пластины охладитель. Охладитель может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как многоканальная пластина, поддерживающая фазовый переход хладагента поверхность и тепловая трубка. Треугольные приемные блоки могут быть соединены вместе для образования по меньшей мере частичного геодезического купола. TRU могут дополнительно иметь схемы соединений, состоящие из по меньшей мере одного из таких элементов, как электрические соединения, шины и каналы для хладагента. В одном из вариантов осуществления приемные блоки и порядок соединений могут иметь геометрию, снижающую сложность системы охлаждения. Количество компонентов PV-преобразователя, например, количество треугольных приемных блоков геодезического сферического PV-преобразователя, может быть уменьшено. PV-преобразователь может включать в себя множество секций. Эти секции могут, соединяясь вместе, образовать частичный кожух вокруг излучателя Планка 5b4c либо PV-окна 5b4. По меньшей мере один из таких элементов, как PV-преобразователь и излучатель Планка 5b4c, может иметь многогранную форму, причем поверхности излучателя Планка и приемных блоков могут быть геометрически согласованы. PV-окно может также иметь сходное геометрическое согласование с PV-преобразователем 26a, например, в случае с PV-окном 5b4 с частичным куполом (см. фигуру 13) и PV-преобразователем 26a с частичным геодезическим куполом. Например, PV-окно может иметь сферическую либо полусферическую форму, а PV-преобразователь может быть оборудован множеством PV-панелей, расположенных в конфигурации геодезического купола, причем, в необязательном порядке, центр сферы PV-окна и центр геодезического купола будут идентичными либо почти идентичными (например, с расхождением до 1 см). Упомянутый кожух PV-преобразователя может

иметь по меньшей мере одну из таких форм, как треугольник, квадрат, прямоугольник, цилиндр либо другие геометрические фигуры. Излучатель Планка 5b4c либо PV-окно 5b4 могут иметь по меньшей мере одну из таких геометрических форм, как квадрат, полусфера либо другая геометрическая форма, необходимая для облучения блоков PV-преобразователя. В одном из типичных вариантов осуществления кожух преобразователя может быть оборудован пятью квадратными блоками, расположенными вокруг излучателя Планка 5b4c либо PV-окна 5b4, которые могут иметь сферическую, прямоугольную либо квадратную форму. Кожух преобразователя может быть дополнительно оборудован приемными блоками, предназначенными для приема светового излучения от основания излучателя Планка либо PV-окна. Геометрия блоков основания может быть такой, что будет оптимизировать процесс использования светового излучения. Упомянутый кожух может состоять из сочетания квадратов и треугольников. Кожух может иметь верхний квадрат, соединенный с верхней секцией, состоящей из четырех чередующихся пар квадратов и треугольников, соединенных с шестью квадратами, выступающими в качестве средней части, соединенной с по меньшей мере с частичной нижней частью, состоящей из четырех чередующихся пар квадратов и треугольников, соединенных с частичным либо отсутствующим нижним квадратом.

Схематический чертеж треугольного элемента массива геодезического плотного массива приемников фотоэлектрического преобразователя показан на фигуре 11. PV-преобразователь 26a в геодезическом куполе (см., например, фигуры 12-13) может быть оборудован плотным массивом приемников, состоящим из треугольных блоков 200, каждый из которых будет состоять из множества концентрационных фотоэлектрических элементов 15, способных преобразовывать световое излучение, испускаемое излучателем Планка 5b4c либо PV-окном 5b4, в электрическую энергию. PV-элементы 15 могут относиться к по меньшей мере одному из таких типов, как выполненные из GaAs P/N-элементы на N-пластине из GaAs, выполненные из InAlGaAs элементы на подложке из InP и выполненные из InAlGaAs элементы на подложке из GaAs. Каждый из таких элементов может быть оборудован по меньшей мере одним переходом. Треугольный блок 200 может быть оборудован защитным корпусом 201, например, выполненным из штампованного листового ковара, горячим портом 202 и холодным портом 204, например, выполненными в виде запрессованных труб, а также соединительными фланцами 203, например, выполненными из штампованного листового ковара, предназначенными для соединения смежных треугольных блоков 200.

В одном из вариантов осуществления, оборудованном источником тепловой энергии, теплообменник PV-преобразователя 26a будет представлять собой множество блоков 200 теплообменника, например, треугольных блоков 200, показанных на

фигуре 11, каждый из которых будет оборудован выходом 202 для вывода горячего хладагента и входом 204 для впуска более холодного хладагента, а также средством для поглощения светового излучения. Это световое излучение может исходить от излучателя Планка 5b4c, например, стенки камеры реакционной ячейки, либо от плазмы гидрино через PV-окно 5b4. Каждый из блоков 200 теплообменника может энергию, не преобразованную в электричество, в виде тепла передавать в протекающий через блок хладагент. По меньшей мере один из входа для впуска и выхода для вывода хладагента может присоединяться к общему водяному коллектору. Система теплообменника может быть дополнительно оборудована насосом для подачи хладагента, баком с хладагентом и теплообменником точки нагрузки, например, радиатором, а также вентилятором, подающим горячий воздух в точку нагрузки с прохождением воздушного потока сквозь радиатор.

Охладитель либо теплообменник каждого приемного блока может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как кожух с хладагентом, оснащенный по меньшей мере одним входом для впуска хладагента и одним выходом для отвода хладагента, по меньшей мере одной структурой распределения хладагента, например, отклоняющей поток перегородкой, например, пластиной с каналами, а также множеством охлаждающих ребер, установленных на монтажную пластину PV-элемента. Такие ребра могут быть выполнены из материала с высокой теплопроводностью, например, серебра, меди либо алюминия. Высота, интервал размещения и распределение ребер могут быть выбраны таким образом, чтобы обеспечивать равномерную температуру по всей площади PV-элемента. По меньшей мере на один из таких компонентов, как монтажная пластина и PV-элементы, охладитель может быть установлен с помощью термозпоксидной смолы. PV-элементы могут быть защищены с передней стороны (освещенной стороны) стеклом либо окном в виде «клеверного листа». В одном из вариантов осуществления кожух, вмещающий в себя приемные блоки, может быть оборудован сосудом высокого давления. Давление в сосуде высокого давления может быть отрегулировано таким образом, чтобы по меньшей мере частично сбалансировать внутреннее давление паров расплавленного металла внутри камеры 5b31 реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления мощность устройства марки SunCell может измеряться оптическим способом с помощью измерителя мощности светового излучения либо спектрометра, способного регистрировать излучение и температуру плазмы в состоянии абсолютно черного тела. Фиксируемая мощность, например, мощность, передаваемая через PV-окно 5b4, может использоваться регулятором для регулирования условий прохождения реакции с образованием гидрино, например, описываемых в настоящем изобретении, необходимых для поддержания необходимой выходной мощности.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуры 12-13) радиус PV-преобразователя может быть увеличенным по сравнению с радиусом излучателя Планка 5b4с либо PV-окна 5b4 для уменьшения интенсивности светового излучения на основе обратной зависимости квадрата радиуса и потока мощности светового излучения. В порядке альтернативы, интенсивность светового излучения может быть уменьшена с помощью системы оптического распределения, состоящей из последовательности полупрозрачных зеркал 23, расположенных вдоль траектории прохождения луча излучателя Планка (см. фигуру 10), которая частично отражает свет, падающий на PV-элементы 15, и дополнительно передает часть такого светового излучения следующему члену последовательности. Упомянутая система оптического распределения может быть оборудована зеркалами, предназначенными для уменьшения интенсивности светового излучения по радиальной траектории, зигзагообразной траектории либо другим траекториям, которые удобны для укладки последовательности PV-элементов и зеркал, необходимых для достижения требуемого распределения и преобразования интенсивности светового излучения. В одном из вариантов осуществления излучатель Планка 5b4с или PV-окно 5b4 могут иметь геометрию, которая будет согласована с системой распределения светового излучения и фотоэлектрического преобразования, состоящей из последовательности зеркал, линз либо фильтров в сочетании с соответствующими PV-элементами. В одном из типичных вариантов осуществления излучатель Планка либо PV-окно могут иметь квадратную форму и согласовываться с прямолинейной геометрией системы распределения светового излучения и PV-преобразования.

Параметры системы охлаждения могут быть выбраны таким образом, чтобы оптимизировать себестоимость, производительность и выходную мощность генератора. Типичными параметрами являются тип хладагента, фазовый переход хладагента, давление хладагента, температура PV-устройства, температура и диапазон температур хладагента, расход хладагента, радиус PV-преобразователя и системы хладагента относительно радиуса излучателя Планка, а также избирательных по рециркуляции светового излучения и диапазону значений длины волны фильтров либо отражателей, расположенных на передней либо задней части PV-устройства для уменьшения количества падающего на PV-устройство светового излучения, которое не может быть преобразовано PV-устройством в электрическую энергию, либо для рециркуляции того светового излучения, которое не смогло преобразоваться при прохождении через PV-элементы. Типичными системами охлаждения будут выступать системы, выполняющие по меньшей мере одну из таких функций, как i.) образование пара на PV-элементах, транспортирование пара и конденсация пара с выделением тепла на границе обмена с окружающей средой, ii) образование пара на PV-элементах, конденсация его обратно в жидкую форму и отведение тепла от единой

фазы в зоне теплообмена с окружающей средой, например, радиатора, а также iii.) удаление тепла с PV-элементов с помощью микроканальных пластин и отведение тепла в зоне теплообмена с окружающей средой. В процессе охлаждения PV-элементов хладагент может оставаться в единой фазе.

5 PV-элементы могут быть установлены на охлаждающие пластины. Тепло из охлаждающих пластин может удаляться по каналам либо трубопроводам для хладагента в охлаждающий коллектор. Такой коллектор может быть оборудован множеством тороидальных труб, которые будут размещены по окружности PV-преобразователя, и которые могут быть расположены с определенным интервалом  
10 вдоль вертикальной оси либо оси z PV-преобразователя и представлять собой отходящие от него трубопроводы или трубы для хладагента. В одном из вариантов осуществления нагретый хладагент может использоваться для обеспечения тепловой энергией точки нагрузки. Система охлаждения может быть оборудована по меньшей мере одним дополнительным теплообменником, предназначенным для охлаждения  
15 хладагента и подачи тепла на точку тепловой нагрузки. Охлажденный хладагент может с помощью насоса рециркулироваться на охлаждающую пластину.

По меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки, резервуары и ЭМ-насосы, может охлаждаться хладагентом, например, водой. Хладагент может пассивно циркулироваться через теплообменник либо с помощью  
20 насоса активно циркулироваться с целью удаления тепла в соответствии с настоящим изобретением. Пассивная циркуляция может представлять собой цикл теплопередачи с образованием и конденсацией пара. По меньшей мере, один из таких компонентов, как PV-элементы и PV-окно, может охлаждаться циркулирующим хладагентом. В одном из вариантов осуществления PV-преобразователь 26a будет оборудован  
25 плотным приемным массивом PV-элементов, PV-окном, кожухом, в который будет помещен PV-преобразователь, хладагентом, циркулируемым через кожух с помощью по меньшей мере одного насоса, теплообменником, по меньшей мере одним датчиком температуры, по меньшей мере одним датчиком расхода, а также теплообменником, предназначенным для удаления тепла по меньшей мере из одного из таких  
30 компонентов, как PV-элементы и PV-окно. Хладагент может иметь низкий коэффициент поглощения светового излучения в спектральной области светового излучения, испускаемого к PV-окно либо от него, причем такое световое излучение может рециркулироваться. Охлаждающей жидкостью может быть вода. Хладагент может представлять собой расплавленную соль, подобранную под рабочую  
35 температуру по меньшей мере одного из таких компонентов, как PV-окно и PV-элементы, и обладающую низким коэффициентом поглощения испускаемого либо рециркулируемого светового излучения. Длина оптической траектории между PV-окном и PV-элементами может быть минимизирована с целью снижения уровня

поглощения испускаемого либо рециркулируемого светового излучения. Скорость потока хладагента может поддерживаться насосом на уровне, обеспечивающем охлаждение PV-окна с целью поддержания стабильной его температуры. В одном из альтернативных вариантов осуществления PV-окно будет эксплуатироваться при температуре, при которой излучение абсолютно черного тела в направлении PV-элементов будет обеспечивать охлаждение, достаточное для поддержания рабочей температуры. В одном из вариантов осуществления полость PV-окна будет достаточно большой для того, чтобы поглощение светового излучения PV-окном будет значительным фактором в процессе нагрева PV-окна по сравнению с нагревом плазмой, причем расстояние от стенок окна до плазмы будет снижать производимый плазмой нагрев.

В одном из вариантов осуществления световое излучение с энергией ниже ширины запрещенной зоны PV-устройства может рециркулироваться путем его отражения от PV-элементов, поглощения излучателем Планка  $5b4c$  и повторного испускания в виде излучения черного тела при рабочей температуре излучателя Планка, например, находящейся в диапазоне примерно от 1000 К до 4000 К. Излучателем Планка может выступать внешняя стенка устройства марки SunCell либо PV-окно, а также плазма реакции с образованием гидрино. В одном из вариантов осуществления отраженное излучение с энергией ниже ширины запрещенной зоны может быть прозрачным для PV-окна и, соответственно, будет поглощаемым газами и плазмой камеры  $5b31$  реакционной ячейки. Поглощаемая отраженная энергия может нагревать излучатель Планка, помогая тем самым поддерживать его температуру и, соответственно, обеспечивать рециркуляцию отраженного светового излучения с энергией ниже запрещенной зоны. В одном из вариантов осуществления, оборудованном излучателем Планка, например, в виде внешней стенки устройства марки SunCell, на поверхность может воздействовать высокая излучательная способность. Покрытие может быть выполнено из графита, карбида, борида, оксида, нитрида либо другого, описываемого в настоящем изобретении, тугоплавкого материала. Типичными покрытиями будут выступать графит,  $ZrB_2$ , карбид циркония и композитные соединения на основе  $ZrC$ , например,  $ZrC-ZrB_2$  и  $ZrC-ZrB_2-SiC$ . Покрытие может представлять собой порошковый слой.

Для способствования процессу согласования плотности излучаемой мощности, передаваемой от устройства марки SunCell, с приемлемой плотностью рабочей мощности термофотоэлектрических (TPV) элементов, мощность, производимая устройством марки SunCell, также может распределяться по большей площади поверхности по меньшей мере одного из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, путем увеличения геометрической площади по меньшей мере одного из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар. В одном из

вариантов осуществления необходимая плотность энергии, излучаемая по меньшей мере одним из таких элементов, как камера реакционной ячейки и стенки резервуара, будет согласована с мощностью, производимой устройством марки SunCell, путем увеличения по меньшей мере одного габаритного размера устройства марки SunCell с целью увеличения площади поверхности соответствующей стенки. TPV-элементы будут выбраны таким образом, чтобы они обладали высокой эффективностью при соответствующей концентрации светового излучения, испускаемого стенками и отбрасываемого на TPV-элементы. В одном из вариантов осуществления, оборудованном PV-окном, в котором концентрация будет превышать по меньшей мере один из таких параметров, как пропускная способность TPV-элементов либо системы охлаждения TPV-элементов, концентрация светового излучения может быть снижена до соответствующего уровня путем размещения TPV-элементов PV-преобразователя 26а на большем расстоянии от PV-окна 5b4, как показано на фигуре 8Е. В одном из типичных вариантов осуществления PV-преобразователь 26а может быть оборудован шестигранной кубической либо прямоугольной полостью, располагающейся по окружности PV-окна 5b4. Нижняя панель PV-преобразователя может крепиться к фланцу 26d PV-окна. Такое соединение может быть выполнено из теплоизоляционного материала, размещенного между PV-панелью и фланцевым соединением. В одном из вариантов осуществления PV-окно, представляющее собой прямую секцию устройства марки SunCell с геометрией в виде перевернутой буквы «У», может быть увеличено в размере с целью распределения светового излучения по большей площади. Типичной геометрией PV-устройства является цилиндрический либо прямоугольный кувшин с корпусом, имеющим большее поперечное сечение, чем поперечное сечение соединения с фланцем секции с геометрией в виде перевернутой буквы «V». В еще одном из вариантов осуществления точка тепловой нагрузки на PV-окне может быть уменьшена за счет увеличения площади его поверхности путем увеличения его размера, причем более обширная площадь будет приводить к увеличению потери тепла в порядке поддержания необходимой рабочей температуры окна.

В одном из вариантов осуществления TPV-преобразователь будет помещен в камеру, способную функционировать в по меньшей мере в одном из таких режимов, как вакуум, атмосферное давление либо давление выше атмосферного. TPV-преобразователь может удерживаться в условиях вакуума либо инертной атмосферы, например, атмосферы благородного газа, в частности, аргоновой атмосферы.

Указанная камера может быть оборудована электрическими вводами для электрических соединений, необходимых для подачи токов на систему воспламенения, ЭМ-насос и плазменную разрядную ячейку 900, а также для других соединений,

необходимых для питания датчиков, например, датчиков температуры, потока газа, давления газа, оптической мощности и оптического спектра.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере часть мощности, необходимой для работы по меньшей мере одного из таких элементов, как устройство марки SunCell, котел и описываемый в настоящем изобретении воздушный теплообменник, например, для обеспечения по меньшей мере одной из таких функций, как энергия воспламенения, энергия питания ЭМ-насоса, энергия питания вакуумного насоса, энергия питания регулятора, энергия питания холодильного устройства либо охладителя, а также энергия питания нагнетателя, может обеспечиваться термофотоэлектрическим преобразователем устройства марки SunCell. В одном из типичных вариантов осуществления системы, состоящей из устройства марки SunCell, воздушного теплообменника TPV-устройства, в которой мощность, необходимая для работы устройства марки SunCell, по меньшей мере частично, обеспечивается за счет TPV-преобразования излучения, испускаемого устройством марки SunCell (см. фигуры 9F и 9I), излучение абсолютно черного тела, испускаемое по меньшей мере одним из таких элементов, как стенки реакционной ячейки, стенки резервуара и PV-окно, может направляться на PV-преобразователь, а остающаяся тепловая мощность, вырабатываемая устройством марки SunCell, может передаваться воздушной смеси с помощью воздушного теплообменника, например, показанного на фигурах 9G-H или 7G. В одном из вариантов осуществления источника питания системы воспламенения котла PV-окно и PV-преобразователь, необходимые для обеспечения по меньшей мере некоторого количества электроэнергии, используемой в качестве источника питания системы воспламенения, могут быть помещены в кожух, обладающий по меньшей мере одним из таких свойств, как водонепроницаемость и воздухопроницаемость.

В одном из вариантов осуществления оптический источник тепловой энергии будет оборудован устройством марки SunCell 812, оснащенным PV-окном 5b4, например, показанным на фигурах 2-5, 8A-8L, 13 и 9J, в котором нагреваемая точка нагрузки будет прямо или опосредованно облучаться по меньшей мере одним из таких источников излучения, как плазма, абсолютно черное тело, источник ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучения устройства марки SunCell. В необходимом месте такое излучение может отражаться с помощью по меньшей мере одного из таких элементов, как одно или более зеркал и одна или более линз. Световое излучение может с использованием соответствующих отражателей вводиться по зигзагообразной траектории луча. В одном из вариантов осуществления, показанном на фигуре 9J, излучение может быть ограничено пределами кожуха, например, тепловой полости, в частности, теплоизолированной полости 930 печной системы 928, например, дополнительно оборудованной циркулятором воздуха 929 и конвейером 932. Тепловая полость может быть представлять собой оптическую термопечь. По

меньшей мере одна из стенок печи может быть представлять собой полость либо излучатель Планка. Устройство марки SunCell 812 может быть оборудовано нагревательной лампой. Теплоизоляция стенок полости может быть выполнена из теплоизоляционного материала, способного выдерживать высокие температуры, например, из керамики, в частности, описываемой в настоящем изобретении, например, из оксида алюминия, диоксида кремния, оксида магния, оксида гафния, диоксида циркония, BN либо графита. Оптическая термопечь может быть дополнительно оборудована датчиками, например, термодатчиками, а также средствами управления, например, средствами управления выходной оптической мощностью устройства марки SunCell, предназначенными для управления внутренней температурой печи. Печь может представлять собой пусковую печь устройства марки SunCell 931. Пусковая печь 931 может производить расплавленный металл, например, олово. Пусковая печь может быть переключаться с режима нагрева устройства марки SunCell, применяемого во время пуска, в режим нагрева печи энергией устройства марки SunCell, применяемого после выполнения пуска. Оптическая термопечь может быть оборудована более чем одной полостью, например, вмещающей в себя устройство марки SunCell 931, а также другой рабочей камерой 930 печи, в которую для ее нагрева поступает световое излучение, испускаемое PV-окном 5b4. Полость печи, вмещающая в себя устройство марки SunCell 931, может представлять собой пусковую печь. В одном из вариантов осуществления, оборудованном множеством камер, одна камера 931 может вмещать в себя устройство марки SunCell, а другая может представлять собой рабочую камеру 930, выполняющую нагрев помещенного в такую рабочую камеру необходимого материала либо объекта. В одном из вариантов осуществления PV-окно может, по меньшей мере частично, перекрываться PV-элементами PV-преобразователя 26a для преобразования по меньшей мере части испускаемого плазмой излучения в электрическую энергию. Эта электрическая энергия может по меньшей мере частично стабилизироваться стабилизатором напряжения, источником питания и регулятором 2 под использование для питания точек паразитной нагрузки, например, энергии воспламенения, энергии питания ЭМ-насоса, энергии питания регулятора, энергии тлеющего разряда и энергии питания вакуумного насоса. Оптическая мощность для обеспечения энергетических термических потребностей промышленных печей и топков в сочетании с мощностью котла и его паровоздушного теплообменника может использоваться во многих областях, например, обогрева помещений и технологического нагрева, паровой обработки, приготовления пищи, приготовления пищи на гриле, выпекания, сушки, консервации, плавления, очищения, производства синтетического топлива, производства аммиака, опреснения, очищения, а также производства цемента.

В одном из вариантов осуществления котел марки SunCell, показанный на

фигуре 9К, будет оборудован печью либо топкой, например, показанной на фигуре 9J, предназначенной для внешнего нагрева камеры 116 котла с помощью устройства марки SunCell 812. Внешний резервуар 36 подпиточной воды может подавать подпиточную воду и гасить турбулентность воды в камере 116 котла. Котел марки SunCell может быть оборудован устройством марки SunCell 812 с плазменным окном 5b4 и 5ab4, показанным на фигурах 8A-8L и 9J, поглотителем Планка 942, расположенным снаружи камеры 116 котла, например, на стенке либо основании, а также теплообменником 943, предназначенным для передачи тепла от поглотителя Планка 942 к воде, находящейся внутри камеры 116 котла, с получением по меньшей мере одного из таких веществ, как нагретая вода и пар. В одном из типичных вариантов осуществления поглотитель Планка 942 может быть выполнен из анодированного металла, например, металла с высоким коэффициентом теплопередачи, в частности, анодированной меди либо анодированного алюминия. По меньшей мере часть устройства марки SunCell, например, PV-окно 5b4 и 5ab4, может быть помещена в камеру 931A. Камера 931A может быть выполнена из множества камер, например, одной верхней камеры 931A и другой нижней камеры 931B, причем верхняя камера будет поддерживаться в более горячем состоянии, чем нижняя. Нижняя камера может быть дополнительно оборудована определенными средствами, например, вентиляторами 946, предназначенными для охлаждения ЭМ-насосов 5kk после инициирования плазмы гидрино, причем обе камеры могут служить в качестве нагревательной печи, предназначенной для получения расплавленного металла, необходимого для запуска реакции с образованием гидрино. Теплообменник 943 может быть оборудован теплопередающими стержнями, например, медными либо алюминиевыми стержнями, или тепловыми трубками, проникающими сквозь стенку полости 116 котла, а также может быть дополнительно оборудован теплопередающими поверхностями, например, патрубками либо ребрами соединенными с указанными стержнями либо тепловыми трубками. В одном из типичных вариантов осуществления окно 5b4 устройства марки SunCell будет передавать оптическую мощность, необходимую для нагрева поглощающей пластины 942, расположенной в основании снаружи бака 116 котла, причем пластина 942 будет оснащена теплопередающими ребрами 943, расположенными в резервуаре с водой на противоположной стороне основания бака. В одном из альтернативных вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как PV-окно, например, 5b4, и часть устройства марки SunCell, например, часть камеры 5b31 реакционной ячейки, которая может быть оснащена теплоизоляцией, может быть заведен внутрь камеры 116 котла через проход в стенке камеры котла, дабы котловая вода могла нагреваться под действием прямого излучения плазмы, а также тепловой конвекции и теплопроводности.

Устройство марки SunCell может быть оборудовано PV-преобразователем 26а, предназначенным для питания точек паразитной нагрузки. PV-преобразователь 26а, например, показанный на фигурах 9J и 9K, может располагаться по периметру PV-окна 5ab4 и 5b4, дабы обеспечивать совместную выработку излучаемой оптической мощности и электрической энергии. Для поддержания по меньшей мере одного из таких условий, как высокая скорость прохождения реакции с образованием гидрино и высокая проницаемость продуктов реакции с образованием гидрино в стенки реакционной ячейки, устройство марки SunCell может эксплуатироваться с по меньшей мере одним из таких элементов, как стенки камеры реакционной ячейки и камера реакционной ячейки 5b31, пребывающим под высокой температурой, например, находящейся в диапазоне примерно от 110°C до 3000°C.

В еще одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell 812, например, показанное на фигуре 13, может быть оборудовано PV-преобразователем 26а, выводящим большую часть энергии, генерируемой реакцией с образованием гидрино, в виде электрической энергии. Котел, например, показанный на фигуре 9K, может быть оборудован электрическим нагревательным элементом, заменяющим собой поглотитель Планка котла водяным теплообменником 943 и питаемым от электрической энергии, вырабатываемой устройством марки SunCell.

В одном из вариантов осуществления PV-окно устройства марки SunCell, например, PV-окно оптической термопечи, может быть выполнено из множества окон, например, пространственно разнесенных стекол, в частности, показанного на фигурах 8I и 8L и 13, состоящего из внутреннего окна либо стекла 5ab4 и внешнего окна либо стекла 5b4. Разнесенные стекла могут образовывать собой полость. PV-окно может быть оборудовано вакуумным насосом. Содержимое данной полости может дифференциально откачиваться вакуумным насосом для поддержания в полости по меньшей мере частичного вакуума. Дифференциальная откачка может ослаблять любую утечку воздуха. Внешнее стекло может быть по меньшей мере частично поддерживать вакуум. Внутреннее стекло может по меньшей мере частично изолировать расплавленный металл и плазму от полости. В еще одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell может быть оборудовано резервуаром с инертным газом, например, аргоном, по меньшей мере одним клапаном, регулятором расхода, датчиком давления и регулятором, поддерживающим необходимое давление газа в полости, например, выше атмосферного. В одном из вариантов осуществления упомянутая печь может быть оборудована вакуумплотной либо герметичной емкостью либо полостью, причем такая печь с возможностью поддержания вакуума или герметизации может быть соединена с камерой 916 либо оборудована такой камерой (см. фигуры 8G, 8I и 8L). В камере 916 с помощью дифференциального вакуумного

насоса могут поддерживаться условия вакуума либо может поддерживаться необходимое давление необходимой атмосферы, например, атмосферы инертного газа.

