(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202292089 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.03.30

(22) Дата подачи заявки
2021.02.08

(51) Int. Cl. ***F23C 10/18*** (2006.01)
F03D 17/00 (2016.01)
F03D 9/11 (2016.01)

(54) МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ВОДОРОДНЫЙ ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

(31) **62/971,938; 62/980,959; 62/992,783; 63/001,761; 63/012,243; 63/024,487; 63/031,557; 63/043,763; 63/056,270; 63/072,076; 63/086,520; 63/111,556; 63/127,985; 63/134,537**

(32) **2020.02.08; 2020.02.24; 2020.03.20; 2020.03.30; 2020.04.19; 2020.05.13; 2020.05.28; 2020.06.24; 2020.07.24; 2020.08.28; 2020.10.01; 2020.11.09; 2020.12.18; 2021.01.06**

(33) **US**

(86) **PCT/US2021/017148**

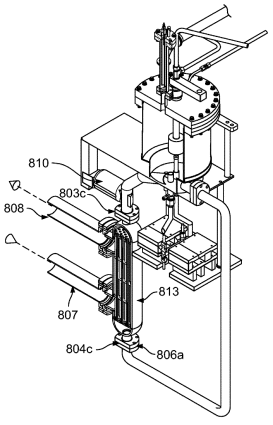
(87) **WO 2021/159117 2021.08.12**

(71) Заявитель:
БРИЛЛИАНТ ЛАЙТ ПАУЭР, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Миллс Рэнделл Л. (US)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) В изобретении дается описание энергогенератора, обеспечивающего производство по меньшей мере одного из таких типов энергии, как электрическая и тепловая, который включает в себя (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 из по меньшей мере одного насоса, например электромагнитного насоса, который обеспечивает поток расплавленного металла в реакционную ячейку, а также из по меньшей мере одного резервуара, в который поступает такой поток расплавленного металла, а также (iii) систему поджигания, представляющую собой источник электроэнергии, от которого низковольтная и сильноточная электрическая энергия подается по меньшей мере на один поток расплавленного металла для поджигания 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_2 и O_2, (vi) систему рекуперации расплавленного металла, а также (vii) преобразователь энергии, способный (a) с помощью концентрационных термофотоэлектрических ячеек преобразовывать в электричество мощную световую отдачу от излучателя Планка соответствующей ячейки либо (b) с помощью магнитогидродинамического преобразователя преобразовывать в электричество плазму высокой энергии.



202292089 A1

202292089 A1

МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ВОДОРОДНЫЙ ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

Настоящей заявкой испрашивается приоритет перед заявкой № 62/794,938, поданной 08 февраля 2020 года на получение патента в США, заявкой № 62/980,959, поданной 24 февраля 2020 года на получение патента в США, заявкой № 62/992,783, поданной 20 марта 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/001,761, поданной 30 марта 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/012,243, поданной 19 апреля 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/024,487, поданной 13 мая 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/031,557, поданной 28 мая 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/043,763, поданной 24 июня 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/056,270, поданной 24 июля 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/072,076, поданной 28 августа 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/086,520, поданной 01 октября 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/111,556, поданной 09 ноября 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/127,985, поданной 18 декабря 2020 года на получение патента в США, заявкой № 63/134,537, поданной 06 января 2021 года на получение патента в США, каждая из которых во всей своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ОПИСАННОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к области производства энергии и, в частности, к системам, устройствам и способам такого производства энергии. Точнее говоря, варианты осуществления настоящего изобретения относятся к устройствам 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, оптоэлектрического преобразователя, плазмоэлектрического преобразователя, фотонно-электрического преобразователя либо термоэлектрического преобразователя 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, механической энергии, электрической энергии и/или тепловой энергии. Эти и другие связанные с ними варианты осуществления подробно описаны в настоящем изобретении.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

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 либо источник топлива на водной основе. В процессе поджигания образуется плазменное облако лишенных электронов 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, рекомбинируя и подвергаясь электронной релаксации, могут излучать оптическую энергию. Оптическая энергия с помощью фотоэлектрических устройств может быть преобразована в электрическую.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ

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

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

смесь газообразного водорода и водяного пара;

b) расплавленный металл;

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

вакуумный насос для поддержания в емкости давления ниже атмосферного в процессе втекания в емкость одного или несколько 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 несколькими электромагнитными насосами), сконфигурированной для 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;

по меньшей мере одну систему поджигания, оборудованную источником электроэнергии или тока поджигания, предназначенным 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;

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.