В одном из вариантов осуществления оптическая мощность, производимая в камере реакционной ячейки, может передаваться через PV-окно на фотоэлектрический преобразователь, описываемый в настоящем изобретении, и преобразовываться в электрическую энергию. Такая электрическая энергия может быть использована в любом практическом решении применения электрической энергии, известном в данной области техники, например, в типичных практических решениях либо точках нагрузки, в числе которых резистивный нагрев, кондиционирование воздуха, электрические печи, высокотемпературные электрические топки, электродуговые топки, электрические паровые котлы, тепловые насосы, системы освещения, тяговой подвижный состав, электродвигатели, бытовая техника, электроинструменты, компьютеры, аудио-видео системы и центры обработки данных. Устройство марки SunCell может быть выполнено в любом масштабе, необходимом для удовлетворения любых потребностей в нагрузке, или же устройство марки SunCell может быть включено в состав любого необходимого масштаба. Упомянутый PV-преобразователь может быть спроектирован под вывод необходимого диапазона значений силы тока и напряжения. Устройство марки SunCell может быть оборудовано соответствующими энергопреобразующими системами, предназначенными для таких практических решений, как по меньшей мере один инвертор, трансформатор и преобразователь постоянного тока, а также преобразователь напряжения постоянного тока и регулятор.

В одном из вариантов осуществления выходная мощность устройства марки SunCell может регулироваться до необходимого уровня путем регулирования параметров, определяющих скорость прохождения реакции с образованием гидрино, например, параметров, описываемых в настоящем изобретении. Выходная мощность может измеряться с помощью по меньшей мере одного из таких средств, как (i) измерение оптической мощности устройства марки SunCell с помощью оптического датчика, например, фотодиода, (ii) измерение выходной электрической мощности PV-преобразователя 26а, а также (iii) измерение тепловой мощности с помощью термодатчика, например, оптического пирометра либо термпары. Выходная мощность будет определяться скоростью прохождения реакции с образованием гидрино, которая может измеряться по интенсивности и частоте звука, производимого реакцией с образованием гидрино, которая может находиться в диапазоне примерно от 1 Гц до 30000 Гц. Управляющие параметры, определяющие скорость прохождения реакции с образованием гидрино, например, описываемые в настоящем изобретении (например, скорость потока  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2O$ , скорость ЭМ-перекачивания, сила тока воспламенения, рабочая температура), могут изменяться на основе по меньшей мере

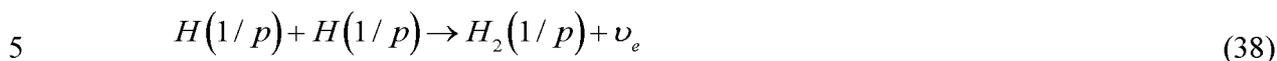
одного из таких свойств, как звук и частота плазмы, необходимые для обеспечения необходимой скорости прохождения реакции с образованием гидрино.

В одном из вариантов осуществления отсутствие гравитации может компенсироваться силами инерции или перепадами давления. В частности, в аэрокосмическом варианте осуществления ЭМ-насос будет выполнять перекачивание с 5 быстротой и мощностью, достаточными для того, чтобы поддерживать расплавленный металл в соответствующем резервуаре на необходимом уровне заполнения расплавленным металлом с одновременным поддержанием процесса впрыска расплавленного металла. В одном из вариантов осуществления для преодоления 10 гравитационных и центробежных сил, которые могут возникать при движении устройства марки SunCell, ЭМ-насосом будут задействованы силы инерции. ЭМ-насос может выполнять перекачивание расплавленного металла из камеры реакционной ячейки. ЭМ-насос может выполнять транспортирование расплавленного металла к резервуару и ко входному патрубку ЭМ-насоса, необходимое для поддержания 15 впрыскиваемого потока через впрыскивающую часть ЭМ-насоса 5кб1. В еще одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell может быть установлено на платформу, который, вращаясь, будет создавать центробежную силу, действующую в направлении основания каждого резервуара ЭМ-насоса и, заменяя собой силу тяжести, обеспечивающую возврат потока расплавленного металла. В еще одном из вариантов 20 осуществления, показанном на фигурах 8С-D, устройство марки SunCell, предназначенное для термофотоэлектрического (TPV) преобразования и оснащенное функцией рециркуляции светового потока, будет иметь геометрию в виде перевернутой буквы «У», причем перевернутая V-образная часть геометрии в виде перевернутой буквы «У» будет состоять из двух резервуаров с функцией впрыска 5с, 25 сообщающихся с камерой 5b31 реакционной ячейки, а прямой элемент геометрии в виде перевернутой буквы «У» будет представлять собой излучатель Планка либо PV-окно 5b4. По меньшей мере один из таких компонентов, как горячая плазма и объемное вытеснение расплавленного металла газами камеры реакционной ячейки, может создавать градиент давления газа между камерой 5b31 реакционной ячейки и 30 PV-окном, образуя собой полость, который, воздействуя на расплавленный металл силой, вынуждает его течь обратно и удерживаться в резервуарах, где такой расплавленный металл может скапливаться по действием поверхностного натяжения.

### **Система связи на основе нейтрино**

35 Молекула гидрино состоит из двух ядер изотопа водорода и двух электронов, находящихся на одной молекулярной орбитали (МО). Уникальной особенностью является то, что на МО размещается спаренный и неспаренный электрон (см. публикацию: Mills GUT, Раздел «Параметры и магнитные энергии, обусловленные

спиновым магнитным моментом  $H_2(1/4)$ »). Для сохранения спиновый момент импульса в процессе образования связи между двумя атомами гидрино энергия связи должна высвободиться в виде нейтрино, например, электронного нейтрино со спином  $1/2$ :



В частности, нейтрино представляет собой фотон, обладающий в своих электрическом и магнитном полях моментом импульса  $\frac{\hbar}{2}$  (см. публикацию: Mills GUT, раздел «Нейтрино»). В процессе прохождения реакции, представленной уравнением (38), момент импульса реагентов сохраняется в образующихся продуктах, причем как  
10 каждый из двух вступающих в реакцию атомов гидрино, так и образующиеся в итоге молекулярный гидрино и электронный нейтрино имеют спин  $1/2$ . Реакция с испусканием нейтрино (см. уравнение (38)) может использоваться в области связи.

В одном из вариантов осуществления система и способ поддержания связи на основе нейтрино предусматривают наличие излучателя нейтрино, оборудованного  
15 реакционной системой, предназначенной для образования гидрино, причем по меньшей мере один из таких элементов, как скорость прохождения реакции с образованием гидрино и скорость образования молекулярного гидрино, может варьироваться во времени и по интенсивности, чтобы вызывать модулируемую во времени реакцию с образованием гидрино с сопутствующим модулируемым во  
20 времени испусканием нейтрино. В одном из вариантов осуществления скорость прохождения реакции с образованием гидрино может регулироваться путем регулирования силы тока воспламенения, тока питания ЭМ-насоса, а также потока реагентов. Упомянутая модуляция может представлять собой мультиплексирование с частотным разделением, амплитудную модуляцию и другие, известные в данной  
25 области техники, способы одновременной передачи множества отдельных сообщений, видео или данных. Система связи на основе нейтрино может быть дополнительно оборудована модификатором скорости, предназначенным для управления по меньшей мере одним из таких параметров, как скорость прохождения реакции с образованием гидрино и скорость образования молекулярного гидрино. Такой модификатор  
30 скорости может быть оборудован по меньшей мере одним источником поля и одним источником пучка, в частности, одним из таких элементов, как источник электрического поля, магнитного поля, пучка фотонов и пучка частиц. Указанный пучок частиц может представлять собой пучок электронов. Указанный пучок фотонов может представлять собой лазер, например, газовый либо диодный лазер  
35 ультрафиолетового, видимого либо инфракрасного диапазона. Упомянутый модификатор скорости может представлять собой окно, например, окно для пропускания фотонов либо лазерного излучения или окно для пропускания пучка

частиц. Упомянутое окно для лазерного излучения может представлять собой PV-окно. Типичное окно для пропускания пучка электронов будет представлять собой окно, выполненное из нитрида кремния. Упомянутый модификатор скорости может принадлежать к по меньшей мере одному из таких типов, как импульсный во времени  
5 либо модулируемый по интенсивности, дабы вызывать соответствующие вариации в испускании нейтрино, кодирующих передаваемую средствами связи информацию.

В одном из вариантов осуществления система связи на основе нейтрино будет включать в себя одну либо более единиц по меньшей мере одного из таких элементов, как преобразователь, например, аудио- либо видеопреобразователь, предназначенный  
10 для создания связного сигнала либо потока данных, устройство обработки данных, например, компьютеризированная система, поток данных, например, данные, сохраняемые либо обрабатываемые в компьютеризированной системе, по меньшей мере один элемент памяти для сохранения и подачи связного сигнала либо потока данных, вывод потока данных и связного сигнала из устройства обработки данных, а  
15 также контроллер, на который поступает вывод потока данных и связного сигнала из устройства обработки данных, и который осуществляет управление модификатором скорости прохождения реакции с образованием гидрино.

В одном из вариантов осуществления смесь для реакции с образованием гидрино может представлять собой твердую матрицу, содержащую в себе (i) источник  
20 водорода, например, по меньшей мере одно из таких веществ, как молекулы водорода, гидрид либо органическое соединение, а также (ii) источник катализатора на основе НОН, например, воду, гидроксид, пероксид, водород, оксид, кислород, супероксид и смесь химически связанных веществ, содержащую в себе по меньшей мере один из таких элементов, как водород и кислород. Указанная матрица, например,  
25 кристаллическая матрица, в частности, галогенид щелочного или щелочноземельного металла, алмаз, кварц либо другое неорганическое кристаллическое соединение, может быть прозрачной для лазерного излучения, например, ультрафиолетового, видимого либо инфракрасного спектра. Мощности такого лазерного излучения может быть достаточно для того, чтобы вызывать реакцию с образованием гидрино путем  
30 освещения твердой матрицы, содержащей в себе реагенты гидрино.

В одном из вариантов осуществления реакционная система для образования гидрино будет включать в себя (i) реакционную камеру, содержащую в себе смесь для  
реакции с образованием гидрино, например, по меньшей мере одно из таких веществ, как водяной пар, газообразный водород и газообразный кислород, (ii) по меньшей мере  
35 один источник смеси для реакции с образованием гидрино, например, баллоны с газом, клапаны, трубопроводы, расходомеры, манометры, регуляторы давления, контроллер и лазер, причем по меньшей мере один из таких параметров, как скорость прохождения реакции с образованием гидрино и скорость образования молекулярного гидрино,

может варьироваться во времени и по интенсивности либо модулироваться во времени импульсами лазерного излучения для инициирования модулируемой во времени реакции с образованием гидрино с сопутствующим модулируемым во времени испусканием нейтрино. Упомянутое лазерное излучение может приводить к тому, что модулируемая во времени плазма, воздействуя на реакционную смесь, будет вызывать указанную модулируемую скорость прохождения реакции с образованием гидрино и модулируемый связной сигнал на основе испускания нейтрино.

Настоящее изобретение также включает в себя систему связи и способ поддержания связи на основе нейтрино. Они могут включать в себя приемник нейтрино, оборудованный источником молекулярного гидрино, обладающего энергией связи, эквивалентной энергии связи в молекуле гидрино, испустившей нейтрино в процессе образования связи, необходимой для формирования сигнала излучателя. Молекулярный гидрино приемника может поглощать попадающий в него нейтрино с соответствующим разрывом связи и образованием двух атомов гидрино. По меньшей мере один из таких процессов, как преобразование молекулярного гидрино в атомы гидрино и получение атомов гидрино в результате поглощения нейтрино молекулой гидрино, может контролироваться по времени и концентрации с помощью гидринового датчика связи. Такой датчик может представлять собой квантовое интерференционное устройство (СКВИД), например, ВЧ-СКВИД. Данный датчик может быть оборудован трансформатором, например, сверхпроводящим трансформатором, соединенный со СКВИДом, например, ВЧ-СКВИДом. Типовым сверхвысокочувствительным датчиком на основе ВЧ-СКВИДа будет выступать датчик, предложенный Р.М. Вайскоффом и соавторами в публикации: «rf SQUID detector for single-ion trapping experiments» (Детектор на основе ВЧ-СКВИДа для проведения экспериментов по захвату единичных ионов), *Journal of Applied Physics*. Том 63, стр. 4599 (1988г.); <https://doi.org/10.1063/1.340137>. Такой датчик может намагничиваться для повышения его чувствительности. Датчик на основе СКВИДа может реагировать на поступающий с излучателя высокочастотный связной сигнал, выделяя его на фоне низкочастотного сигнала благодаря относительно медленной обратной реакции с преобразованием атомов гидрино в молекулы гидрино. Датчик на основе СКВИДа может включать в себя по меньшей мере один элемент обработки сигналов и предусматривать по меньшей мере один способ их обработки, например, известные в данной области техники, которые будут предназначены для преобразования входных сигналов в выходные связные сигналы. Указанный обрабатывающий элемент может быть оборудован одной либо более единицами таких компонентов, как (i) по меньшей мере один фильтр, например, фильтр высоких, низких и полосовых частот, предназначенный для отбора необходимого сигнала либо необходимой полосы частот обрабатываемого сигнала, (ii) фазосдвигающее устройство, предназначенное для

сдвига фазы сигнала, (iii) усилитель, предназначенный для усиления сигнала, (iv) контур обратной связи, предназначенный для подавления шумовых сигналов по отношению к связному сигналу и стабилизации СКВИДа, (v) по меньшей мере один индуктор, конденсатор и резистор, предназначенные для обеспечения по меньшей мере

5 одного из таких параметров, как необходимый импеданс, необходимая резонансная частота и необходимый коэффициент качества Q, (vi) смеситель, гетеродин, модулятор, демодулятор либо преобразователь частоты, предназначенные для сдвига по меньшей мере одного из таких параметров, как частота и фаза сигнала датчика на основе СКВИДа, а также (vii) обрабатывающее устройство, например,

10 компьютеризированная система, предназначенное для обработки сигналов и вывода связанных сигналов. Датчик на основе СКВИДа может реагировать на изменение магнитного потока, вызываемое преобразованием по меньшей мере одной молекулы гидрино в соответствующие атомы гидрино. Джозефсоновский переход на основе СКВИДа может предусматривать наличие по меньшей мере одной молекулы гидрино.

15 В еще одном из вариантов осуществления упомянутый датчик может представлять собой датчик атомов гидрино, например, датчик, реагирующий на линию сверхтонкой структуры, связанную с электронно-ядерным спин-флип-переходом. Датчик сверхтонкой структуры может быть оборудован источником электромагнитного излучения, способного производить резонансное поглощение

20 сверхтонкого перехода атомов гидрино, детектором поглощения резонансного электромагнитного излучения и обрабатывающим устройством. В одном из типичных вариантов осуществления сверхтонкая структура  $H(1/4)$  будет иметь резонансную частоту примерно на уровне  $21,4 \text{ см}^{-1}$ . В еще одном из вариантов осуществления датчик атомов гидрино может представлять собой датчик по меньшей мере одного из

25 таких явлений, как ядерный либо электронный спин-флип-переход атомов гидрино в приложенном магнитном поле, причем датчик либо система контроля атомов гидрино будут оборудованы источником магнитного поля, например, постоянным магнитом либо электромагнитом, прикладываемым к атому гидрино магнитное поле, источником электромагнитного излучения, способным производить резонансное

30 поглощение ядерного либо электронного спин-флип-перехода в приложенном магнитном поле, детектором поглощения резонансного электромагнитного излучения и обрабатывающим устройством. В еще одном из вариантов осуществления указанный датчик может представлять собой датчик гидридных ионов гидрино, например, реагирующий на излучение, производимое в процессе связывания электрона

35 с соответствующим атомом гидрино с образованием гидридного иона гидрино. Такой датчик может быть оборудован оптическим детектором, способным обнаруживать по меньшей мере одну конкретную длину волны либо частотную полосу, например, по меньшей мере одним фотодиодом и по меньшей мере одним фильтром. В порядке

альтернативы, указанный датчик может быть оборудован спектрометром, реагирующим на испускание гидрино гидридом. Испускание гидридных ионов гидрино (H-) может соответствовать энергии связи согласно уравнению (19). В одном из типичных вариантов осуществления, в котором получаемые согласно уравнению (19) значения составляют от  $P = 2$  до  $P = 24$ , дают значения энергии связи гидридного иона, соответственно, 3, 6,6, 11,2, 16,7, 22,8, 29,3, 36,1, 42,8, 49,4, 55,5, 61,0, 65,6, 69,2, 71,6, 72,4, 71,6, 68,8, 64,0, 56,8, 47,1 34,7, 19,3 и 0,69 эВ. Такое испускание может представлять собой непрерывное излучение с отсечкой энергии связи и может дополнительно включать в себя структуру потокосцепления испускания гидридных ионов.

Временная вариация и интенсивность отклика датчика могут обрабатываться обрабатывающим устройством с целью получения сообщения в виде переданного нейтринного сигнала. Обработка сигнала может включать в себя гетеродинный сдвиг, фильтрацию и другие, известные в данной области техники, способы улучшения соотношения сигнал/шум и снижения уровня любого фонового сигнала. Типичным источником молекулярного гидрино будет выступать молекулярный гидрино, встроенный в кристаллическую решетку соединения, например,  $KCl:H_2(1/4)$  либо  $GaOON:H_2(1/4)$ . Другим источником будет выступать молекулярный гидрино, встроенный в решетку, служащую источником электронов, например, в металлическую решетку, в частности, из тонкопленочного алюминия или циркония, причем такой источник будет по меньшей мере частично прозрачным для испускания гидрино гидрида, образующегося в решетке в процессе обнаружения нейтрино.

Испускание нейтрино может иметь направленный характер, например, проходить по визирной оси. Визирная же ось может проходить сквозь физические структуры либо даже сквозь Землю. Выравнивание излучателя и приемника может определяться по информации о местоположении, например, GPS-координатам излучателя и приемника. В одном из вариантов осуществления упомянутая система связи будет дополнительно оборудована по меньшей мере одним из таких элементов, как управляемый источник магнитного поля и управляемый источник фотонов, например, лазером, предназначенными для создания направленного испускания нейтрино. Направленность может обеспечиваться за счет магнитного выравнивания по меньшей мере одного из таких элементов, как ядерный и электронный спины атомов гидрино, и образующегося молекулярного гидрино, а также поляризации по меньшей мере одного из таких элементов, как электронный и ядерный спины, по меньшей мере одной из таких частиц, как атомы и молекула. Поляризация может обеспечиваться за счет лазерного излучения. В еще одном из вариантов осуществления дополнительный способ модуляции испускания нейтрино будет обеспечиваться за счет связывания испускания нейтрино с возбуждением молекулярного гидрино. Возбуждение

молекулярного гидрино может включать в себя по меньшей мере один из таких процессов, как молекулярное вращательное связывание, колебательное связывание, спин-флип-связывание, спин-орбитальное связывание гидрино, потокосцепление и энергетический переход магнитного наклона в процессе испускания нейтрино, причем указанная модуляция может предусматривать по меньшей мере одно из таких явлений, как энергетический сдвиг и временная модуляция. Система связи на основе нейтрино может быть дополнительно оборудована системой модуляции испускания нейтрино, вызывающей резонансное возбуждение молекулярного гидрино, которая будет включать в себя по меньшей мере один из таких элементов, как источник магнитного поля, например, постоянный магнит либо электромагнит, источник электромагнитного излучения, например, источник радиочастотного излучения, а также источник фотонов, например, лазер. Указанная система модуляции может быть оборудована по меньшей мере одним из таких элементов, как спектрометр электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и спектрометр комбинационного рассеяния. В одном из вариантов осуществления нейтрино могут поляризоваться. Поляризация может обеспечиваться за счет приложения к камере реакционной ячейки магнитного поля, причем указанная модуляция сигнала испускания может кодироваться с использованием по меньшей мере одного из таких процессов, как радиочастотное, лазерное либо электронно-лучевое излучение.

При упоминании в настоящем документе Приложения либо Подприложения дается отсылка к Приложению к Заявке № 62/236,198, поданной 23 августа 2021 года на получение патента в США, которая посредством ссылки включена в настоящий документ во всей своей полноте и, в частности, в части приведенных в ней таких спектроскопических измерений, как ЭПР и спектроскопия комбинационного рассеяния, материала, полученного системами, предусмотренными настоящим изобретением, и собранного в соответствии с ним.

## **ПРИМЕРЫ**

### **Пример 1**

В окно были внесены различные изменения, целью которых было улучшить оптическое пропускание им светового излучения, испускаемого плазмой в процессе работы системы. Для определения изменений в окне, подходящих для обеспечения работоспособности системы, использовалась описываемая в настоящем изобретении вдвоенная система впрыска потока расплавленного металла. В системе было задействовано 10-12 кг расплавленного олова, которое, непрерывно вытекая из электрически разделенных резервуаров и протекая через два электромагнитных насоса и через соответствующие раструбы, пересекалось в виде потоков расплава и образовывало замкнутый электрический контур.

В первой серии экспериментов использовалось окно, выполненное из кварцевого стекла. Кинетическая энергия, сообщавшаяся расплавленному металлу и расплавленному оксиду металла в процессе генерирования плазмы, вызывала образование накоплений на внутренней стороне окна. После непродолжительной работы эти дефекты начинали препятствовать оптическому пропусканию и, соответственно, ограничивать сбор энергии. Работа системы в процессе генерирования второй плазмы приводила к плавлению и деформации кварцевого стекла.

В PV-окно были внесены изменения, целью которых было повысить степень пропускания PV-окном и, соответственно, максимально увеличить эффективность сбора энергии за счет впрыскивания на его поверхность в процессе генерирования второй плазмы олова, поступающего из электромагнитного насоса, сообщаемого по текучей среде с резервуарами с оловом.

Благодаря внесению в PV-окно и в настройки системы такого изменения увеличилось оптическое пропускание PV-окном, что обеспечило бесперебойное функционирование такого окна и позволило выполнять замеры спектров испускания. Было установлено то обстоятельство, что особенно хорошо указанные изменения работают в тех случаях, когда для прохождения реакции с образованием второй плазмы в качестве расплавленного металла используется олово (например, по сравнению с галлием).

### Пример 2

Для выполнения замеров спектров испускаемого второй плазмой излучения использовалась описываемая в настоящем изобретении сдвоенная система впрыска потока расплавленного металла. В системе было задействовано 10-12 кг расплавленного олова, которое, непрерывно вытекая из электрически разделенных резервуаров и протекая через два электромагнитных насоса и через соответствующие раструбы, пересекалось в виде потоков расплава и образовывало замкнутый электрический контур. Резервуары электромагнитных насосов имели противоположные заряды для пропускания через пересекающиеся потоки тока, подаваемого от источника питания, настроенного на режим постоянного тока. Были проведены повторные испытания, например, в рамках некоторых экспериментов входной ток поддерживался на уровне 790 А.

Газообразный водород ( $H_2$ ) и газообразный кислород ( $O_2$ ) подавались в ячейку с тлеющим разрядом, исходящий из которой поток направлялся на пересекающиеся разнополюсные потоки расплавленного олова. Для инициирования процесса образования второй плазмы водород в ячейку с тлеющим разрядом подавался со скоростью потока  $2000 \text{ см}^3/\text{мин}$ , а кислород –  $30 \text{ см}^3/\text{мин}$ .

Для замера спектров испускаемого второй плазмой излучения в диапазоне от 180 до 800 нм со временем выборки 100 мс и щелью 25 мкм использовался спектрометр марки Mightex UV-Vis\_IR. Спектры испускаемого второй плазмой излучения замерялись после внесения в PV-окно изменений, оговаривавшихся в примере 1. На фигуре 14 представлены спектры излучения, которые замерялись в

5

условиях испускания, производившегося второй плазмой, образовавшейся в системе в процессе работы. Как видно, эти спектры излучения характеризуются некоторыми особенностями в части насыщения.

Во время работы концентрация образующейся воды и атомарного водорода в реакционной ячейке была снижена, что значительно ослабило выходную мощность.

10

На фигуре 15 представлены спектры излучения, испускавшегося плазмой, полученной в условиях ограниченного количества реагентов, на которых можно четко определить пики испускания плазмы. Как видно, световую отдачу можно регулировать путем изменения концентрации исходных реагентов.

15

Подача в ячейку с тлеющим разрядом водорода и следового количества кислорода была прекращена и заменена аргоном, который подавался со скоростью, обеспечивающей постоянное общее давление на уровне 5 Торр. Входной ток поддерживался на уровне 790 А, но при удалении реагентов напряжение возрастало с исходных 48 В (напряжение в процессе генерирования плазмы) до 61 В с соответствующим спадом интенсивности светового излучения плазмы. Комплексная интенсивность светового излучения по всему диапазону значений длины волны для интервала генерирования большой мощности в результате прохождения реакции с образованием гидрино при входной мощности на уровне 36 кВт была в 11,7 раза выше, чем в пределах интервала малой мощности плазмы при входной мощности на уровне 40 кВт, что соответствует выходной оптической мощности на уровне 470 кВт в первом случае. Фигура 14 была составлена по входной мощности 36 кВт, подававшейся через разнополюсные потоки, в результате чего измеренная выходная оптическая мощность составила 470 кВт. Хотя излучение, показанное на фигуре 15, указывает на более чем в 11,7 раза меньшую выходную оптическую мощность в условиях снижения концентрации  $H_2$ , при 40 кВт входная мощность (в режиме постоянного тока) была большей. Для поддержания плазмы с более низким выходом ввиду снижения выходной мощности плазмы требовалось более высокое напряжение, что помогало управлять системой.

20

25

30

### Пример 3

Для выполнения замеров спектров испускаемого второй плазмой излучения использовалась описываемая в настоящем изобретении сдвоенная система впрыска потока расплавленного металла. В системе было задействовано 10-12 кг расплавленного олова, которое, непрерывно вытекая из электрически разделенных резервуаров и протекая через два электромагнитных насоса и через соответствующие

35

раструбы, пересекалось в виде потоков расплава и образовывало замкнутый электрический контур. Электромагнитные резервуары имели противоположные заряды для пропускания через пересекающиеся потоки тока, подаваемого от источника питания, настроенного на режим постоянного тока.

5 Система включала в себя первое PV-окно, имевшее диаметр 6 дюймов (прим. 15 см) и соприкасавшееся со второй плазмой, в которое были внесены изменения, обозначенные в примере 1. Второе окно окружало собой первое PV-окно, дабы поддерживать вакуум в камере реакционной ячейки устройства марки SunCell и помогать направлять световое излучение на плотный приемный массив, оснащенный  
10 множеством концентрационных фотоэлектрических элементов.

Для изменения внутренней температуры системы в системных участках реакционной ячейки регулировалась толщина примененной в системе тугоплавкой футеровки. Например, участки системы с соответствующей футеровкой могли достигать внутренней температуры 3000 К. Такие камеры реакционной ячейки,  
15 покрытые тугоплавкой футеровкой, эксплуатировались в качестве полости Планка. В процессе генерирования плазмы энергия передается таким футеровочным покрытиям, в результате чего происходит излучение абсолютно черного тела при контролируемой температуре. При температуре 3000К плотный приемный массив согласовался со  
20 световой отдачей абсолютно черного тела, что позволило использовать функцию рециркуляции светового излучения и повысить эффективность системы.

Эксплуатировались системы с тугоплавкой футеровкой, способной функционировать при внутренних температурах от 3 000 К до 5 000 К. Эти системы производили излучение, обладавшее плотностью мощности от 4,6 до 35 МВт/м<sup>2</sup>.  
Использование преимуществ плотных приемных массивов и функции рециркуляции  
25 инфракрасного светового излучения способно повысить эффективность сбора энергии более чем на 50%.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Энергогенерирующая система, содержащая:

а) по меньшей мере одну оборудованную реакционной камерой емкость, способную поддерживать давление ниже атмосферного;

б) два электрода, сконфигурированных таким образом, чтобы проходящий между ними поток расплавленного металла образовывал замкнутую цепь;

в) источник питания, подсоединенный к указанным двум электродам для пропускания между ними тока воспламенения в момент замыкания указанной цепи;

г) ячейку генерирования плазмы (например, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования из подаваемого в нее газа первой плазмы; причем исходящий из ячейки генерирования плазмы поток направлен к цепи (например, расплавленному металлу, аноду, катоду, погруженному в резервуар с расплавленным металлом электроду);

причем, когда по цепи пропускают ток, исходящий из ячейки генерирования плазмы поток вступает в реакцию с образованием второй плазмы и продуктов реакции; а также

е) силовой адаптер, представляющий собой термофотоэлектрический преобразователь, сконфигурированный таким образом, чтобы преобразовывать и/или трансформировать энергию второй плазмы в механическую, тепловую и/или электрическую энергию;

причем обеспечена возможность поглощения энергии второй плазмы излучателем Планка с получением излучения абсолютно черного тела, и возможность преобразования указанного излучения абсолютно черного тела в термофотоэлектрическом преобразователе.

2. Энергогенерирующая система по п. 1, в которой указанный газ в ячейке генерирования плазмы представляет собой смесь водорода ( $H_2$ ) с кислородом ( $O_2$ ).

3. Энергогенерирующая система по п. 2, в которой относительное молярное отношение кислорода к водороду составляет от 0,01 до 50 (например, от 0,1 до 20, от 0,1 до 15 и т.д.).

4. Энергогенерирующая система по любому из пп. 1-3, в которой указанный расплавленный металл представляет собой олово.

5. Энергогенерирующая система по любому из пп. 1-4, в которой указанный силовой адаптер представляет собой термофотоэлектрический адаптер.
6. Энергогенерирующая система по п. 5, в которой указанный термофотоэлектрический адаптер представляет собой фотоэлектрический преобразователь в геодезическом куполе (см., например, фигуру 12), причем этот фотоэлектрический преобразователь выполнен в виде приемного массива (например, плотного приемного массива), состоящего из треугольных элементов; и при этом каждый треугольный элемент содержит множество концентрационных фотоэлектрических элементов, способных преобразовывать излучение абсолютно черного тела в электрическую энергию.
7. Энергосистема по любому из пп. 1-6, в которой положительно заряженный электрод из двух электродов представляет собой содержит излучатель Планка либо соединен с ним.
8. Энергосистема по любому из пп. 6-7, в которой фотоны, обладающие энергией, уровень которой ниже ширины запрещенной зоны фотоэлектрических элементов, отражаются обратно к ячейке генерирования плазмы.
9. Энергосистема по любому из пп. 1-8, дополнительно содержащая PV-окно, расположенное между реакционной ячейкой, содержащей вторую плазму, и термофотоэлектрический преобразователь.
10. Энергосистема по п. 9, в которой олово не смачивает PV-окно.
11. Энергосистема по любому из пп. 1-10, в которой газ содержит реакционную смесь, которая не окисляет олово.
12. Энергосистема по любому из п.п. 9-11, в которой PV-окно содержит (либо преимущественно содержит) плоские поверхности, силовой адаптер представляет собой фотоэлектрический (PV-) преобразователь, а PV-преобразователь содержит плоскую панель плотного приемного массива, предназначенную для приема испускаемого плазмой излучения через PV-окно, с геометрией, соответствующей PV-окну.
13. Энергосистема по любому из п.п. 9-12, в которой PV-окно выполнено по меньшей мере из одного из таких веществ, как кварц, сапфир, оксинитрид алюминия,  $\text{CaF}_2$  и  $\text{MgF}_2$ .
14. Энергогенерирующая система по любому из п.п. 1-13, в которой продукты реакции не смачивают PV-окно (например, когда расплавленный металл включает в себя либо представляет собой олово).

15. Энергогенерирующая система по любому из п.п. 1-14, в которой каждый электрод из двух электродов содержит резервуар расплавленного металла и электрического ввода, предназначенного для подачи тока только на содержащийся в нем расплавленный металл, и, следовательно, подачи тока воспламенения.
- 5 16. Энергогенерирующая система по п. 15, дополнительно содержащая камеру реакционной ячейки, соединенную с резервуарами, причем стенки по меньшей мере одного из таких элементов, как резервуары и камера реакционной ячейки, электрически изолированы по меньшей мере одним из таких элементов, как керамическое покрытие и футеровка.
- 10 17. Энергогенерирующая система по п. 16, в которой по меньшей мере один из таких элементов, как резервуары и камера реакционной ячейки, теплоизолированы футеровкой.
18. Энергогенерирующая система по п. 17, в которой футеровка выполнена по меньшей мере из одного из таких материалов, как графит и вольфрам.
- 15 19. Энергогенерирующая система по п. 18, в которой на футеровку нанесено керамическое покрытие.
20. Энергогенерирующая система по любому из п.п. 1-18, в которой протекающий между двумя электродами расплавленный металл образован сдвоенными системами впрыска расплавленного металла, независимо друг от друга сообщающихся по
- 20 текучей среде с одним или более резервуарами расплавленного металла, содержащими в себе указанный расплавленный металл;
- при этом каждая система впрыска расплавленного металла содержит электромагнитный насос и раструб, причем каждый электромагнитный насос выполнен с возможностью пропускания расплавленного металла через раструб с
- 25 образованием потока расплавленного металла;
- при этом указанные электроды будут сообщаться с потоками расплавленного металла с образованием тем самым сдвоенных потоков расплавленного металла противоположной полярности; и
- при этом указанная замкнутая цепь образована путем пересечения сдвоенных потоков
- 30 расплавленного металла.
21. Энергогенерирующая система по п. 20, в которой по меньшей мере один резервуар содержит электрический прерыватель, предназначенный для электрической изоляции электродов друг от друга.

22. Энергогенерирующая система по п. 20 или 21, в которой дополнительно содержащая гибкий элемент и по меньшей мере один исполнительный механизм, предназначенный для наклона присутствующего в резервуаре электрода с функцией впрыска, чтобы обеспечить выравнивание потоков расплавленного металла.
- 5 23. Энергогенерирующая система по п. 22, в которой резервуар содержит поддерживаемую множеством опор опорную плиту, причем по меньшей мере один исполнительный механизм, предназначенный для наклона присутствующего в резервуаре электрода с функцией впрыска, выполнен с возможностью удлинения либо укорочения по меньшей мере одной опоры.
- 10 24. Энергогенерирующая система по п. 22, в которой гибкий элемент содержит неподвижную раму с одного конца и подвижную раму с другого конца, а также дополнительно содержит по меньшей мере один исполнительный механизм, прикрепленный к подвижной раме и раме, причем исполнительные механизмы выполнены с возможностью сжатия с одной стороны и расширения с
- 15 противоположной стороны гибкого элемента, чтобы вызвать наклон раструба.
25. Энергогенерирующая система по п. 22, в которой гибкий элемент представляет собой сильфон.
26. Энергогенерирующая система по любому из п.п. 20-25, в которой обеспечена возможность пересечения сдвоенных потоков расплава в камере, содержащей окно, и
- 20 обеспечена возможность выхода светового излучения, производимого второй плазмой, либо излучения абсолютно черного тела, сквозь окно, чтобы нагревать точку нагрузки.
27. Энергогенерирующая система п. 26, в которой точка нагрузки представляет собой камеру печи (либо присутствующие в ней воздух/вода/пар), которая нагрета световым излучением, производимым второй плазмой, либо излучением абсолютно
- 25 черного тела.
28. Энергогенерирующая система по любому из п.п. 1-27, в которой указанная реакция с образованием второй плазмы происходит в реакционной камере, оборудованной PV-окном; и
- при этом расплавленный металл либо окисленный расплавленный металл удален с PV-
- 30 окна, причем:
- а) PV-окно выполнено по меньшей мере из одного из таких веществ, как кварц, сапфир, оксинитрид алюминия,  $\text{CaF}_2$  и  $\text{MgF}_2$ .
  - б) PV-окно нагрето выше температуры плавления оксида расплавленного металла (например, оксида олова);

с) восстановление оксида расплавленного металла водородом происходит путем пропускания газообразного водорода в реакционную камеру под давлением, достаточным для достижения указанного восстановления водородом; и/или

5 d) PV-окно имеет расплавленный металл, впрыснутый на его поверхность в процессе генерирования второй плазмы (например, на выходе электромагнитного насоса) .

29. Энергогенерирующая система по любому из п.п. 1-28, в которой содержащая по меньшей мере одно PV-окно и по меньшей мере один теплопоглотитель, причем мощность оптического излучения реакции с образованием второй плазмы через PV-  
10 окно передана на теплопоглотитель путем передачи излучательной мощности, а указанный теплопоглотитель выполнен с возможностью передачи мощности теплового излучения от указанной передачи излучательной мощности.

30. Энергогенерирующая система по п. 29, дополнительно содержащая водогрейный котел, нагреваемый за счет тепловой энергии от теплопоглотителя.

15 30. Энергогенерирующая система по п. 29, дополнительно содержащая воздушный теплообменник, нагреваемый за счет мощности теплового излучения теплопоглотителя.

31. Система удаления с PV-окна оксида расплавленного металла (например, оксида олова), содержащая:

20 источник деаккумулирующего материала, при этом упомянутый деаккумулирующий материал направлен к указанному PV-окну; а

указанный деаккумулирующий материал представляет собой газообразный водород либо металлический расплав оксида расплавленного металла.

25 32. Способ образования плазмы, производящей ультрафиолетовое излучение, который включает в себя:

а) образование первой плазмы в ячейке с тлеющим разрядом из направленного в нее газа;

б) создание электрически смещенного потока расплавленного металла;

30 в) направление исходящего потока из ячейки с тлеющим разрядом на электрически смещенный поток расплавленного металла с образованием второй плазмы, производящей ультрафиолетовое световое излучение.

33. Способ по п. 32, согласно которому указанный газ в ячейке генерирования плазмы представляет собой смесь водорода ( $H_2$ ) с кислородом ( $O_2$ ).

34. Способ удаления с PV-окна оксида расплавленного металла (например, оксида олова), включающий направление на указанное PV-окно деаккумулирующего материала;

5

причем указанный деаккумулирующий материал представляет собой газообразный водород либо металлический расплав оксида расплавленного металла.

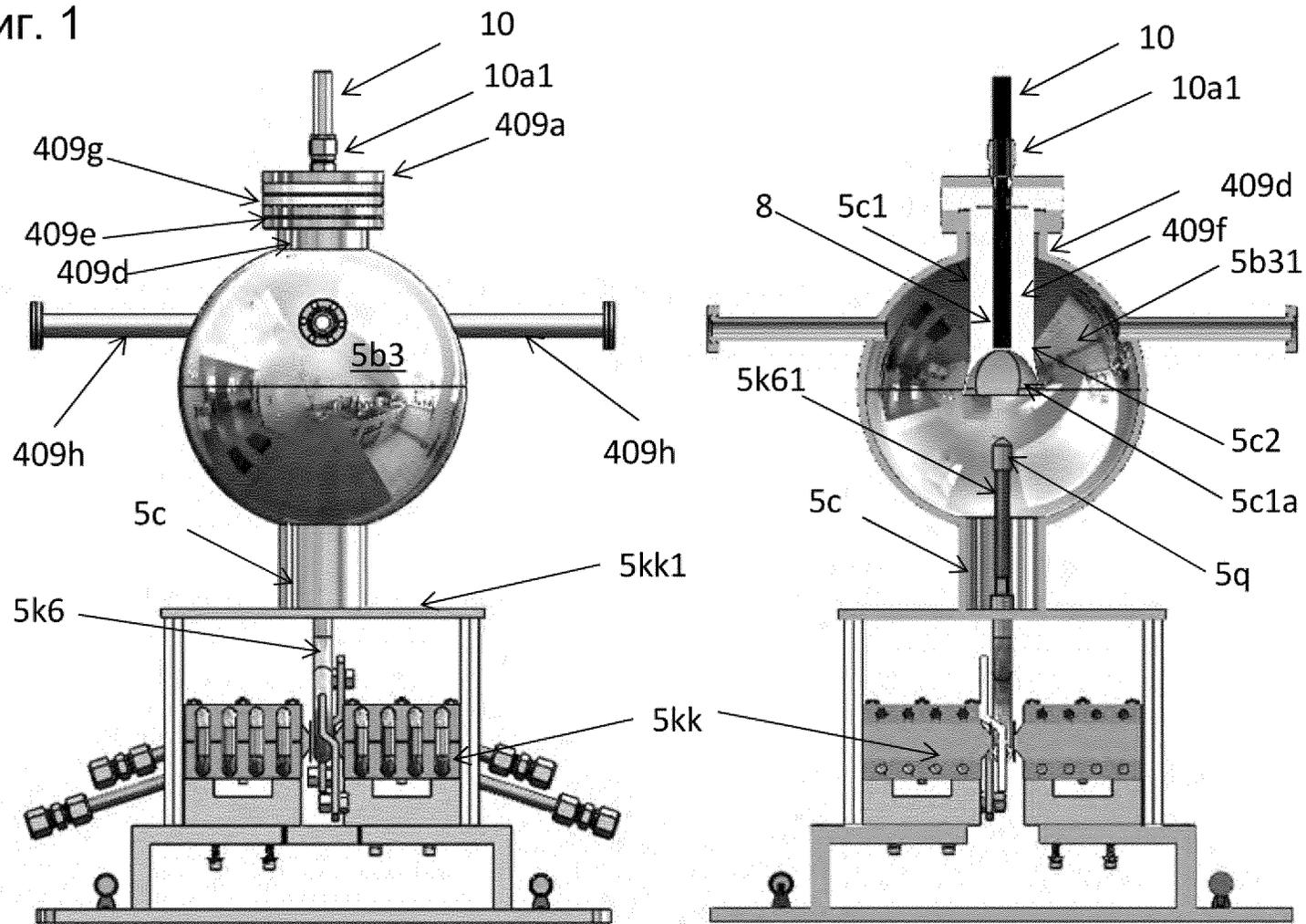
35. Способ по п. 34, согласно которому указанный деаккумулирующий материал представляет собой расплавленный металл (например, олово), причем упомянутое

10

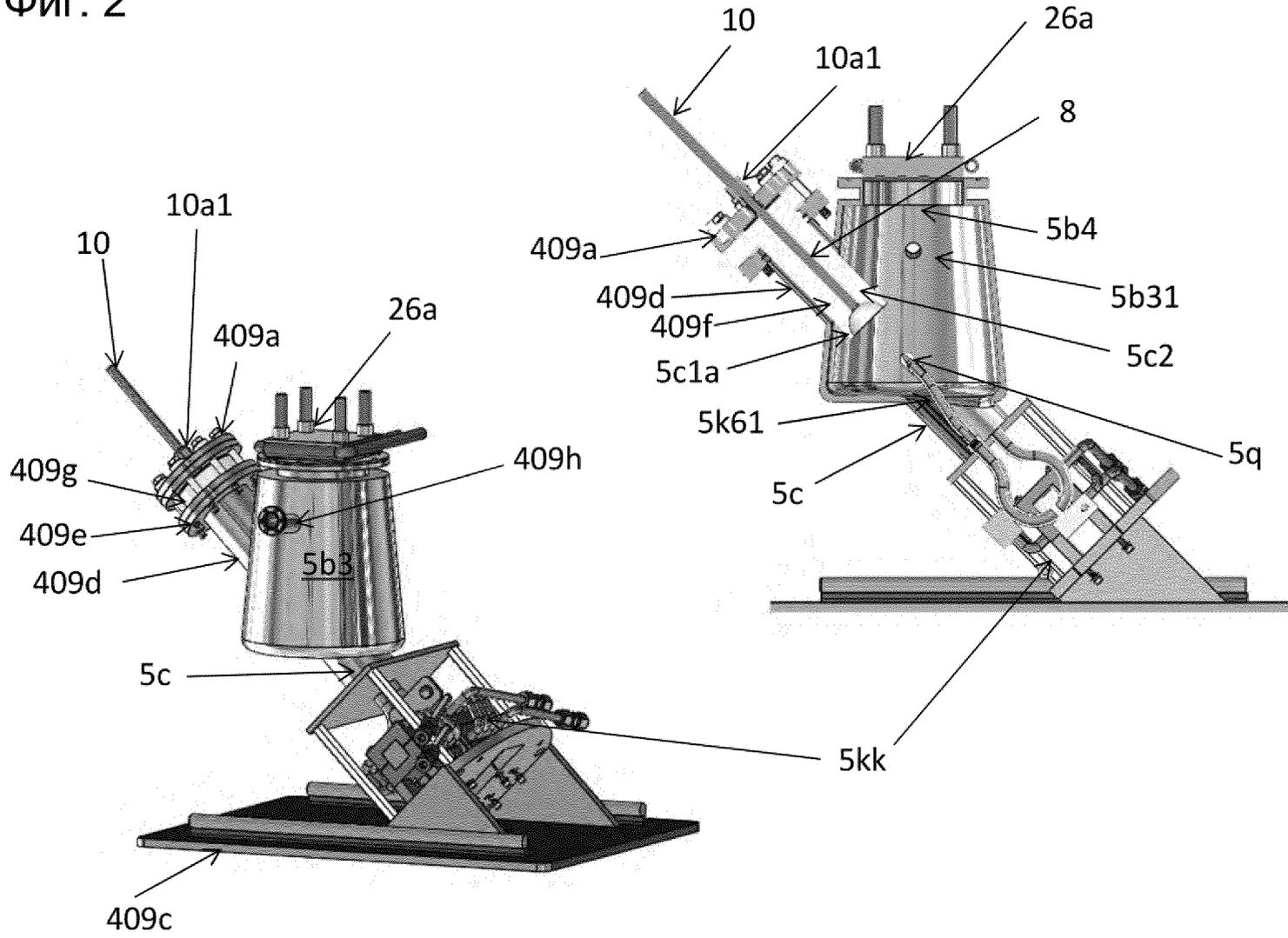
окно подвержено воздействию плазмы, а расплавленный металл направлен на окно со скоростью, предотвращающей либо снижающей деформации конструкции окна, сопряженные с перегревом (например, коробление, растрескивание, снижение прозрачности), либо претерпевающего какие-либо конструктивные деформации, сопряженные с перегревом (например, коробление, растрескивание).