Энергетические системы (также именуемые в настоящем документе «устройства марки SunCell»), описанные в настоящем изобретении, могут включать в себя:

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;

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

d) ячейку генерирования плазмы (например, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования образования из 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

e) силовой адаптер, сконфигурированный таким образом, чтобы преобразовывать энергию второй плазмы в механическую, тепловую и/или электрическую энергию и/или передавать ее. 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 составляет от 0,01% до 50% (например, от 0,1% до 20%, от 0,1% до 15% и т.д.). В некоторых вариантах выполнения указанным расплавленным металлом будет галлий. В некоторых вариантах осуществления продукты реакции будут иметь по меньшей мере один спектроскопический признак, описанный в настоящем документе (*например*, описанный в варианте осуществления 10). 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 (например, образованию сплава с таким расплавленным металлом, как галлий), 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 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 Nb(94,33 мас.%)-Mo(4,86 мас.%)-Zr(0,81 мас.%));

вторая секция будет 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).

Описываемая в настоящем изобретении энергетическая система может включать в себя:

а) оборудованную реакционной камерой емкость, способную поддерживать давление ниже атмосферного;

b) множество пар электродов, причем каждая пара будет состоять из электродов, сконфигурированных таким образом, чтобы проходящий между ними поток расплавленного металла образовывал замкнутую цепь;

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

d) ячейку генерирования плазмы (например, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования образования из 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

e) силовой адаптер, сконфигурированный таким образом, чтобы преобразовывать энергию второй плазмы в механическую, тепловую и/или электрическую энергию и/или передавать ее;

причем по меньшей мере один из продуктов реакции (например, промежуточный продукт, конечный продукт) будет иметь по меньшей мере один спектроскопический признак, описанный в настоящем документе (например, представленный в варианте осуществления 10).

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_2) и кислорода (O_2). 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_2/O_2 (например, смесь H_2/O_2 с содержанием менее 1/3 мольных % O_2, 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 вступать в реакцию, обладающую

экзотермичностью, достаточной для образования второй плазмы. 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 реакционную камеру, где между двумя электродами (например, с пропускаемым между ними расплавленным металлом) будут проводить ток поджигания, и при взаимодействии потока со смещенным расплавленным металлом (например, галлием), к примеру, при образовании тока дугового разряда, будет инициироваться реакция с участием образующейся воды и атомарного водорода.

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 плазмообразующую реакцию) и/или резервуар, оснащенный по меньшей мере одной футеровкой из тугоплавкого материала, устойчивой к образованию сплава с расплавленным металлом. Внутренняя стенка реакционной камеры 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 различных вариантах осуществления такая стенка реакционной камеры будет состоять из материала, обладающего высокой проницаемостью для газообразного продукта реакции. В различных вариантах осуществления такая стенка реакционной камеры будет состоять по меньшей мере из одного и таких веществ, как нержавеющая сталь (например, хром-молибденовая нержавеющая сталь), ниобий, 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 оборудована вакуумным трубопроводом, причем упомянутый конденсатор будет представлять собой участок вакуумного трубопровода, ведущий от камеры реакционной камеры до вакуумного насоса, который расположен вертикально по отношению к камере реакционной камеры, и будет содержать инертный наполнительный материал с большой площадью поверхности, конденсирующий пары расплавленного металла, а также частицы и пары оксидов металлов и возвращающий

их в камеру реакционной камеры, позволяя тем самым вакуумному насосу поддерживать вакуумное давление в камере реакционной камеры.

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).

В некоторых вариантах осуществления данная энергетическая система может быть дополнительно оборудована газосмесительным устройством, предназначенным для смешивания газообразного водорода и кислорода, 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 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 емкости в процессе работы будет находится 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.

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 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 молярная концентрация H_2 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).

Данная энергетическая система может быть дополнительно оборудована нагревателем, предназначенным для расплавления металла (например, галлия, 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 оснащенном функцией впрыска резервуаре расплавленного металла; при этом система поджигания будет оборудована источником электроэнергии либо тока поджигания, предназначенным для подачи противоположных напряжений на электроды, находящиеся, соответственно, в резервуаре, оснащенном функцией впрыска, и резервуаре, такой функцией не оснащенном; 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 сильноточную электрическую энергию, достаточную для того, чтобы вызвать вступление реагентов в реакцию с образованием 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 поджигания 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 нескольких электромагнитных насосов, при этом каждый из таких электромагнитных насосов будет представлять собой

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

b) 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.

В некоторых вариантах осуществления цепь системы поджигания расплавленного металла будет замыкаться потоком расплавленного металла, что будет вызывать воспламенение, вызывающее дальнейшее воспламенение (*например*, с частотой поджигания 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.

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 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 поджигания на резервуар без функции впрыска может подаваться через:

a) герметичный, высокотемпературный кабельный ввод, проходящий в резервуар;

b) электродную шину, а также

c) электрод.

Плотность тока поджигания 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 имет 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 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 поджигания. 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 оснащенном функцией впрыска резервуаре емкости, имеющей геометрию песочных часов, может быть размещен положительный электрод для создания тока поджигания.