15

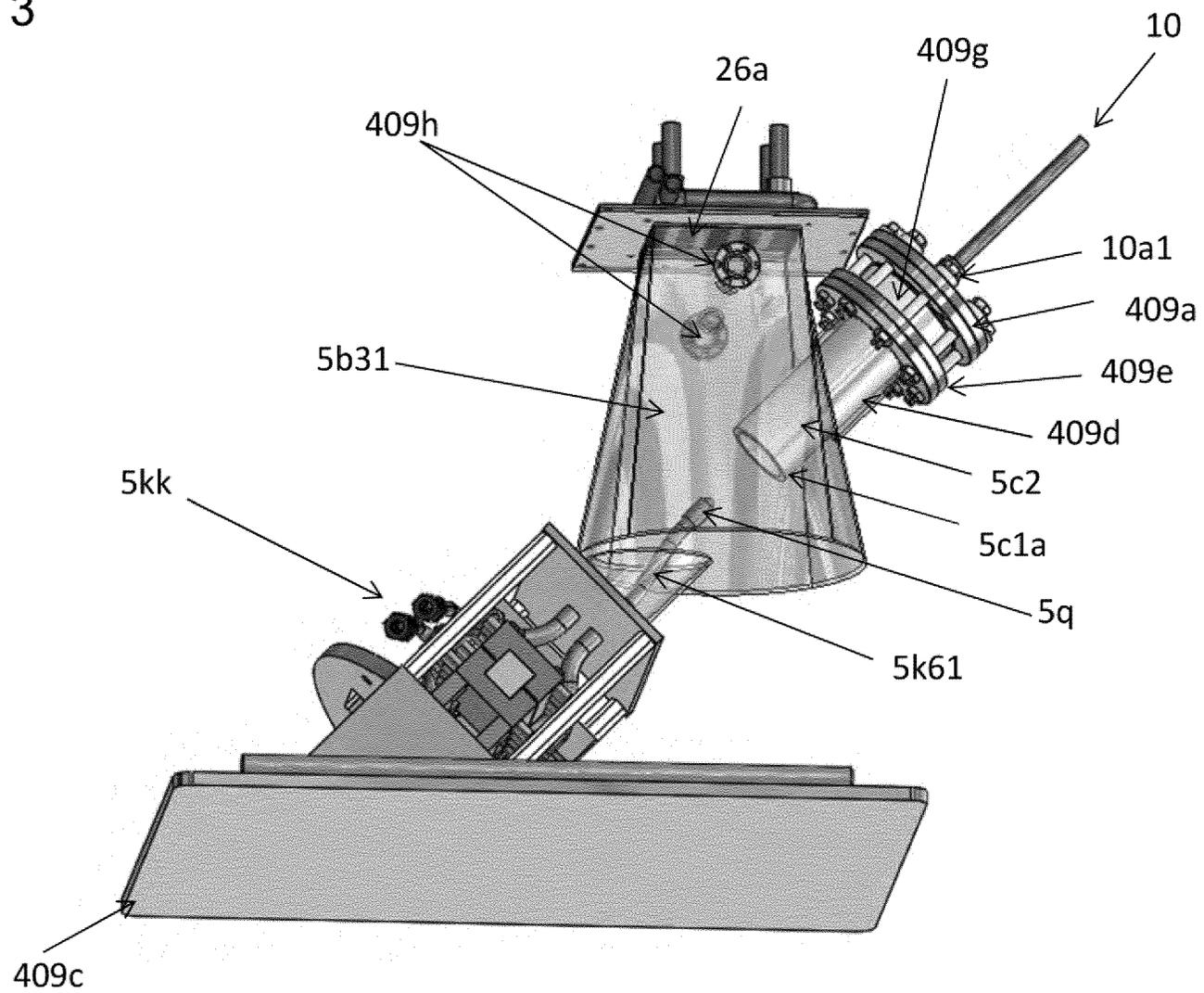
Фиг. 1



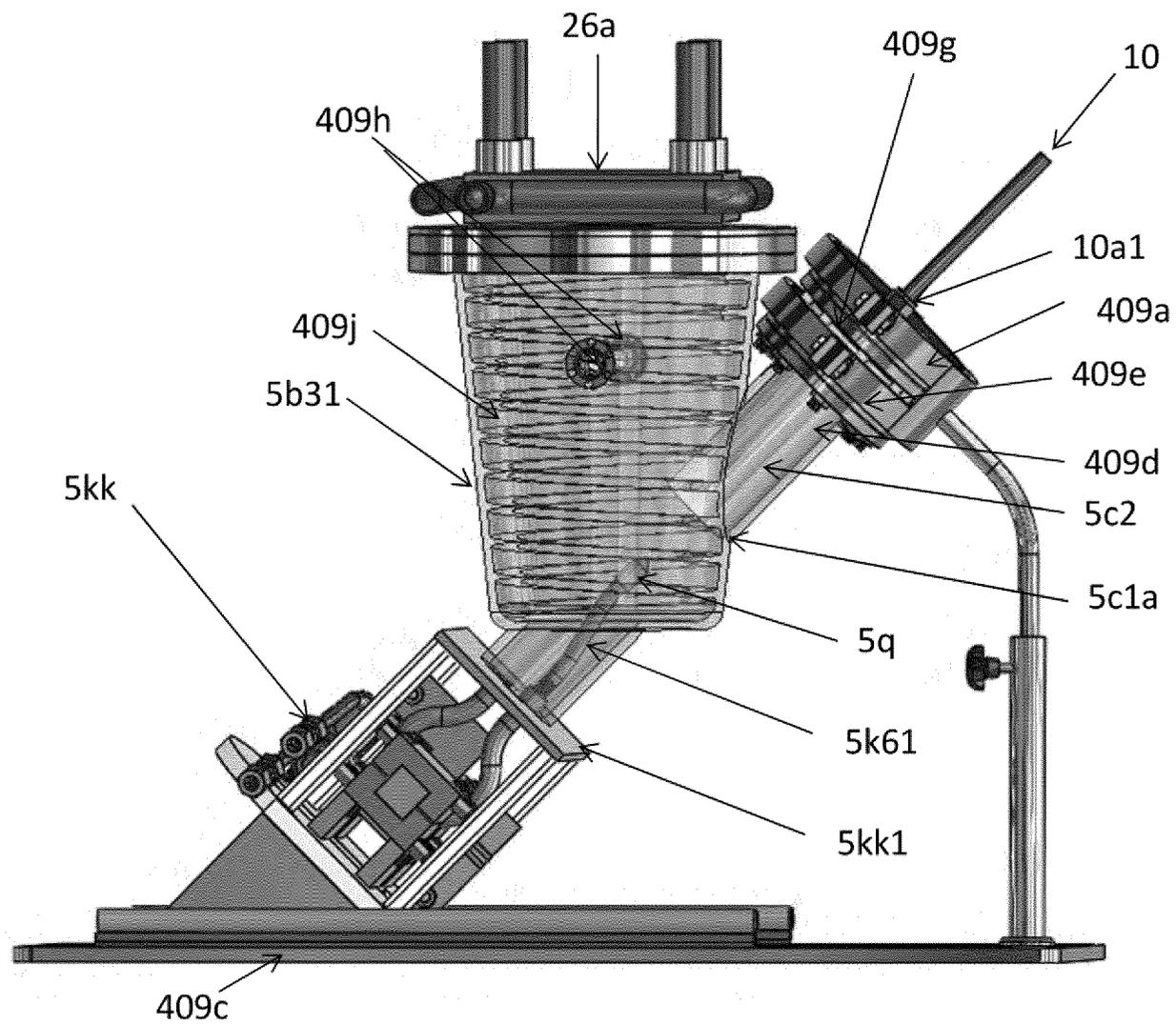
Фиг. 2



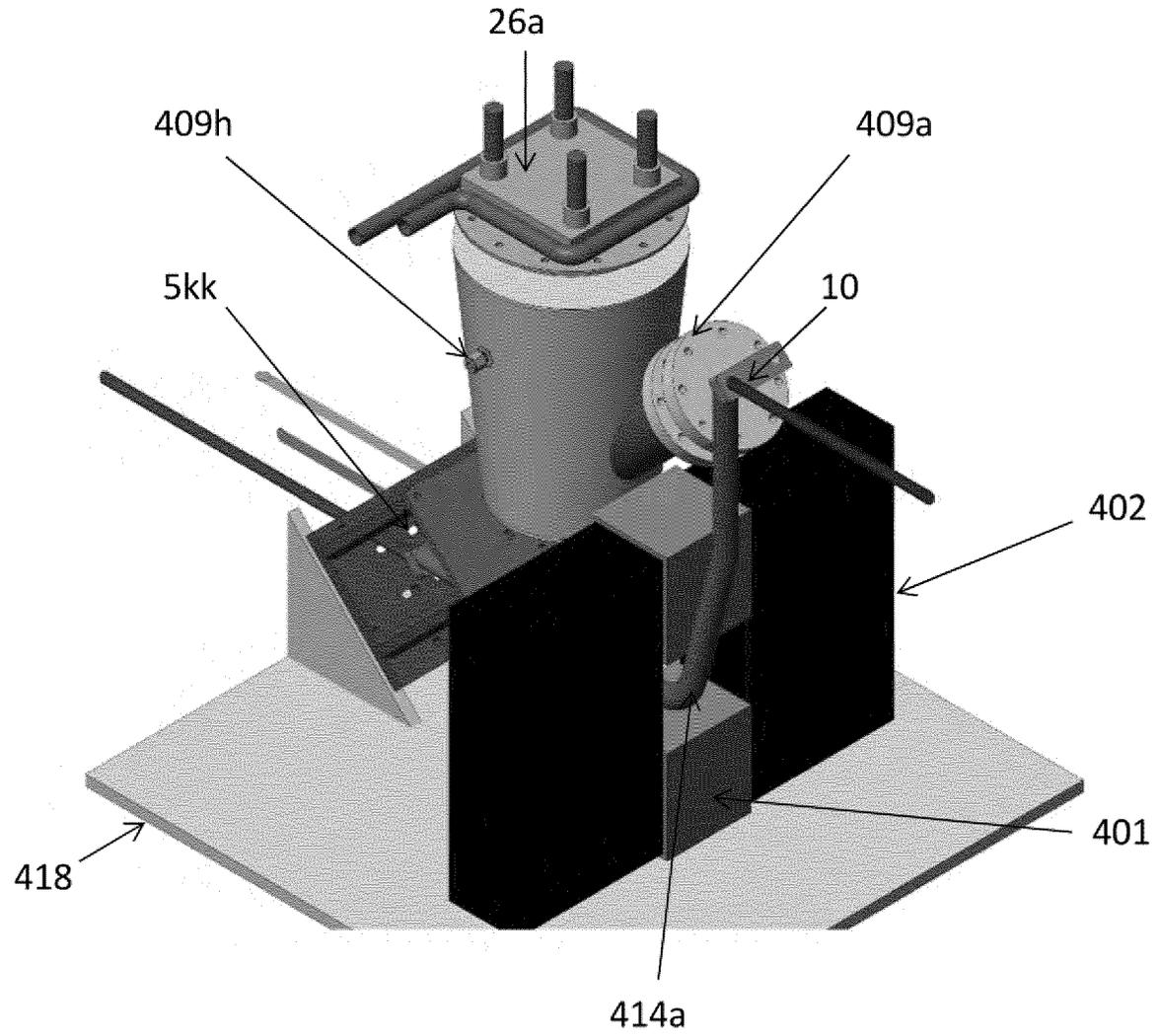
Фиг. 3



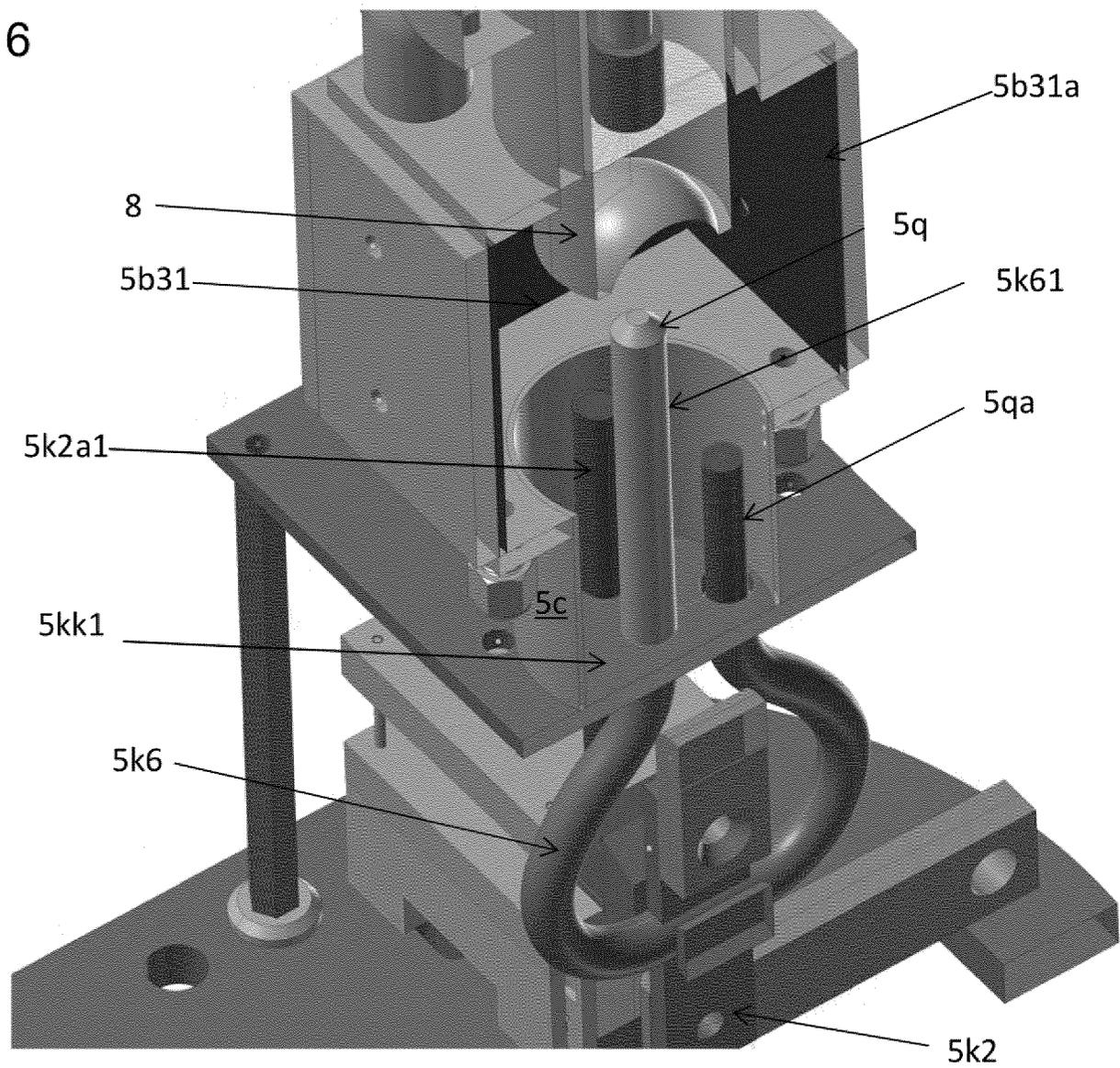
Фиг. 4



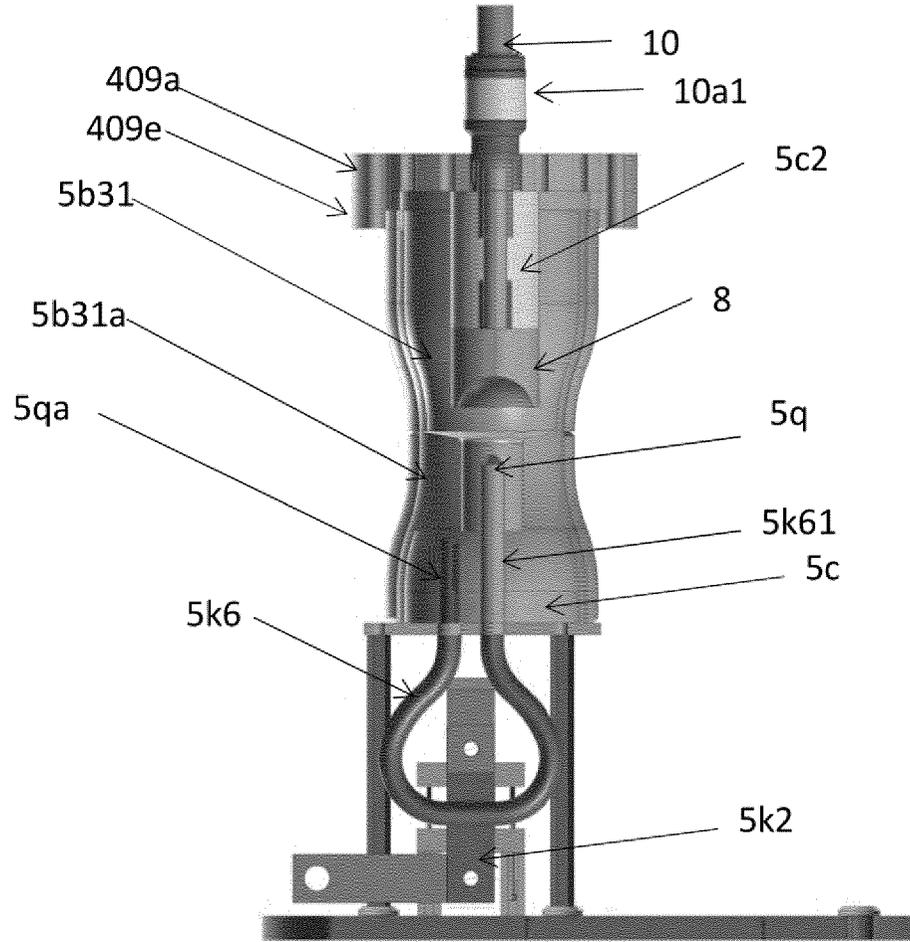
Фиг. 5



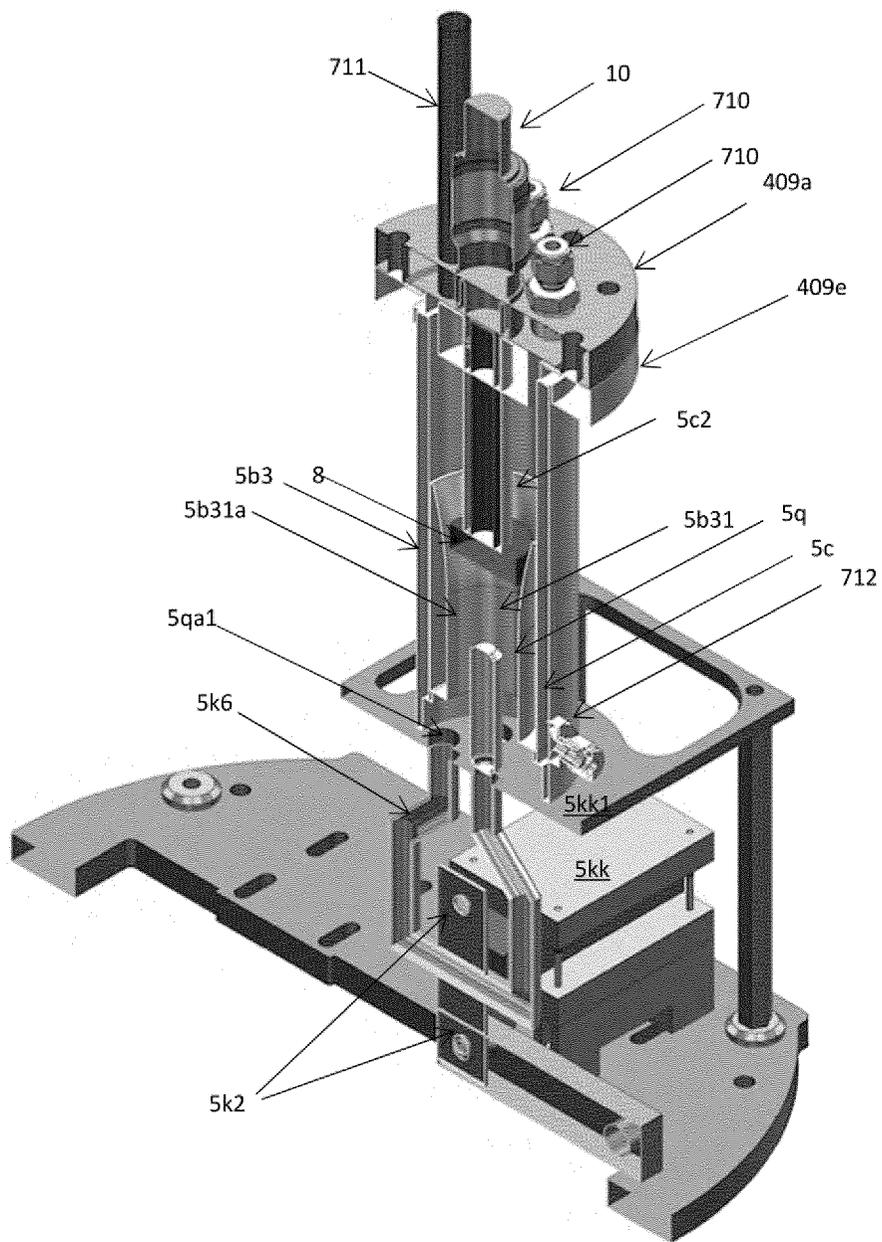
Фиг. 6



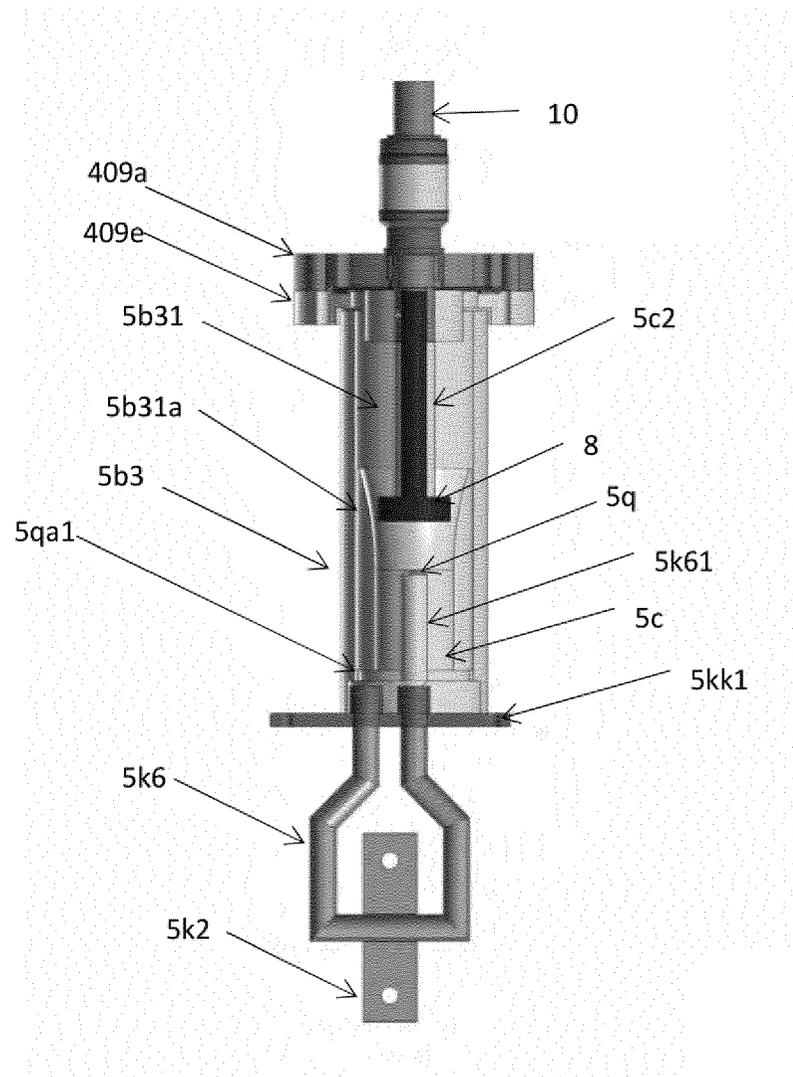
Фиг. 7А



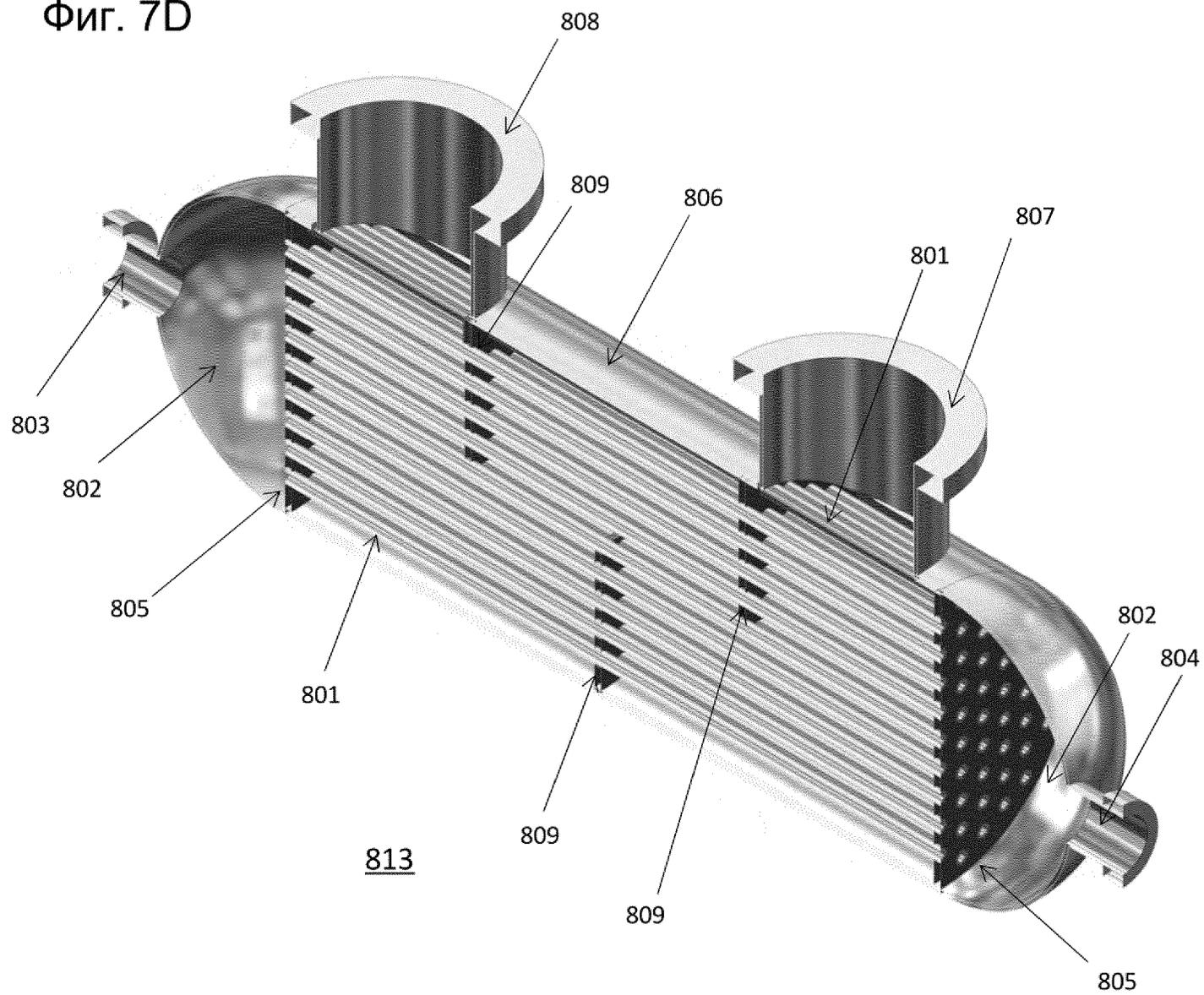
Фиг. 7В



Фиг. 7С

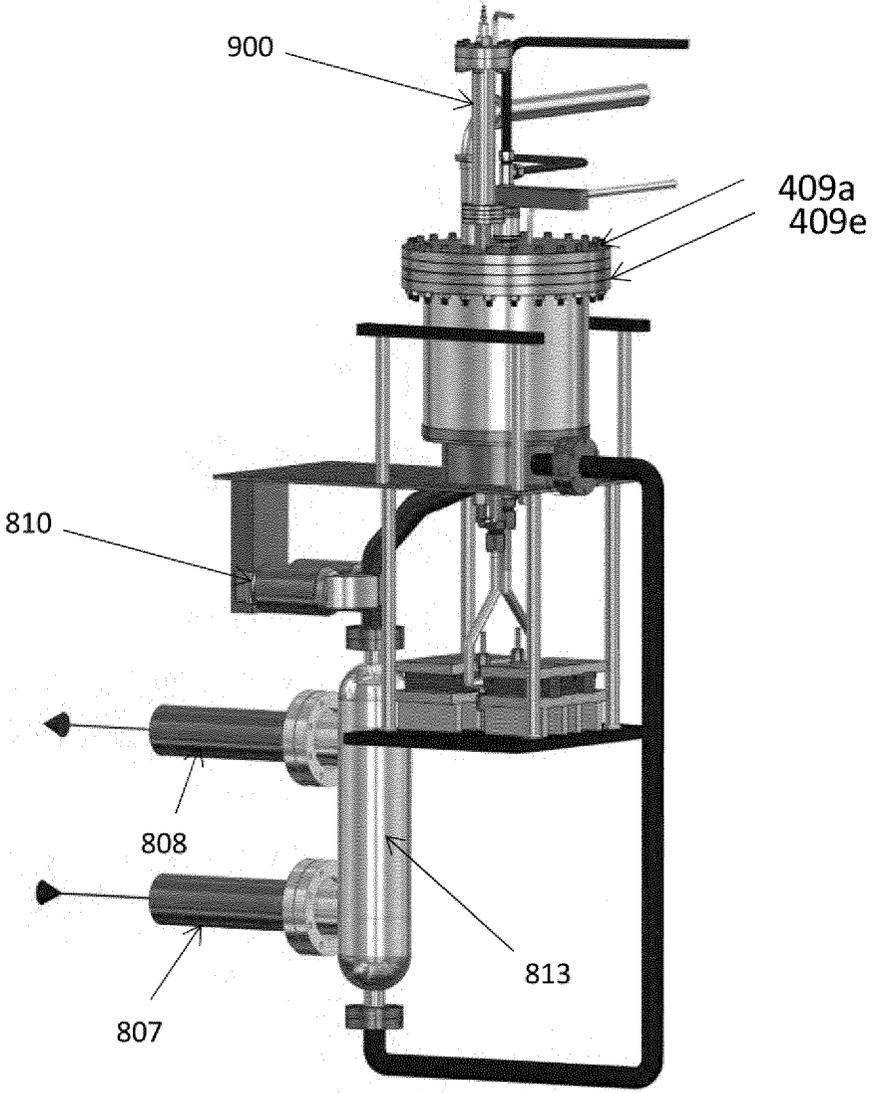


Фиг. 7D

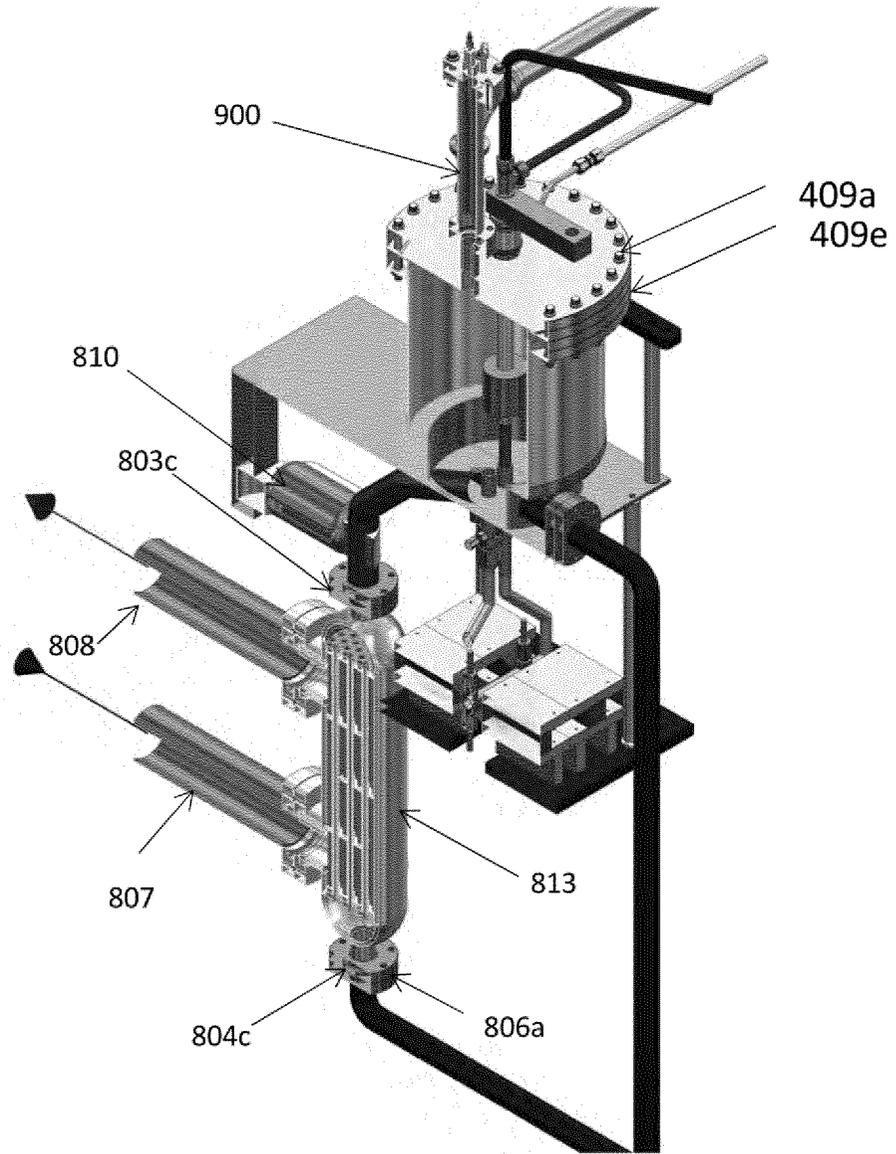




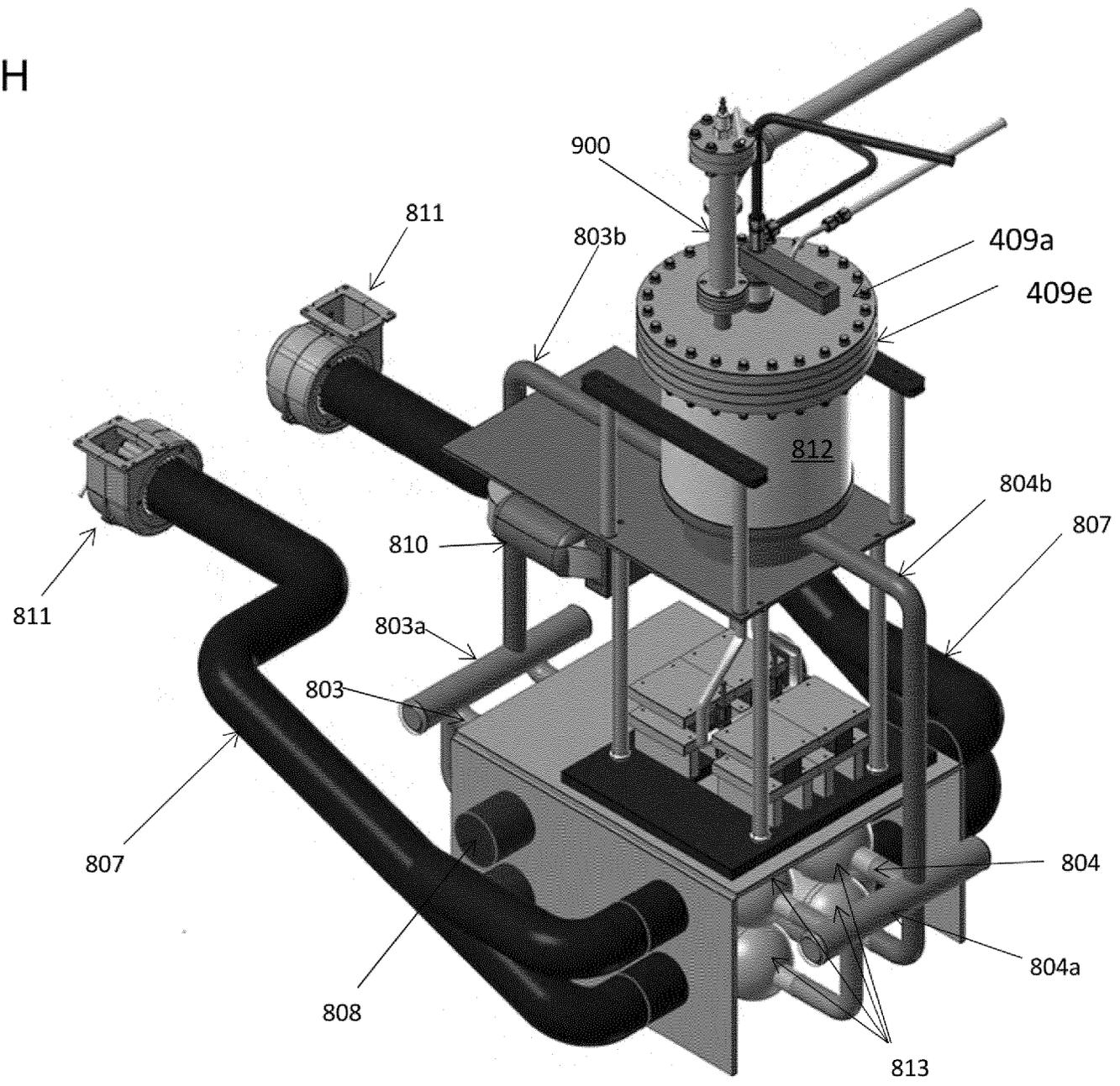
Фиг. 7F



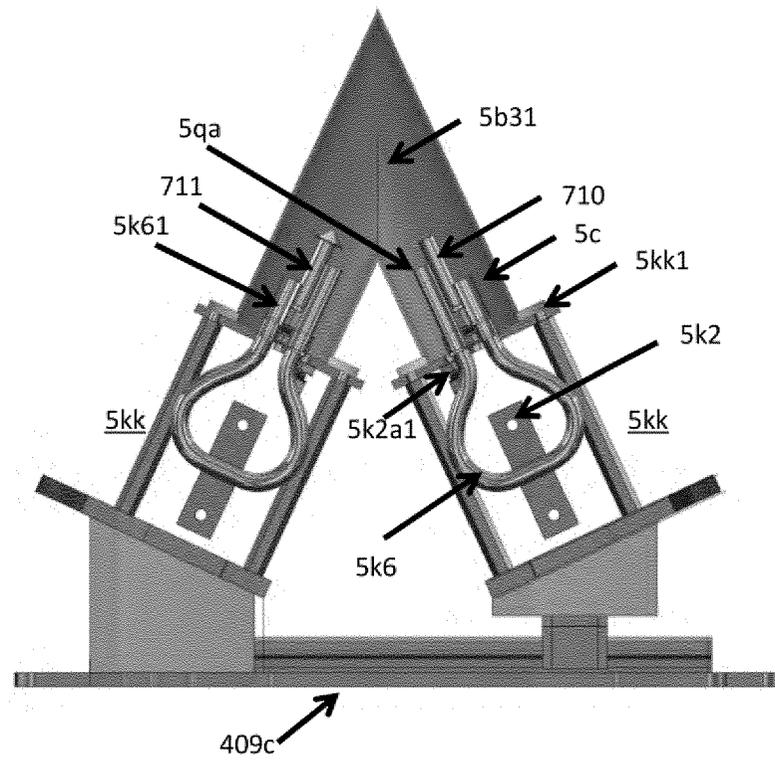
Фиг. 7G



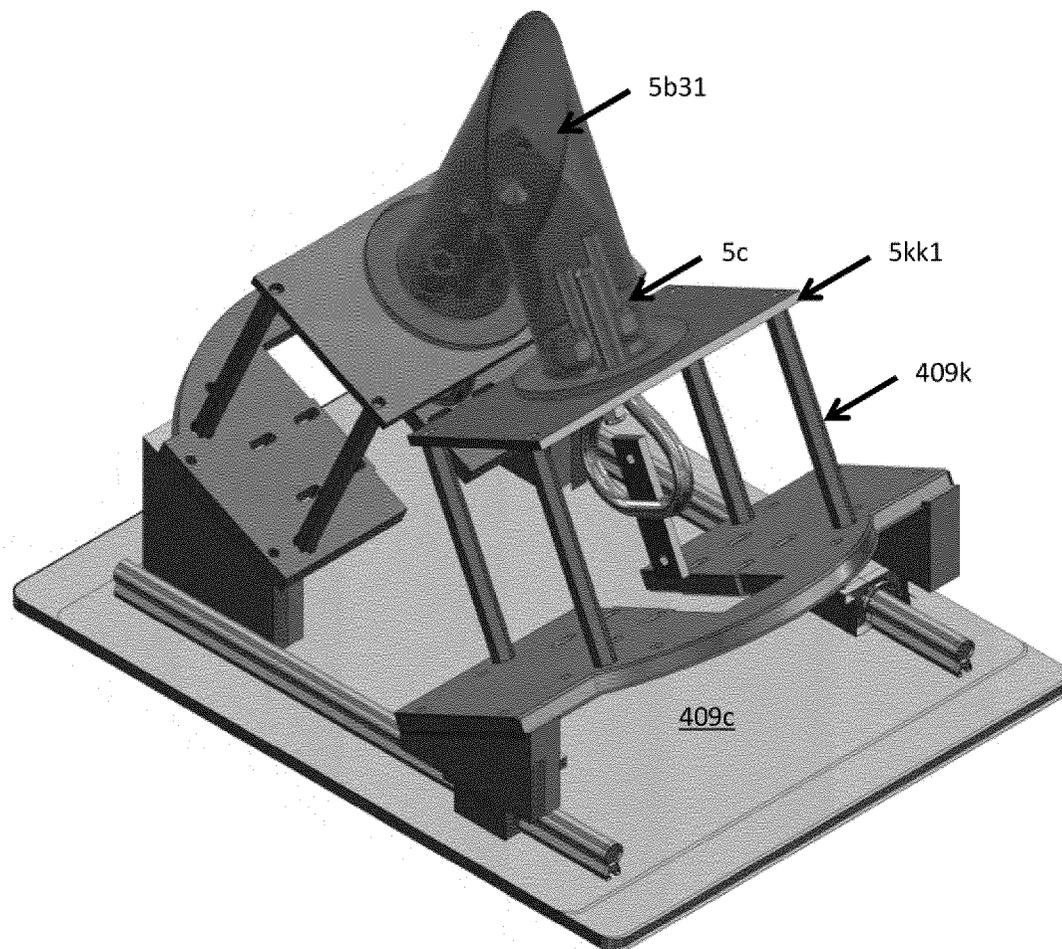
Фиг. 7Н



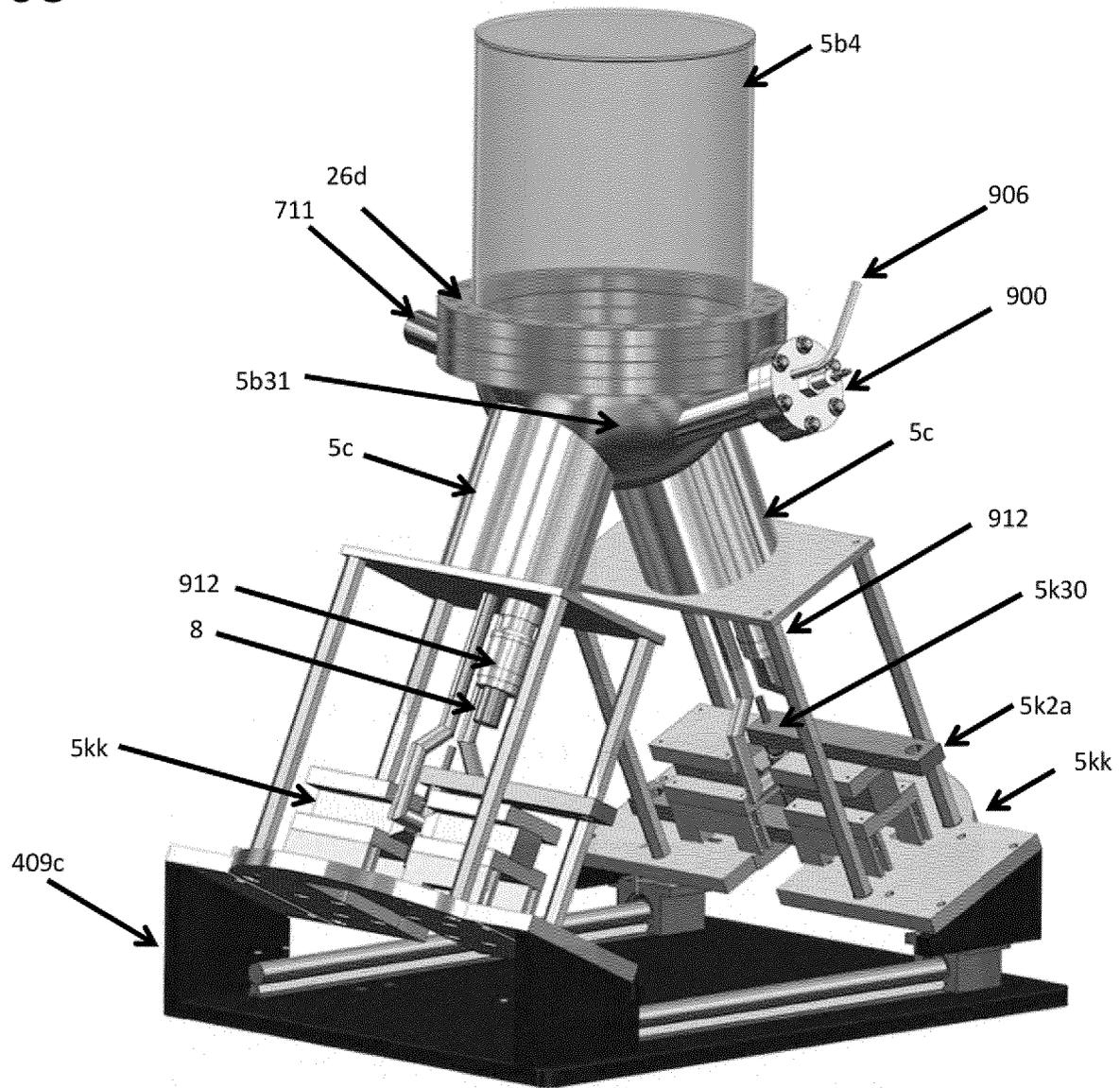
Фиг. 8А



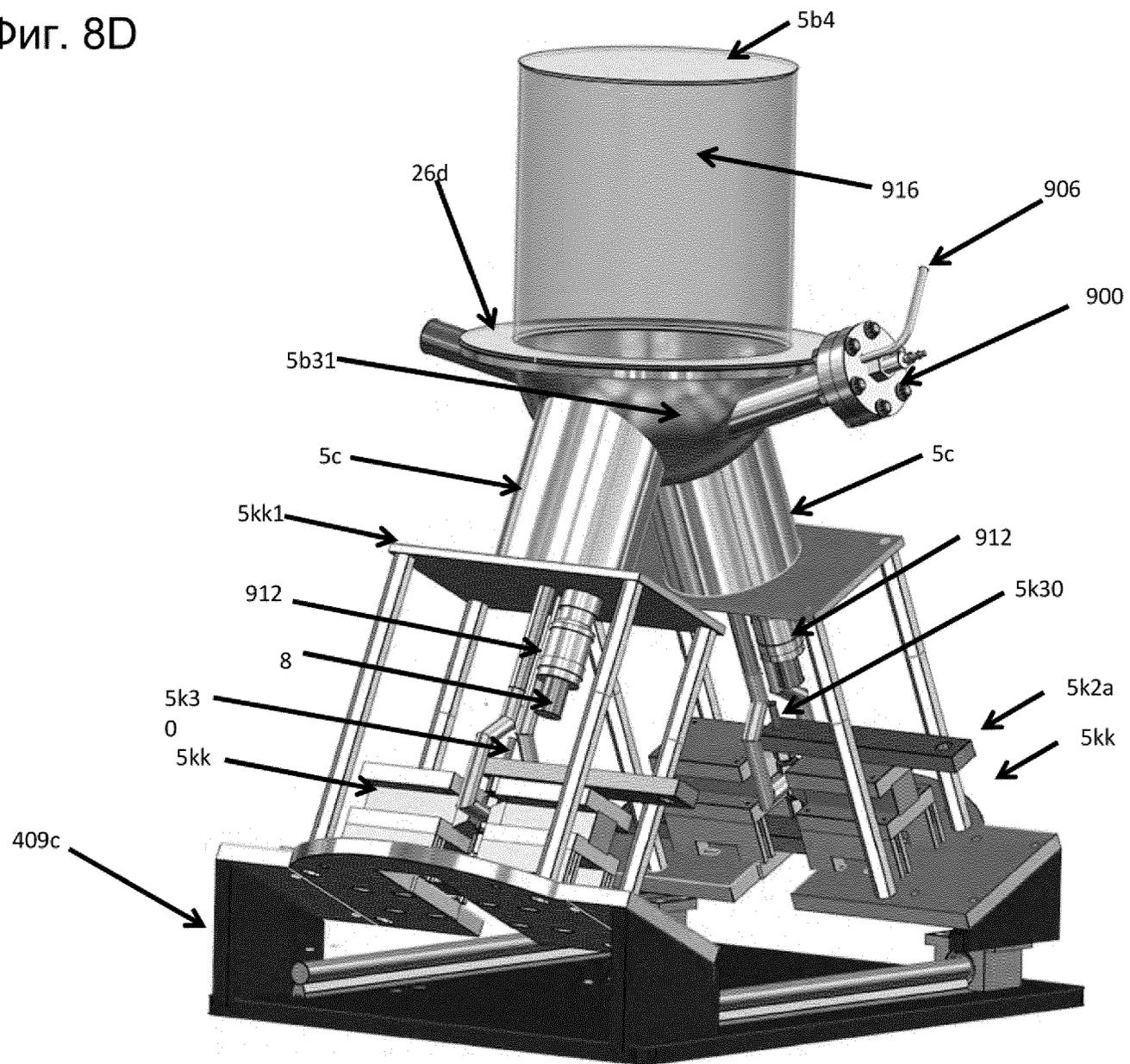
Фиг. 8В



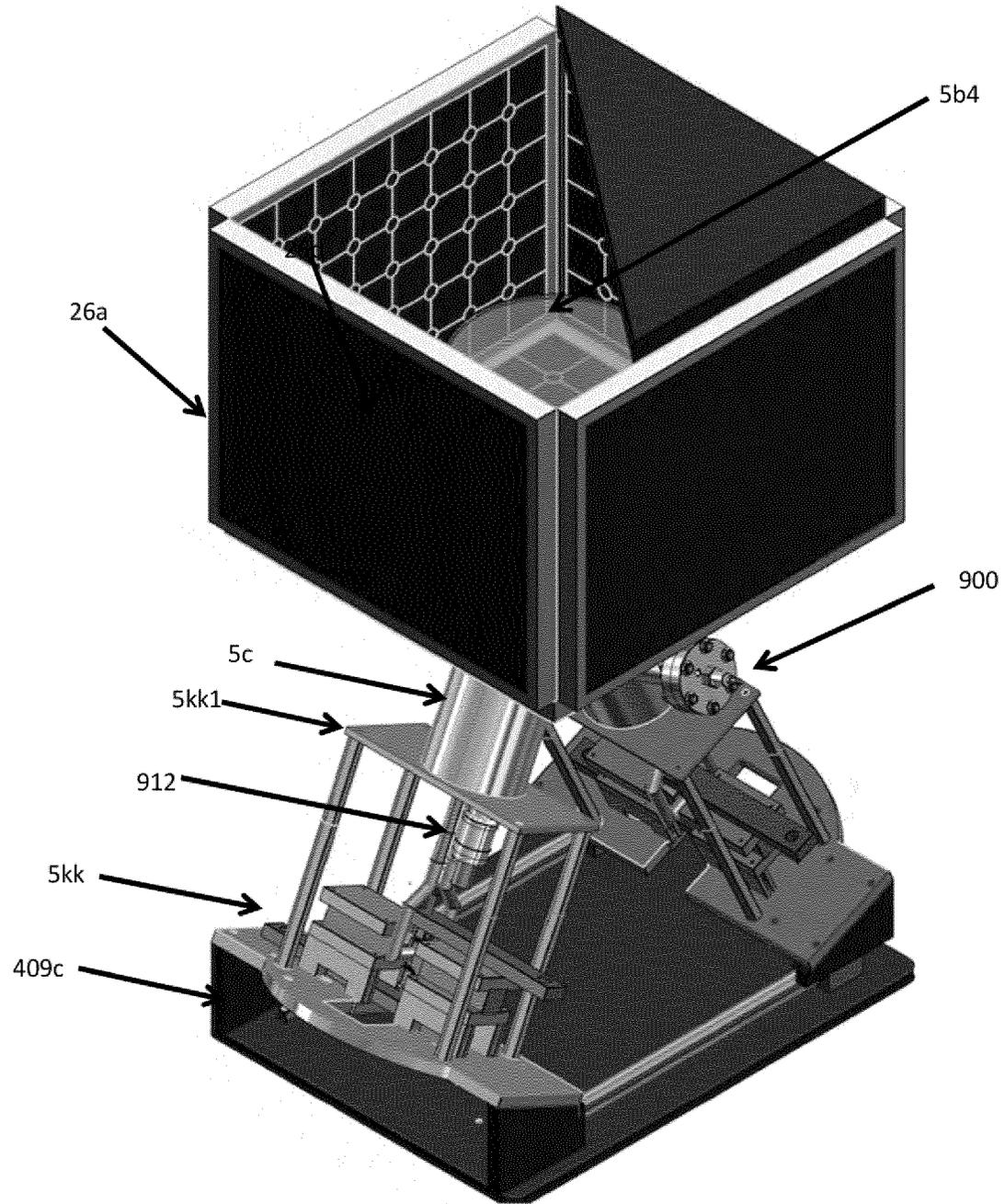
Фиг. 8С



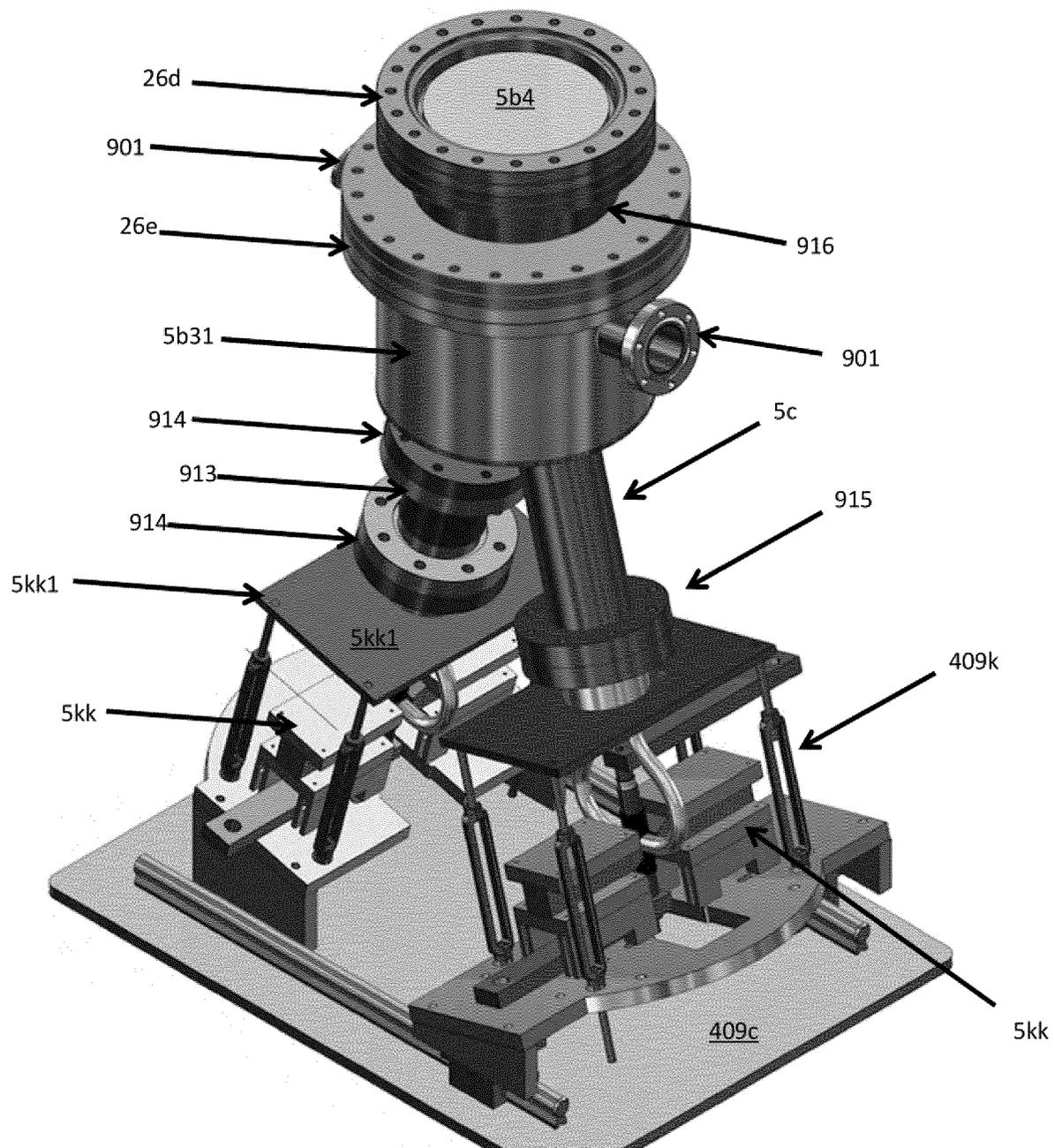
Фиг. 8D



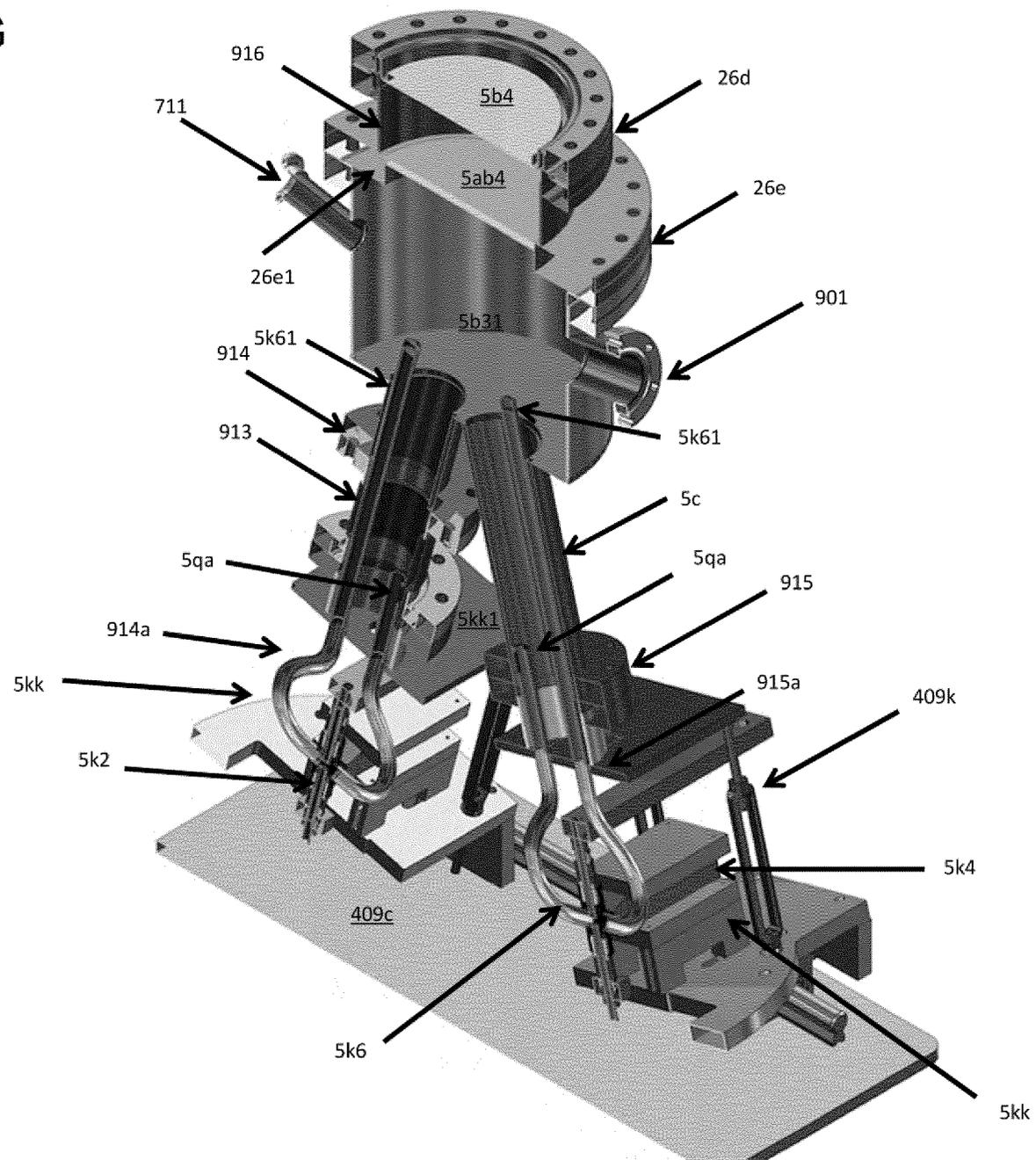
Фиг. 8Е



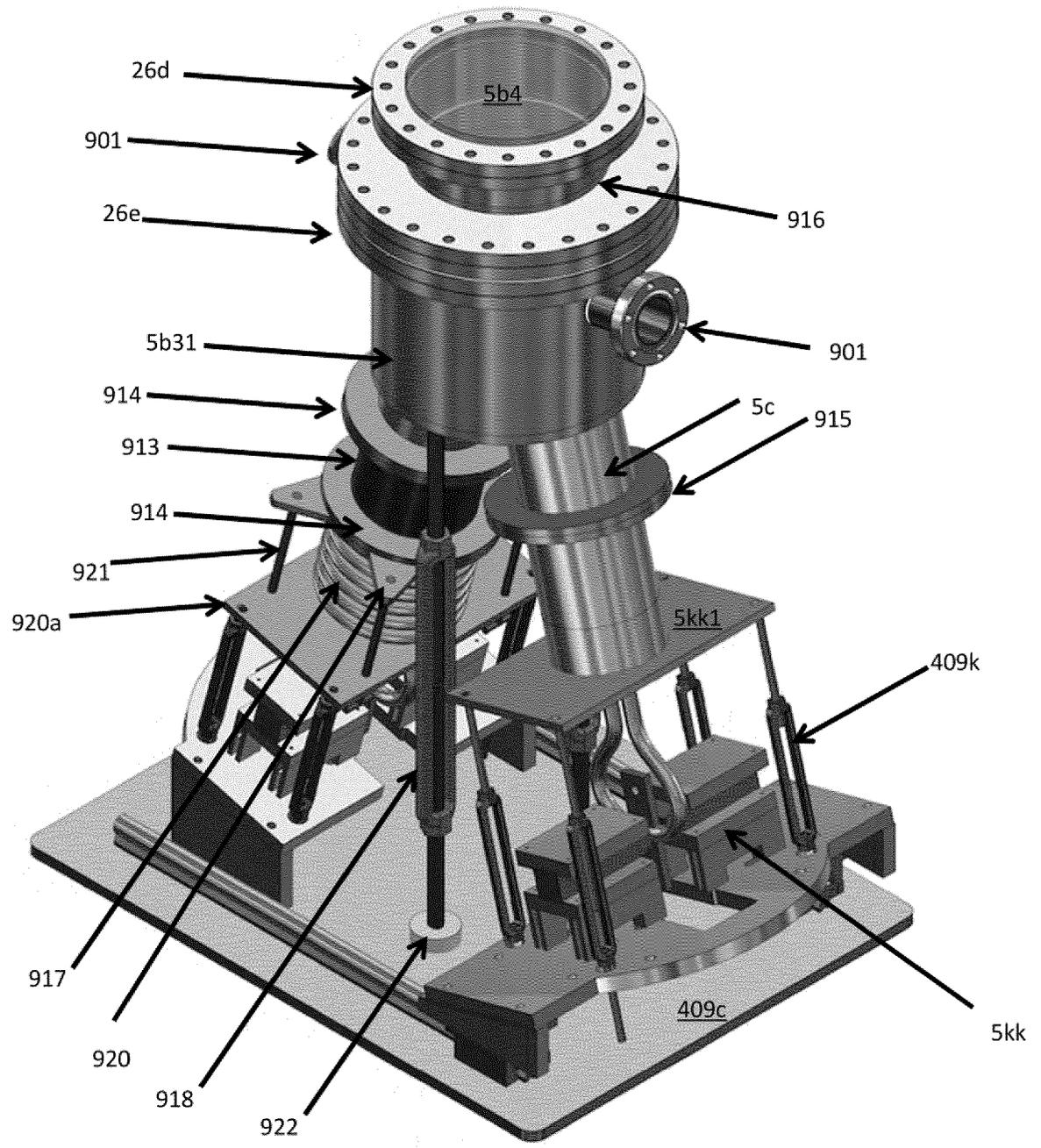
Фиг. 8F



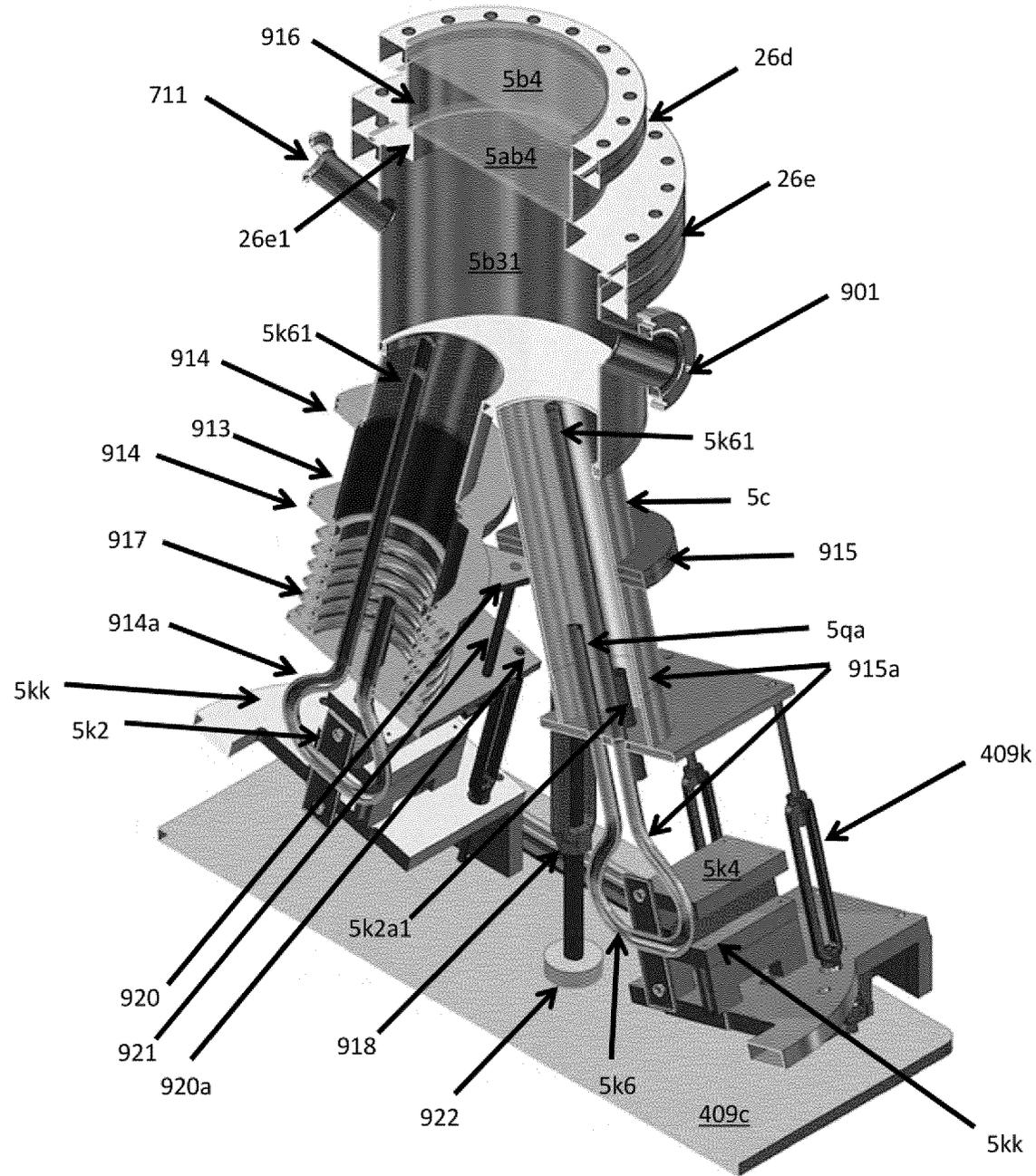
Фиг. 8G



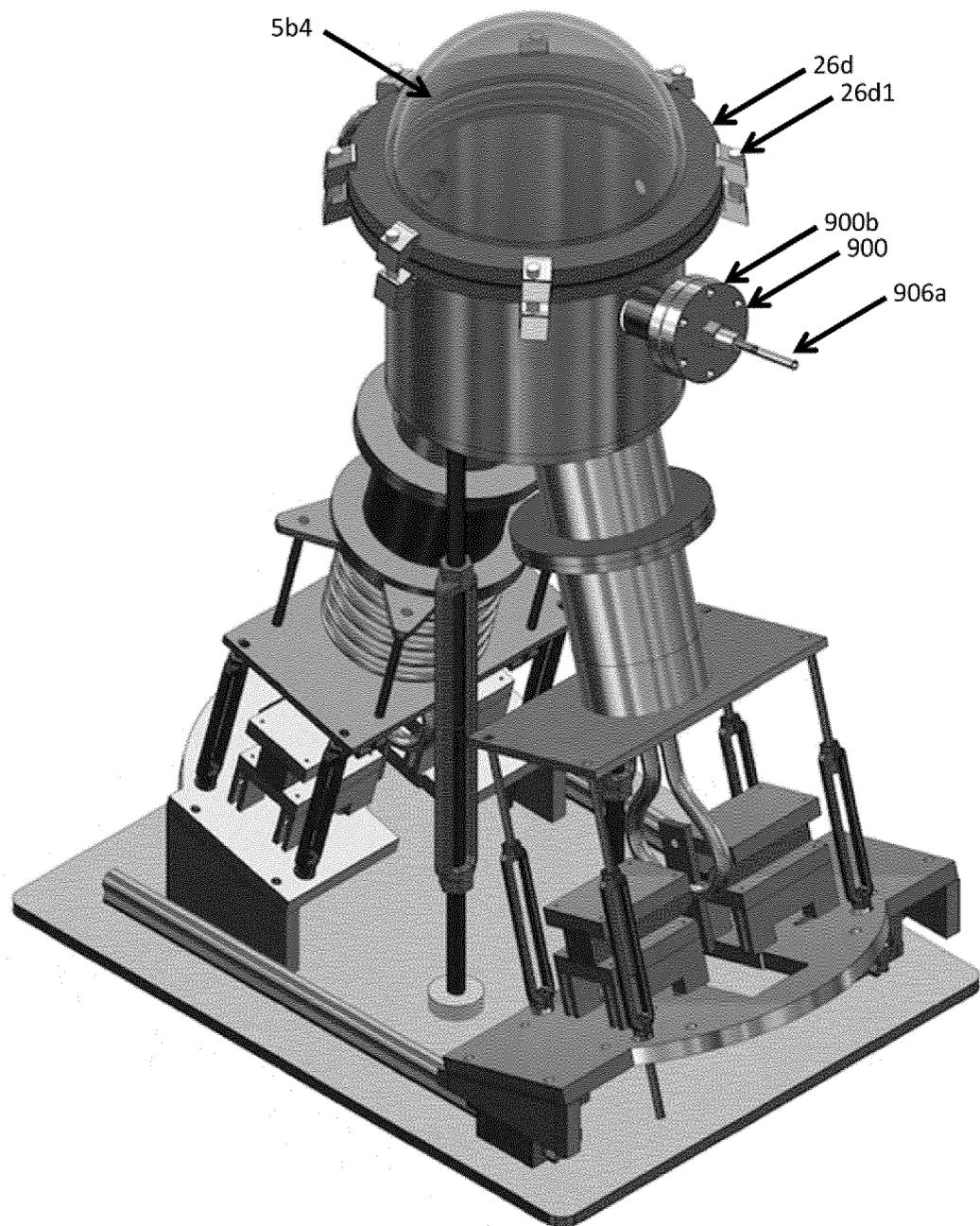
Фиг. 8Н



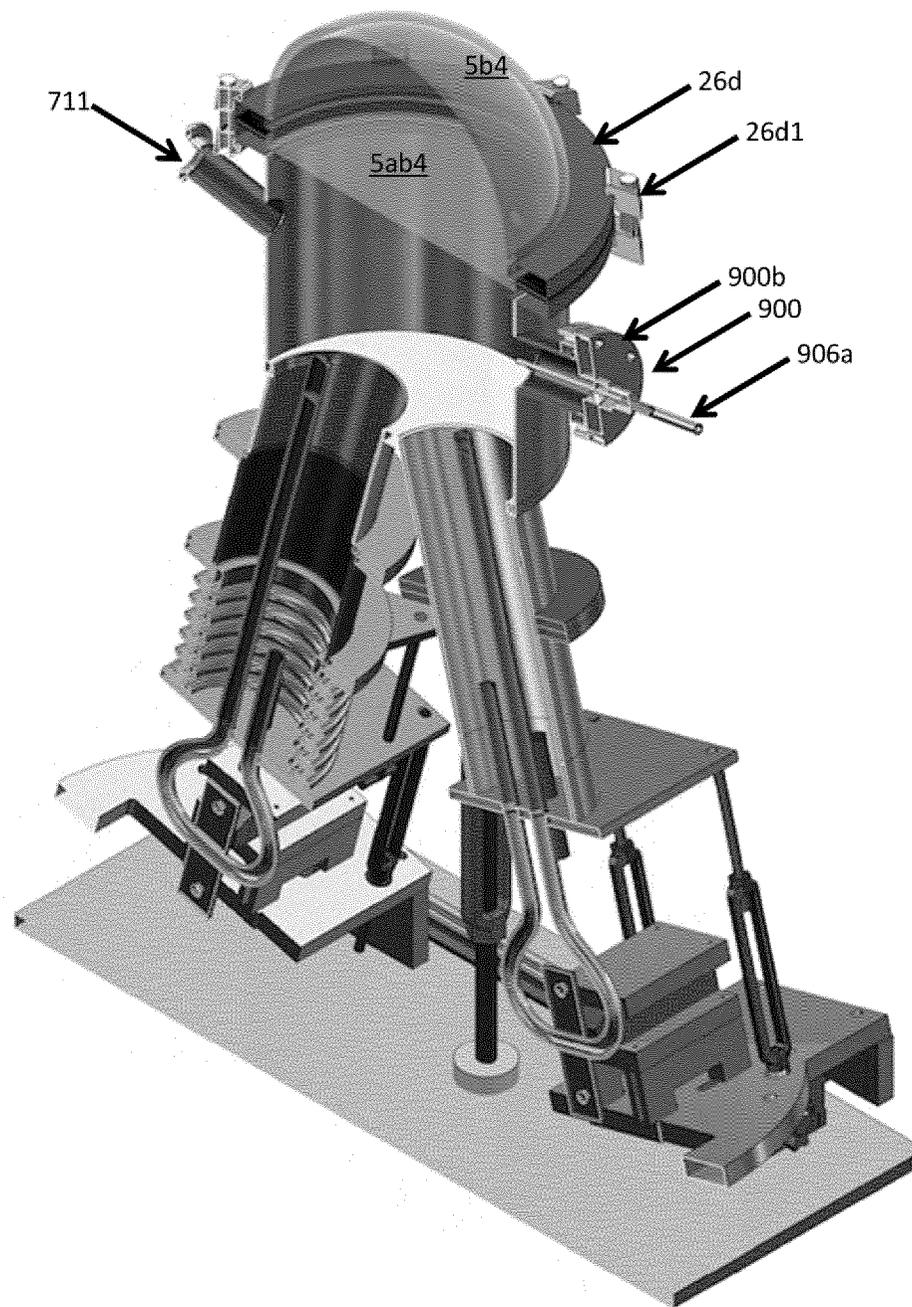
Фиг. 8I



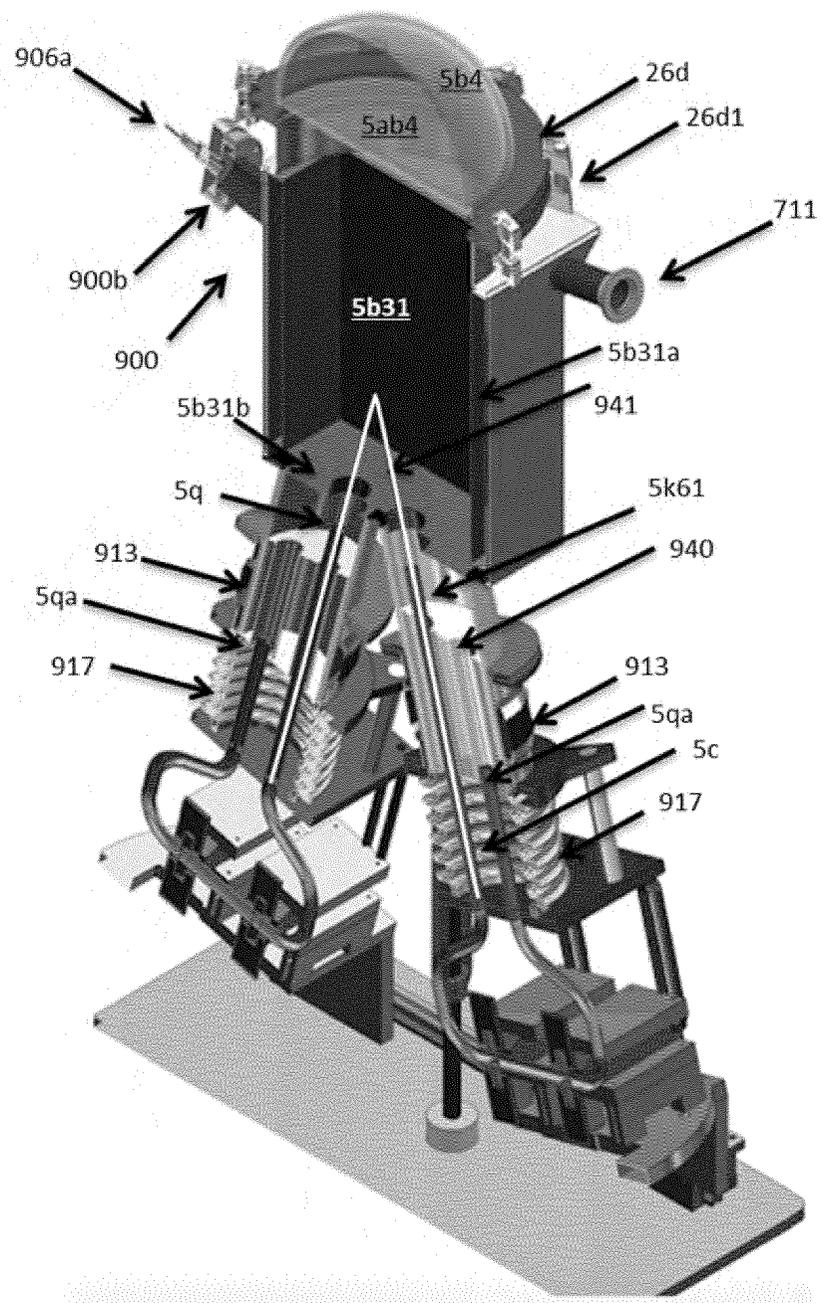
Фиг. 8J



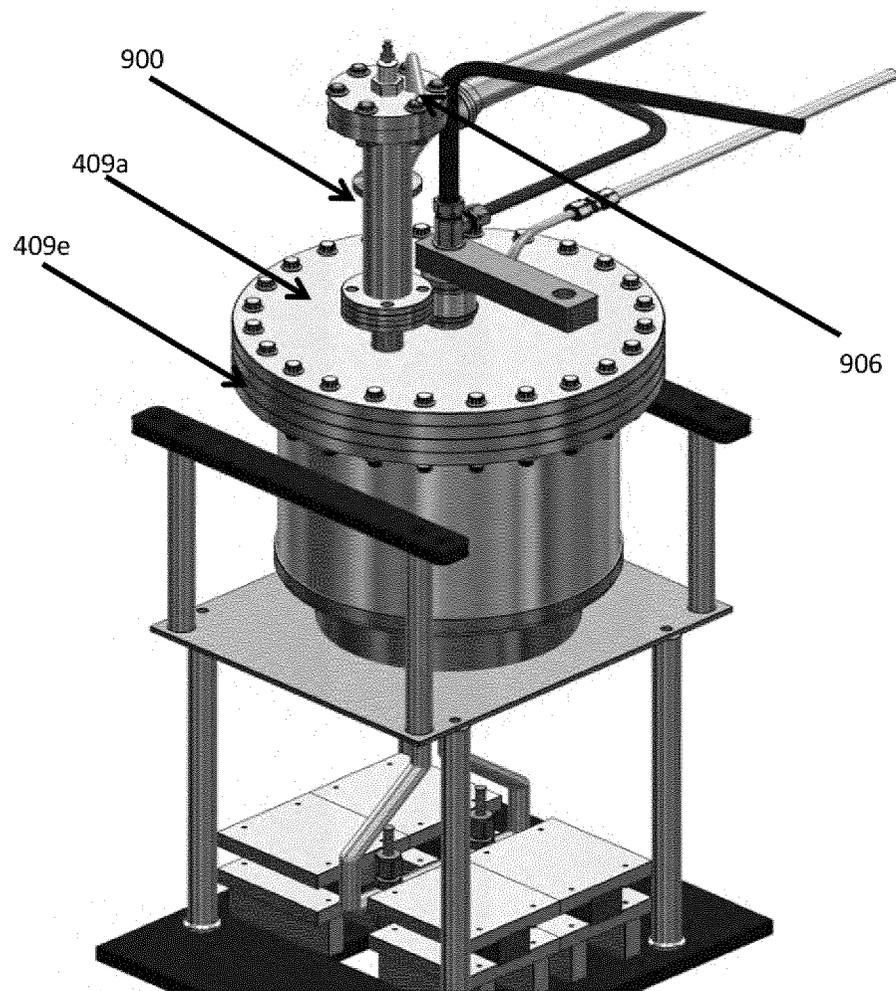
Фиг. 8К



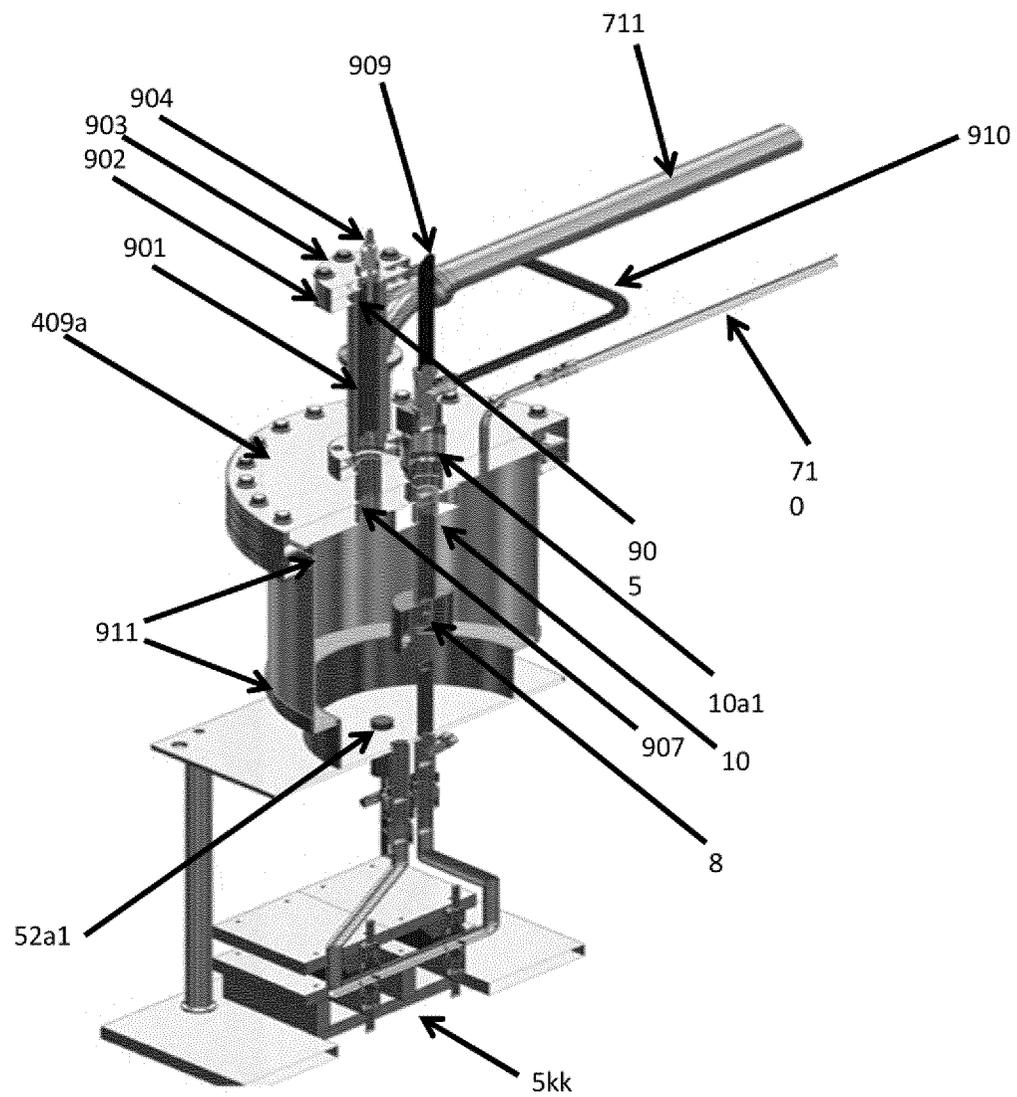
Фиг. 8L



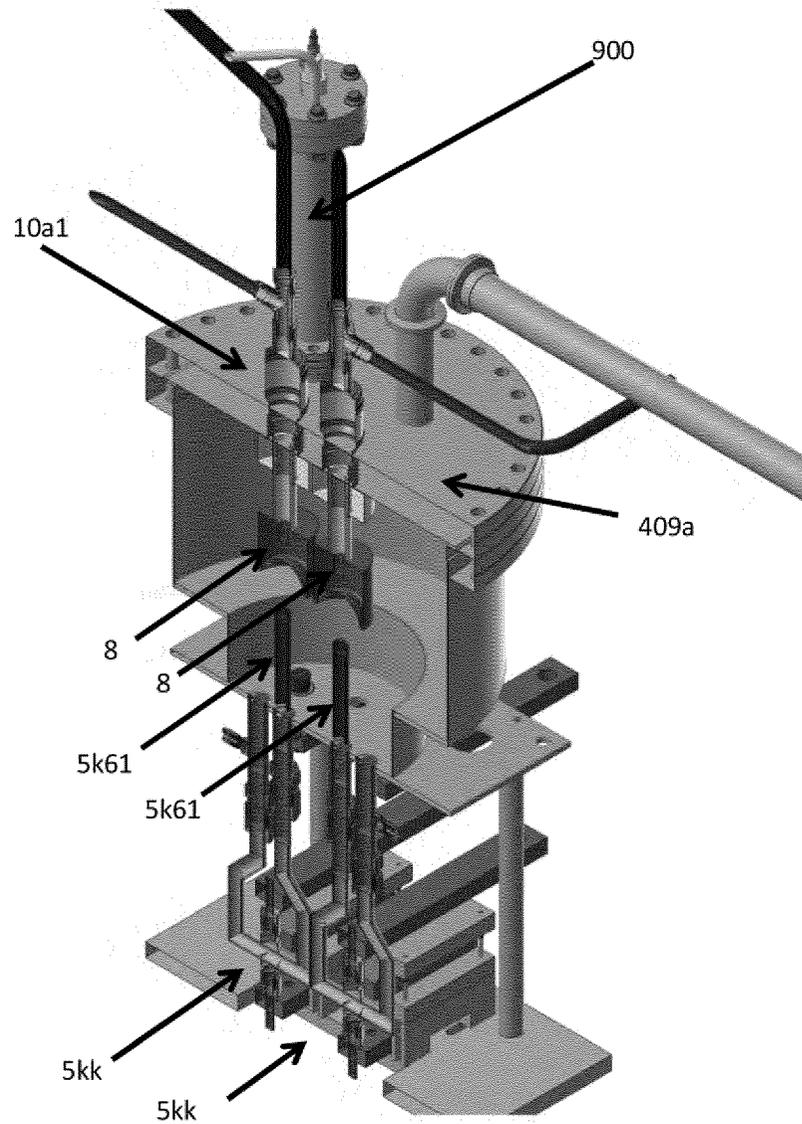
Фиг. 9А



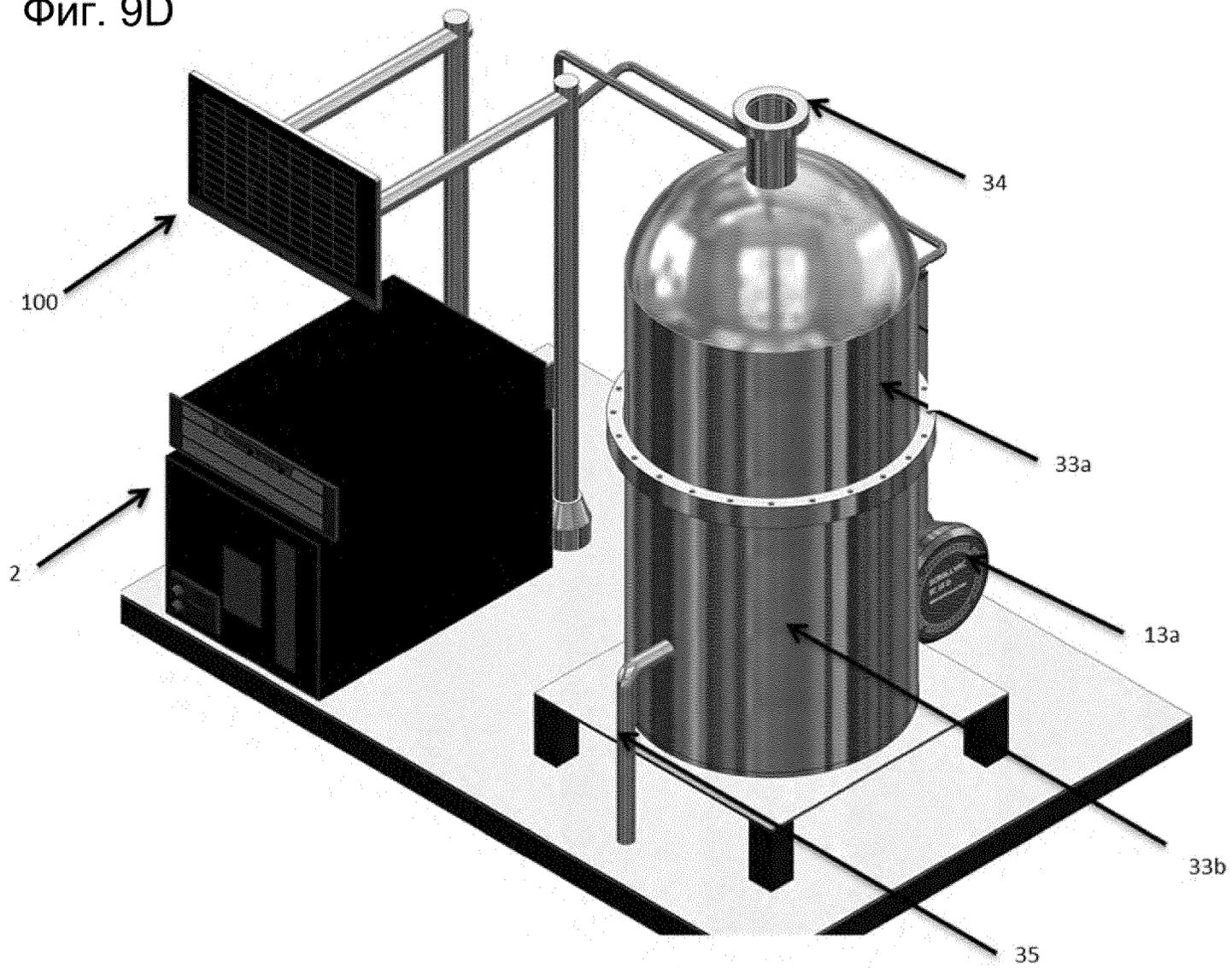
Фиг. 9В



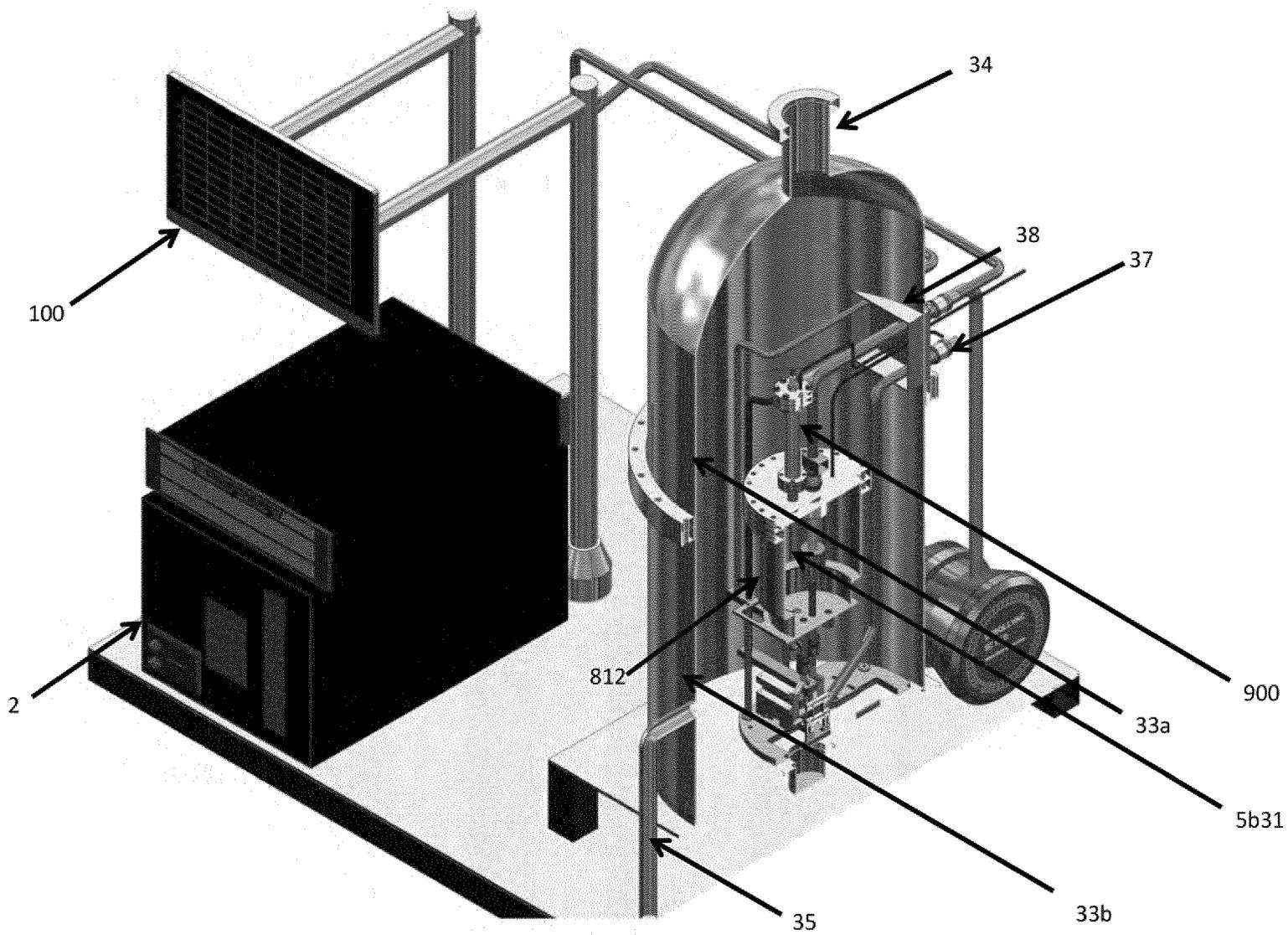
Фиг. 9С



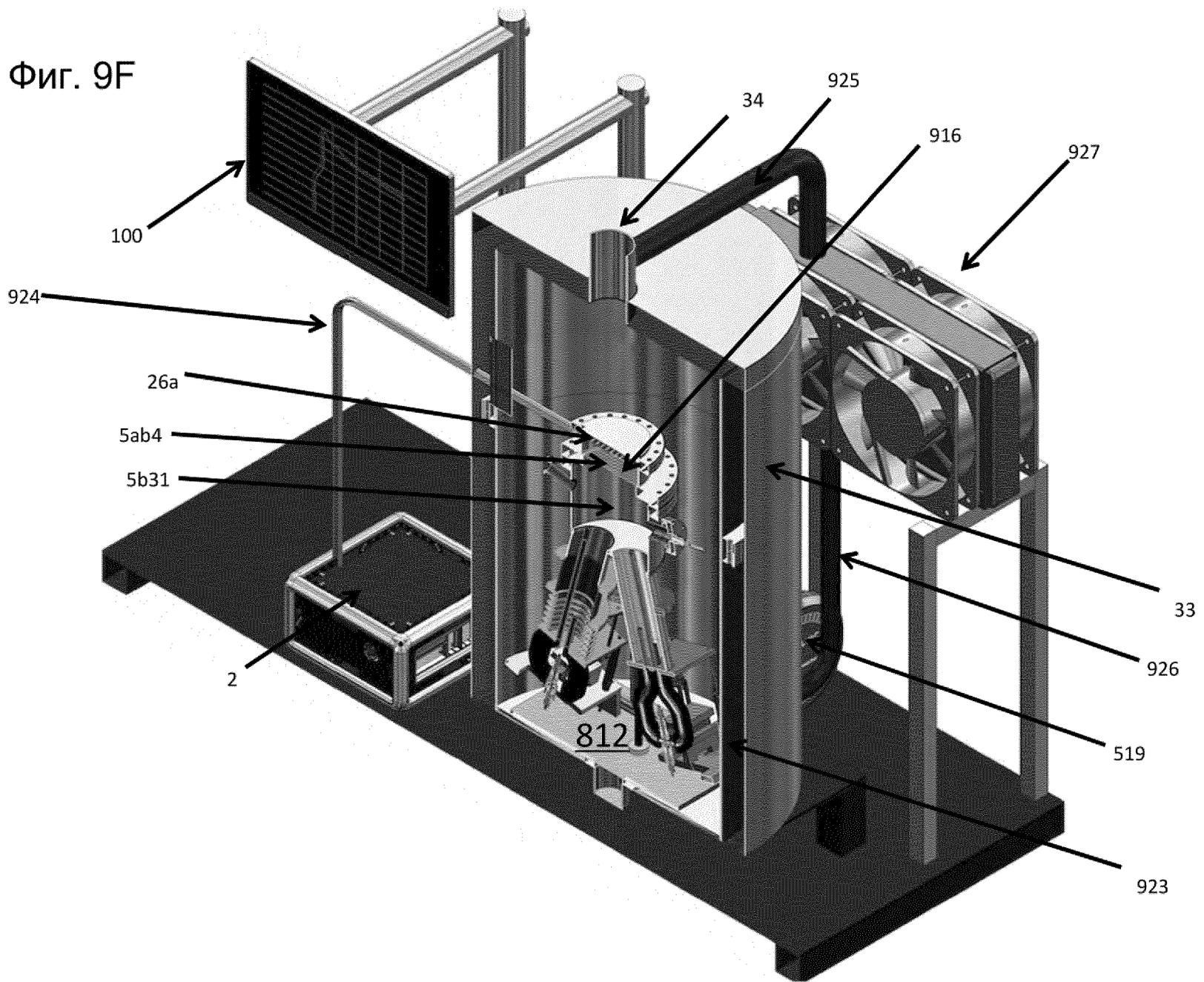
Фиг. 9D



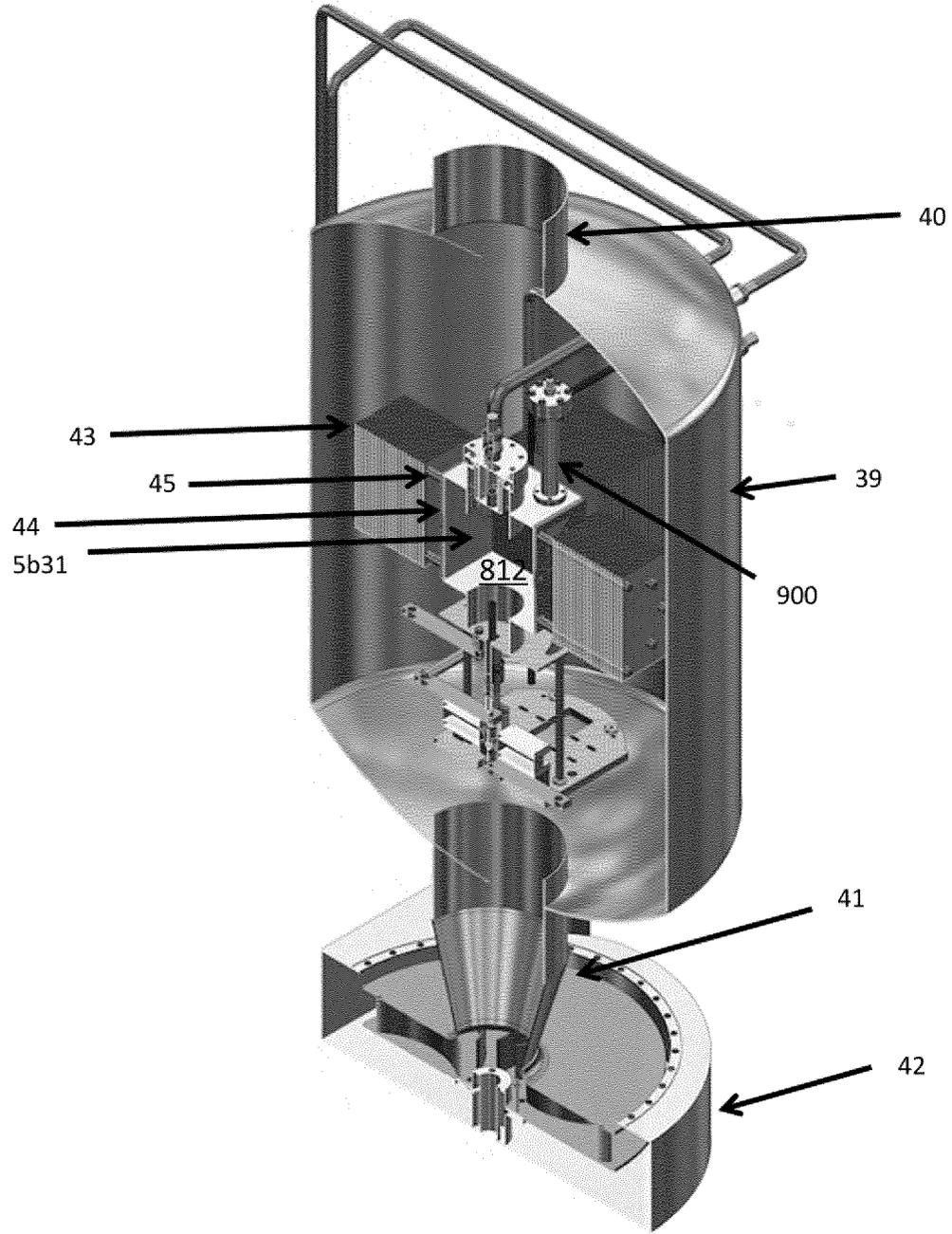
Фиг. 9Е



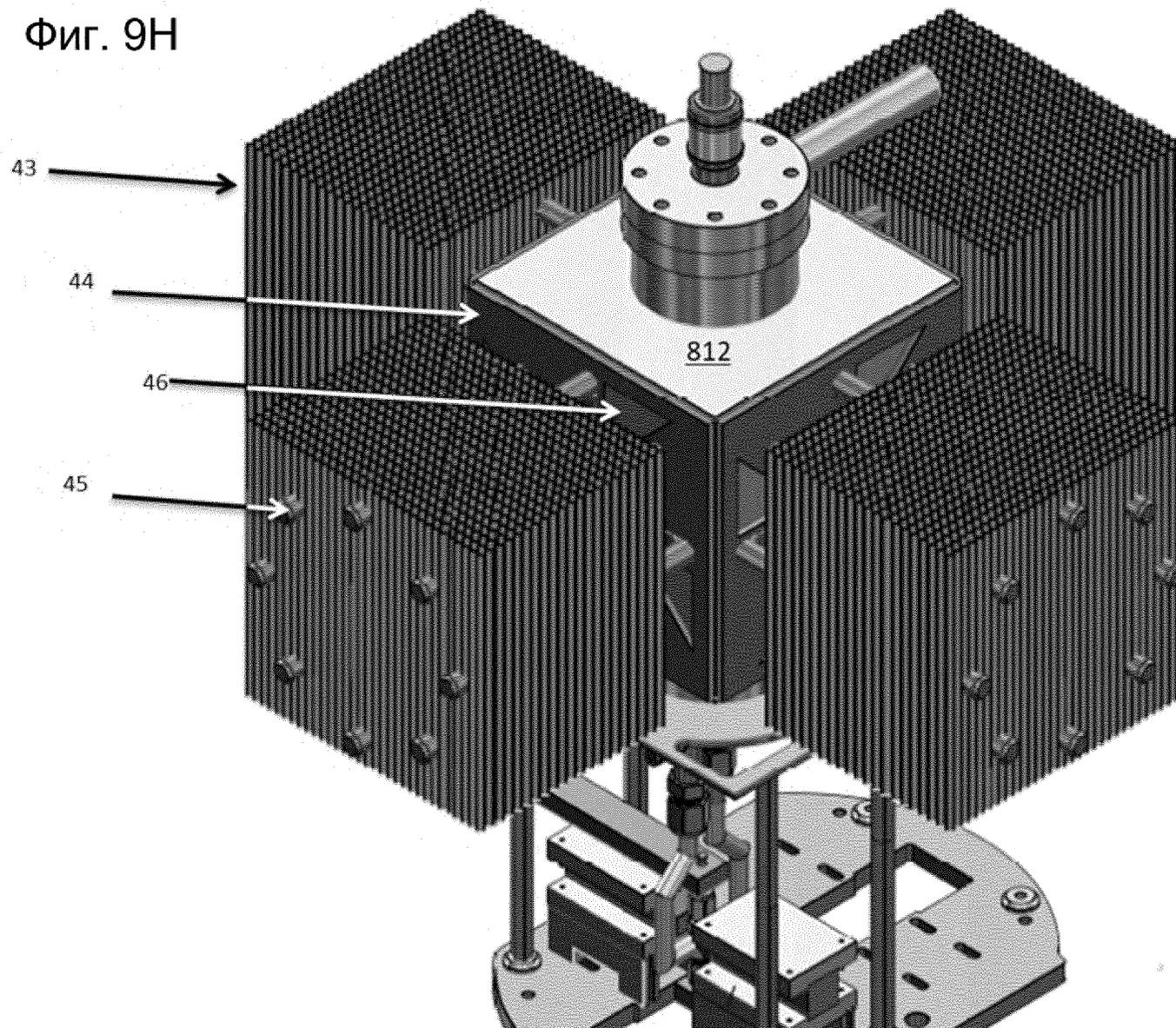
Фиг. 9F



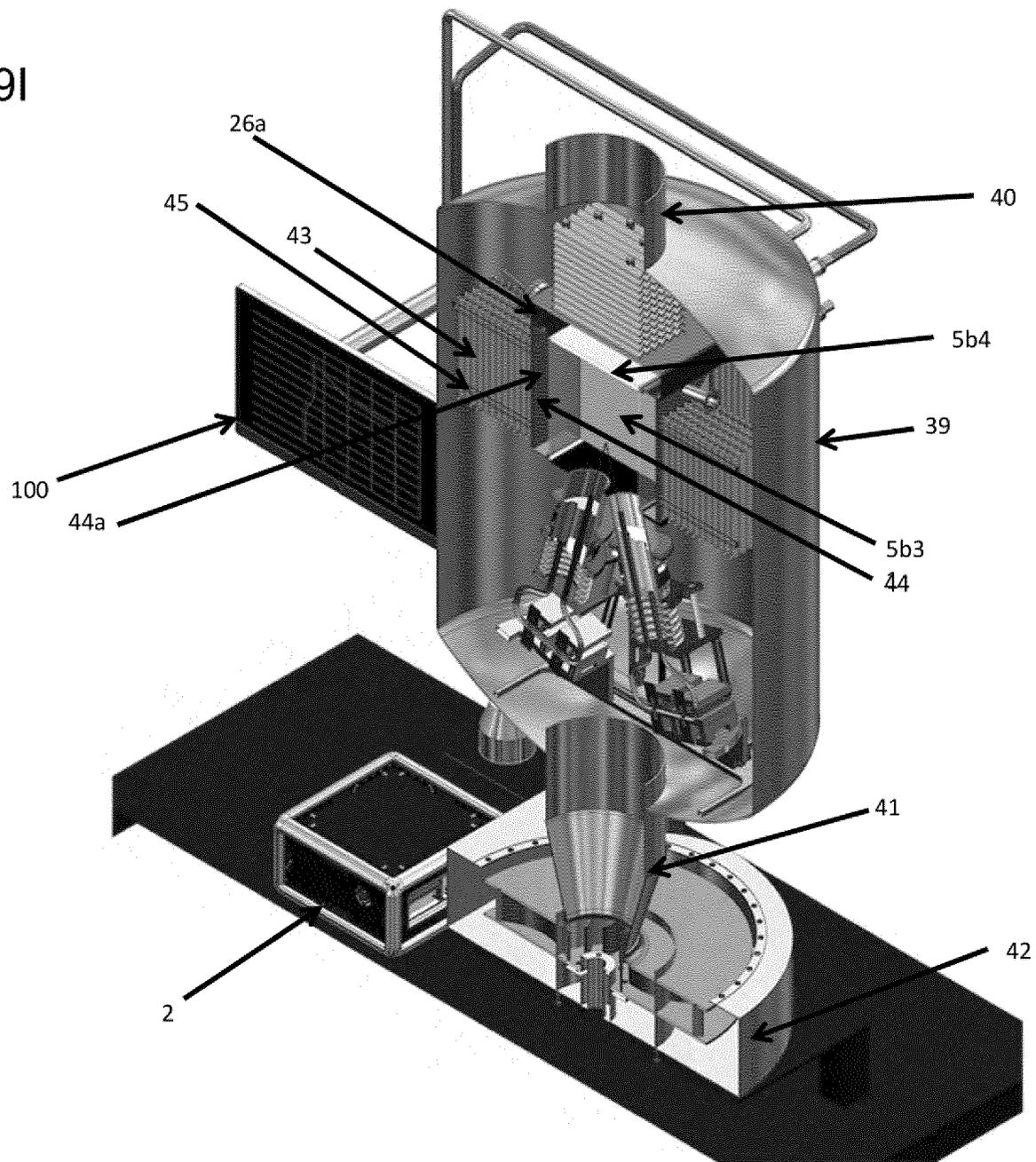
Фиг. 9G



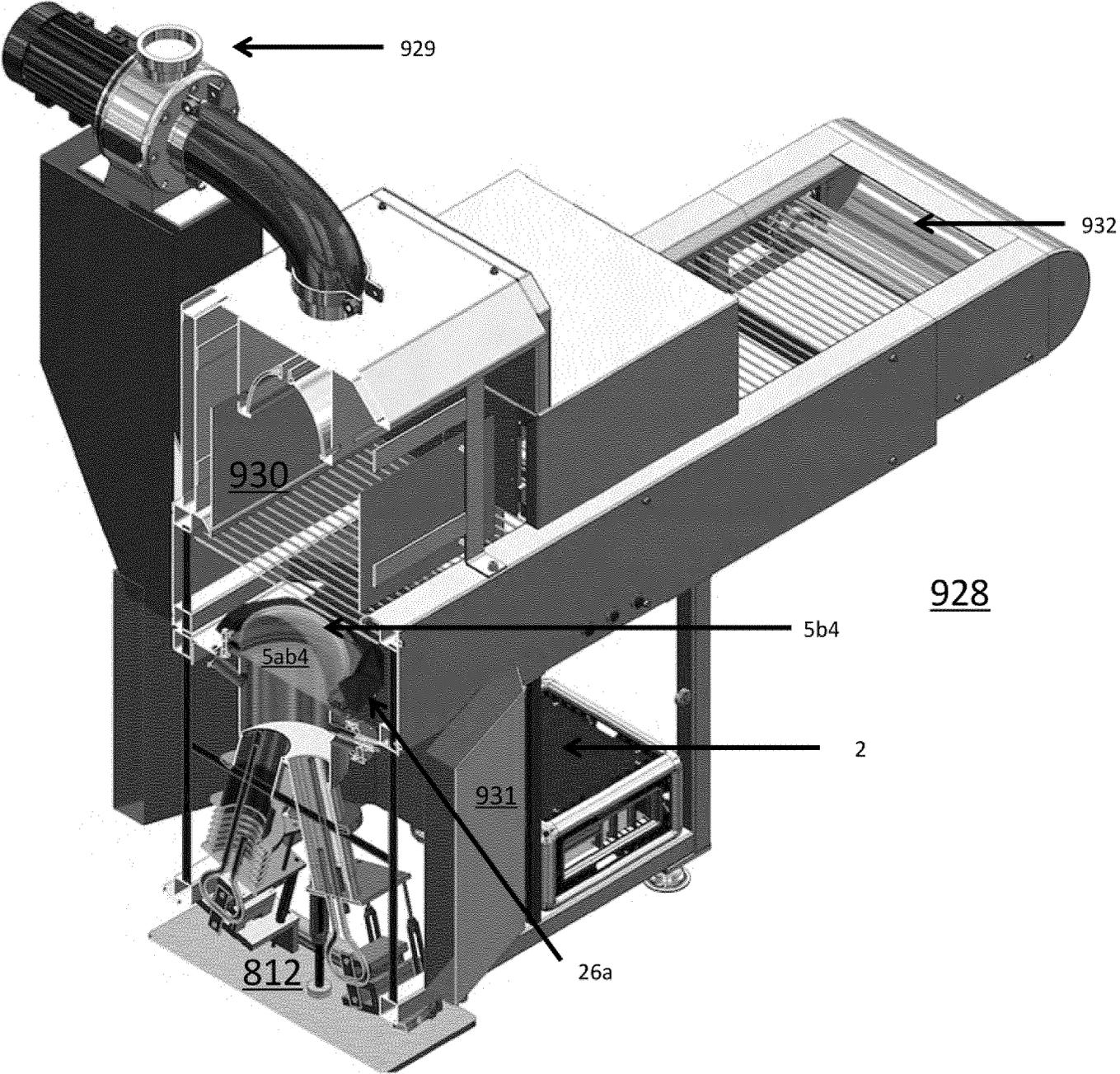
Фиг. 9Н



Фиг. 9I

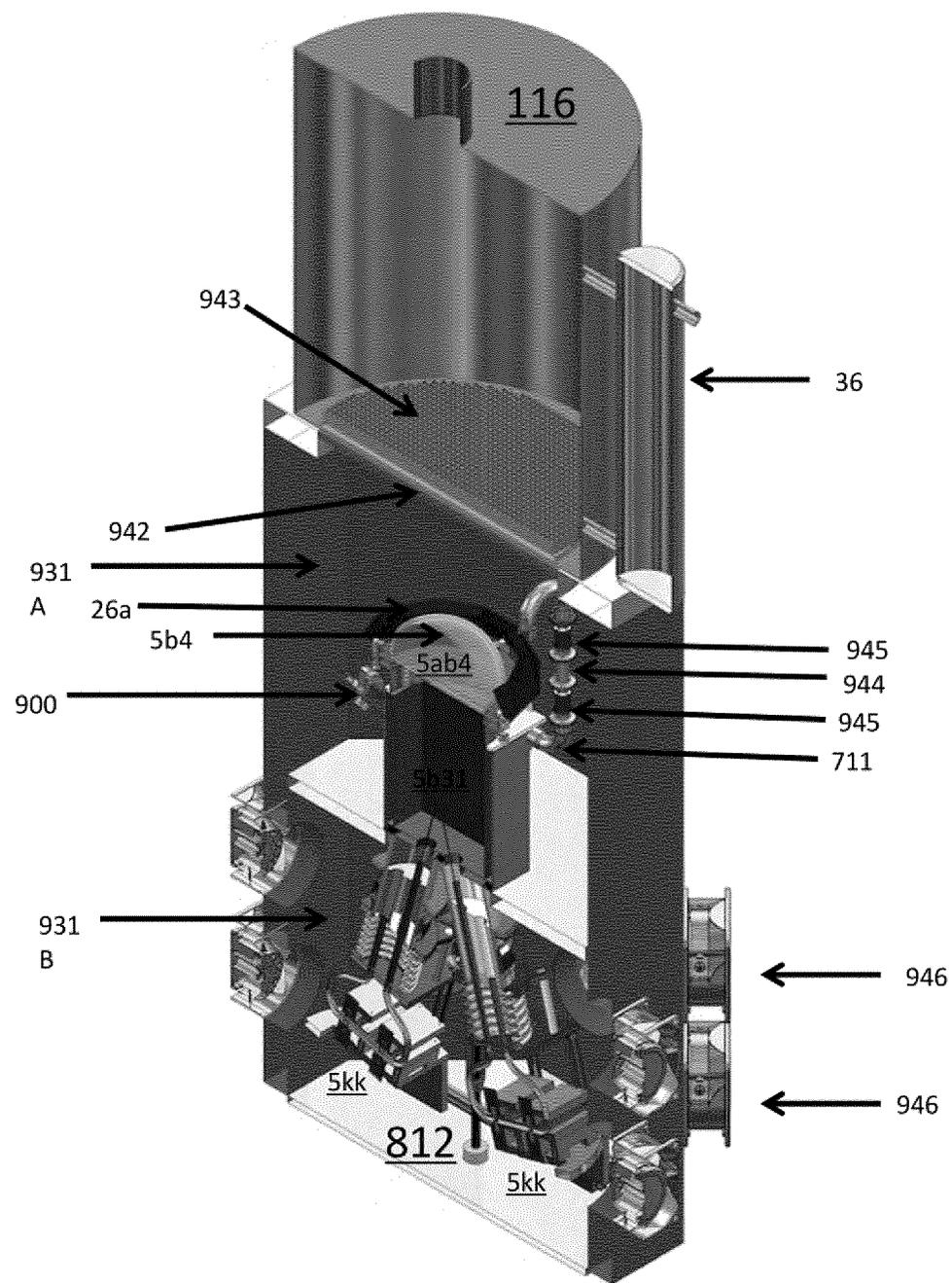


Фиг. 9J



ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ

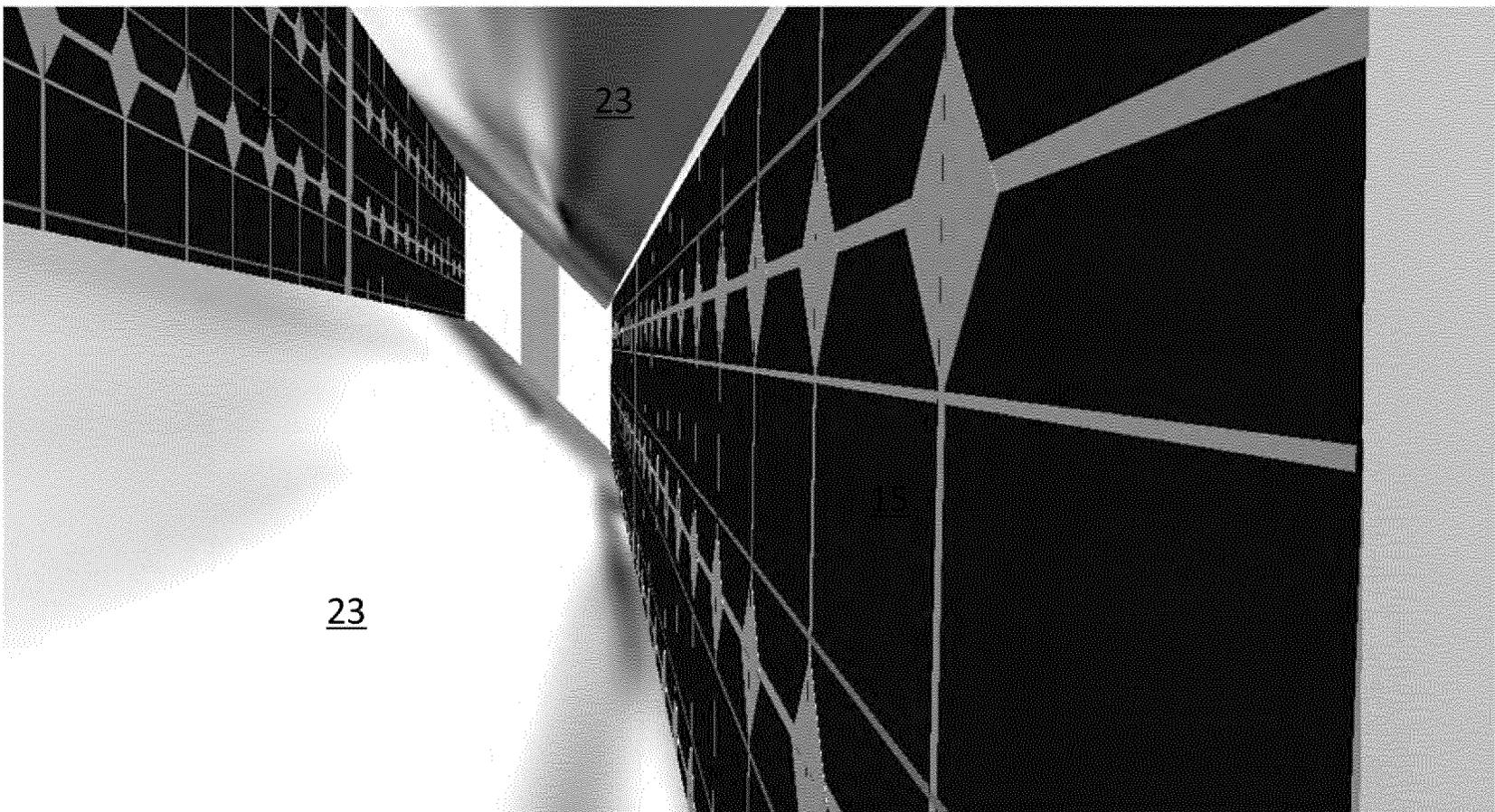
Фиг. 9К



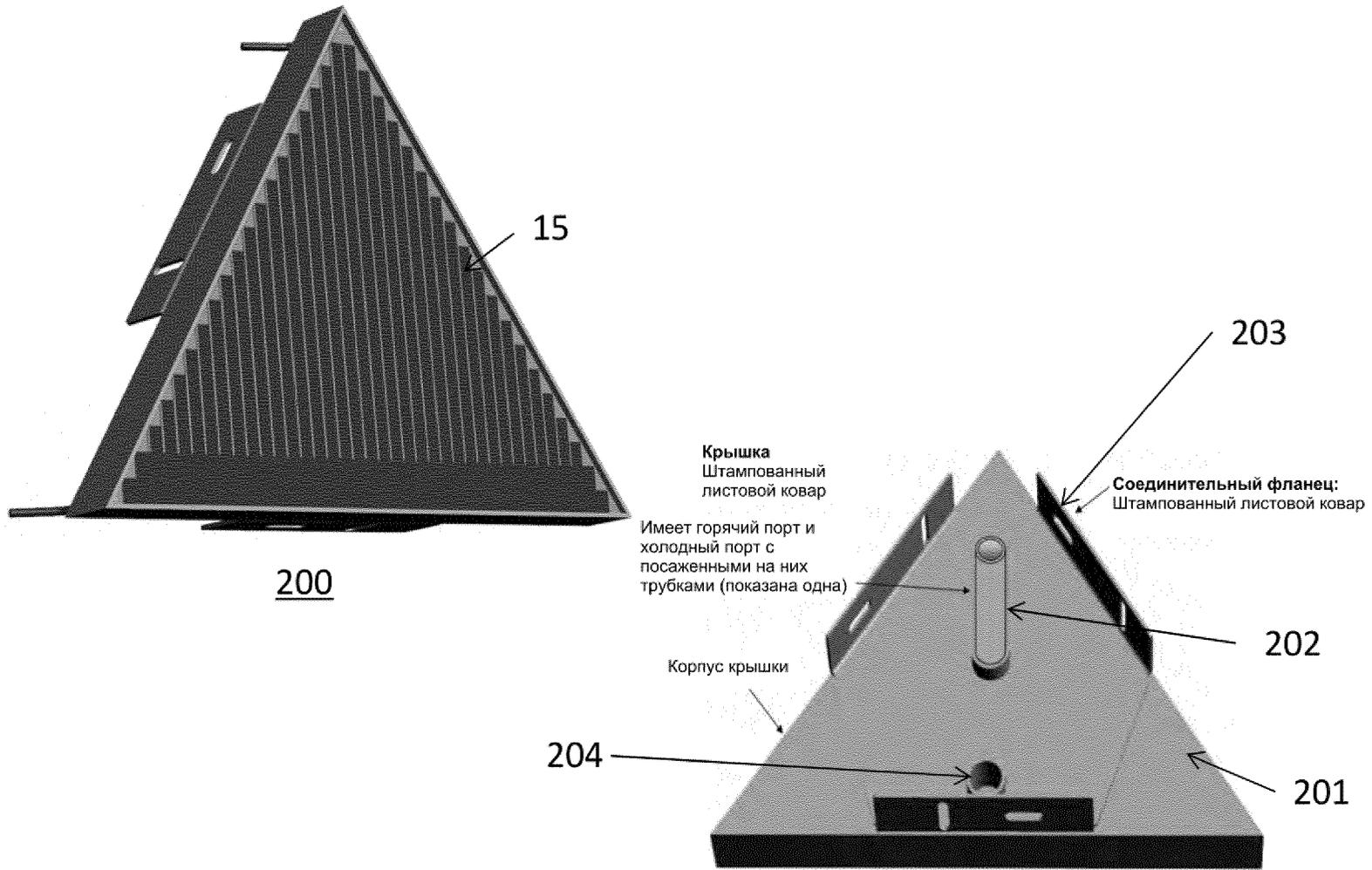
ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ

37/43

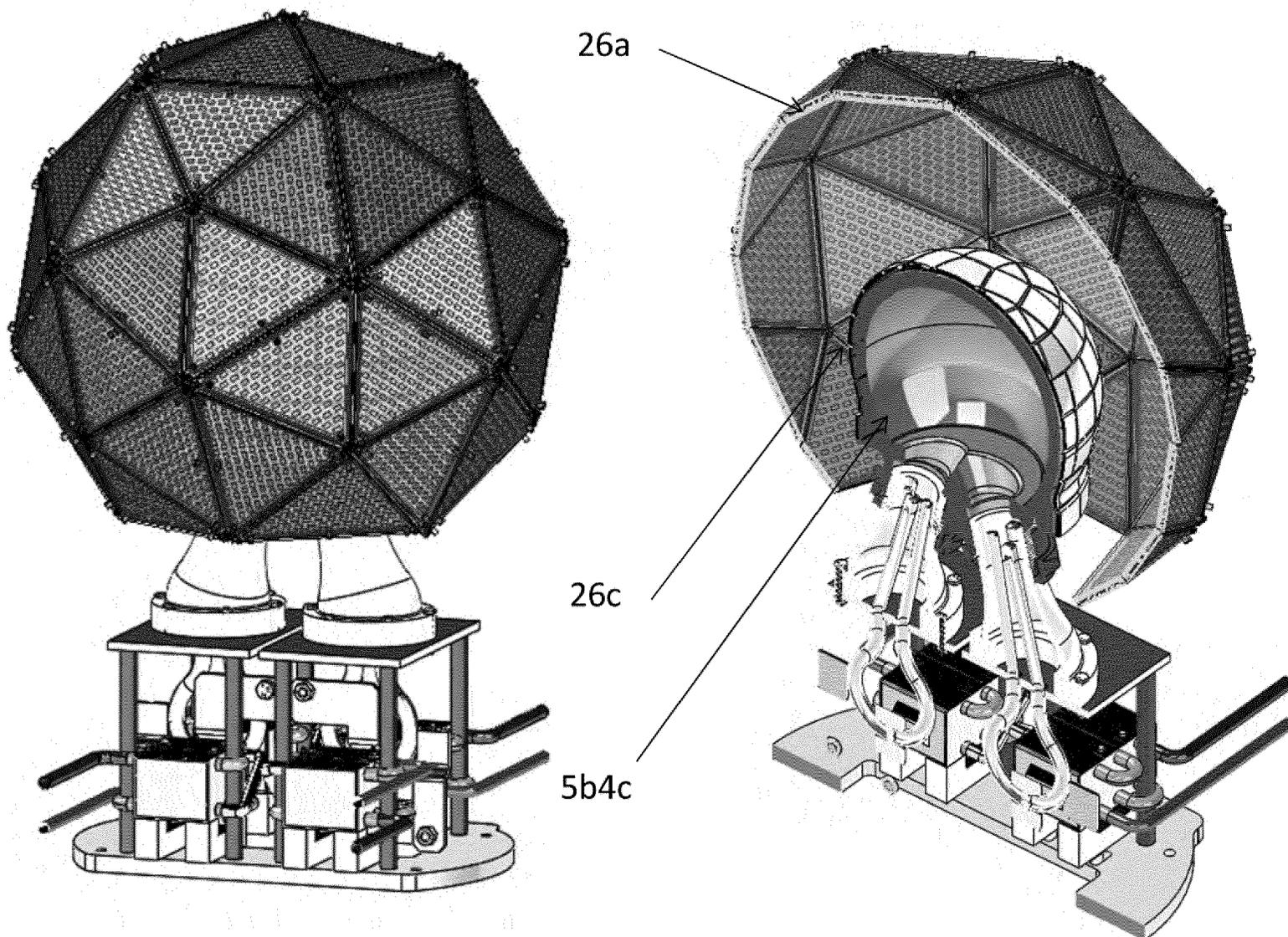
Фиг. 10



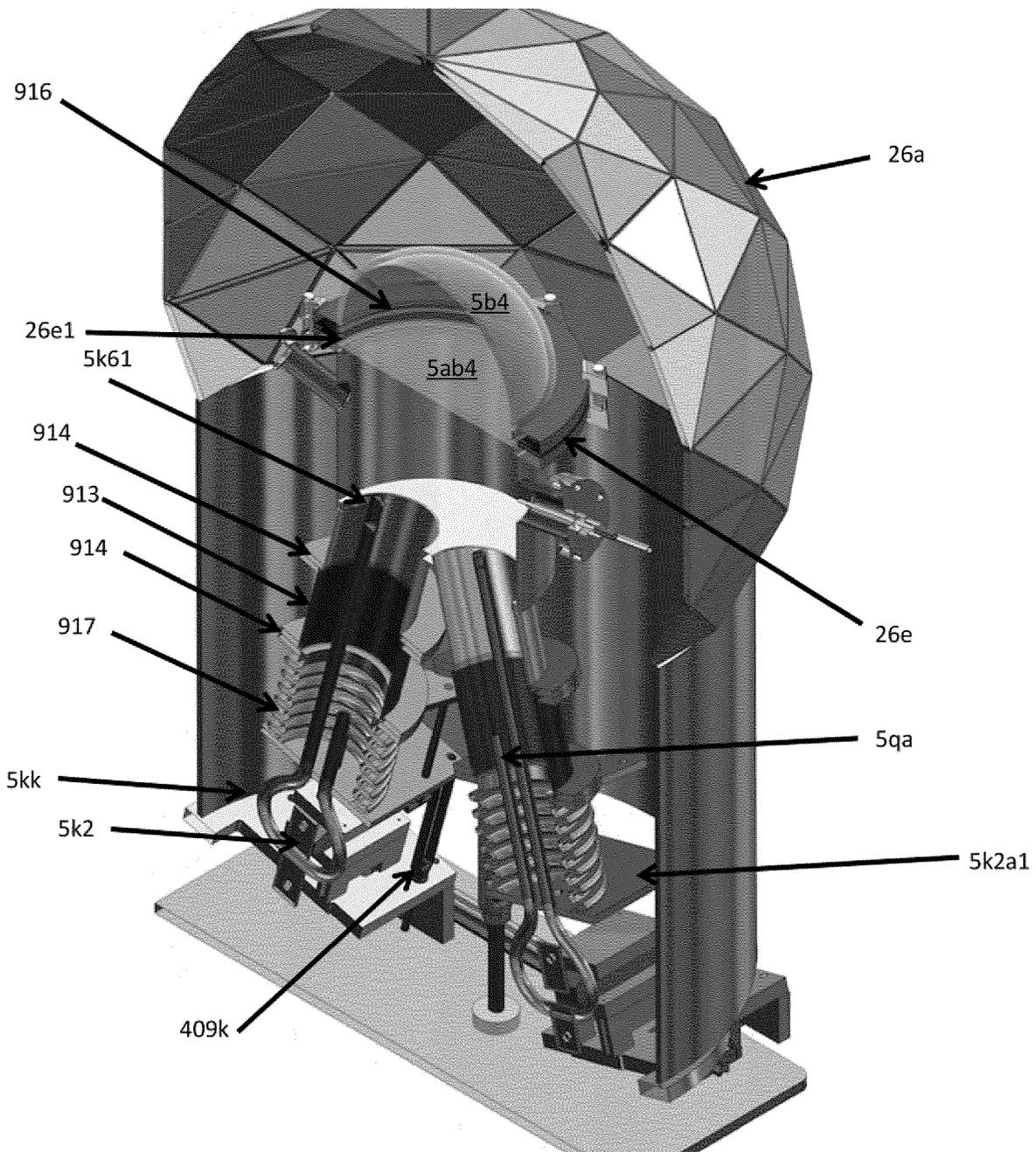
Фиг. 11

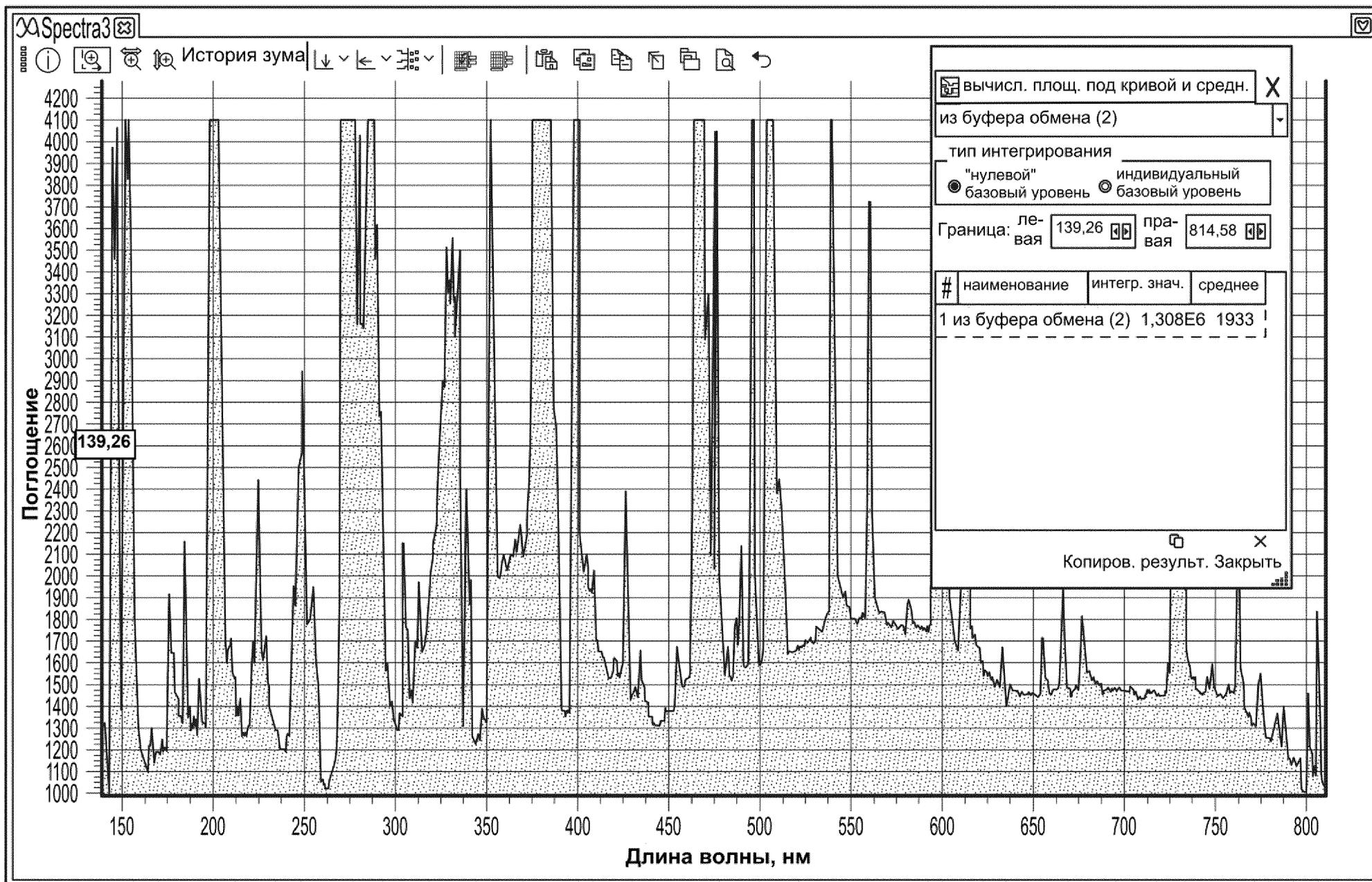


Фиг. 12

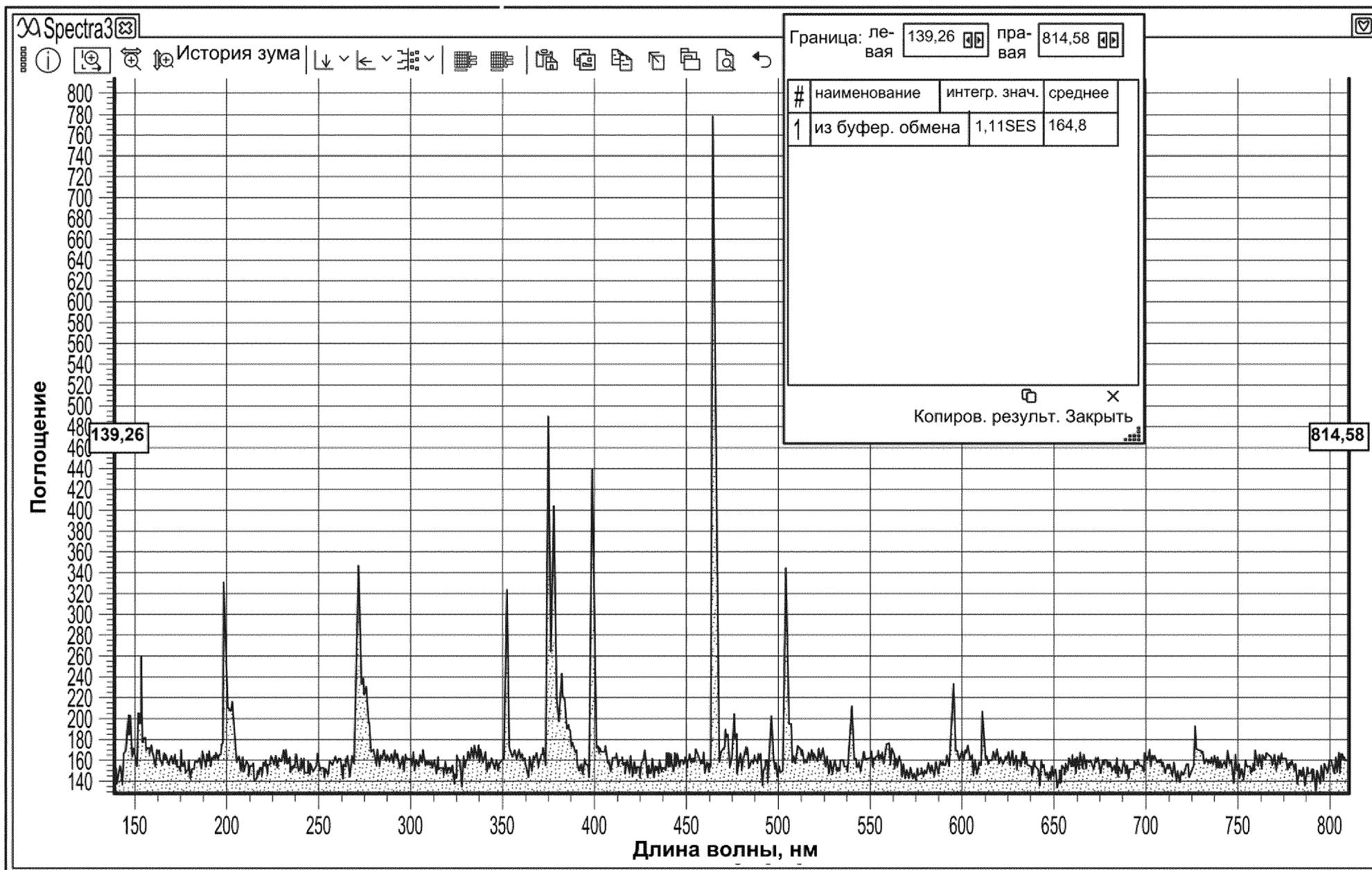


Фиг. 13





Фиг. 14



Фиг. 15