Расплавленный металл может состоять по меньшей мере из одного из таких веществ, как 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 энергогенерирующих систем, контактирующий с таким расплавленным металлом (*например*, резервуары, электроды), выполнен, имеет плакировку либо покрытие из одного или нескольких стойких к сплавлению материалов, препятствующих образованию сплава с расплавленным металлом. Примерами стойких к сплавлению материалов являются W, Ta, Mo, Nb, 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, Si3N4, шапал, AlN, сиалон, Al_2O_3, ZrO_2 либо HfO_2. 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.

Расплавленный металл может, вступая в реакцию с водой, образовывать в условиях *in situ* атомарный водород. В различных вариантах осуществления функцию расплавленного металла будет выполнять галлий, а энергическая система будет дополнительно оборудована системой регенерации галлия, предназначенной для регенерации галлия из оксида галлия (например, оксида галлия, получаемого при прохождении указанной реакции). Система регенерации галлия может иметь источник

по меньшей мере одного из таких веществ, как газообразный водород и атомарный водород, которые необходимы для восстановления оксида галлия до состояния металлического галлия. В некоторых вариантах осуществления газообразный водород будет подаваться в систему регенерации галлия из источников, расположенных вне энергогенерирующей системы. В некоторых вариантах осуществления газообразный водород и/или атомарный водород генерируются в условиях *in situ*. Система регенерации галлия может представлять собой систему поджигания, в которой электрический ток подается на галлий (либо сочетания галлий/оксид галлия), образующийся при прохождении реакции. В некоторых вариантах осуществления таким электрическим током может производиться электролиз оксида галлия на поверхности галлия до состояния металлического галлия. В некоторых вариантах осуществления система регенерации галлия может содержать электролит (например, электролит в виде галогенида щелочного или щелочноземельного металла). В некоторых вариантах осуществления система регенерации галлия может состоять из системы электролиза воды с основным pH, средства транспортировки оксида галлия в такую систему и средства возврата галлия в емкость (например, в резервуар расплавленного металла). В некоторых вариантах осуществления система регенерации галлия будет состоять из скиммера и ковшового подъемника, предназначенных для удаления оксида галлия с поверхности галлия. В различных вариантах реализации энергетическая система может быть оборудована линией отвода к вакуумному насосу, предназначенной для поддержания потока отходящих газов, а также дополнительно оборудована системой электростатического осаждения, расположенной в линии отвода для сбора присутствующих в потоке отходящих газов частиц оксида галлия.

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 во вторую, обладающую большей энергией, реакцию 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 несколько водяных насосов системы водяного охлаждения либо одного или нескольких воздухонагнетателей системы воздушного охлаждения, предназначенных для прокачивания холодного хладагента через впускной патрубок внешнего хладагента и кожух, откуда, нагреваясь в результате теплоотдачи трубопроводов, хладагент будет выходить через выпускной патрубок внешнего хладагента. В некоторых вариантах осуществления кожухотрубный теплообменник будет состоять из трубопроводов, коллекторов, распределителей, подводящей линии теплообменника, отводящей линии 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 будет представлять собой воздух, при этом воздух из микротурбинного компрессора либо микротурбинного рекуператора будет нагнетать холодный воздух через впускной

патрубок внешнего хладагента и кожух, откуда, нагреваясь в результате теплоотдачи трубопроводов, хладагент будет выходить через выпускной патрубок внешнего хладагента, после чего выходящий из выпускного патрубка внешнего хладагента 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 группы, в которую входят термофотоэлектрический преобразователь, фотоэлектрический преобразователь, фотоэлектронный преобразователь, магнитогидродинамический преобразователь, плазмодинамический преобразователь, термоэлектронный преобразователь, термоэлектрический преобразователь, двигатель Стерлинга, преобразователь, работающий по сверхкритическому циклу CO_2, преобразователь, работающий по циклу Брайтона, работающий по циклу Брайтона двигатель либо преобразователь внешнего сгорания, двигатель либо преобразователь, работающий по циклу Ренкина, органический преобразователь, работающий по циклу Ренкина, двигатель внутреннего сгорания, а также тепловой двигатель, нагреватель и котел. Емкость может быть оборудована светопрозрачным фотоэлектрическим окном (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, 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, фторида магния либо их сочетаний. В нескольких вариантах осуществления вращающееся окно будет иметь покрытие, подавляющее прилипание по меньшей мере одного из таких веществ, как галлий и оксид галлия. 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 поджигания (*например*, верхний электрод поджигания, электрод, смещенный над другим электродом) будет расположен ближе к окну (*например*, по сравнению с отрицательным электродом поджигания), 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 (МГД) 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 магнитогидродинамическом канале и системе сбора металла с целью повышения степени поглощения кислорода расплавленным металлом.

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.

В результате вызываемой указанными реагентами реакции будет производиться количество энергии, достаточное для того, чтобы инициировать образование в емкости плазмы. Указанные реакции могут приводить к образованию продукта водорода, обладающего одной или несколькими из следующих характеристик:

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);

b) 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

(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 магнитные моменты, которые обусловлены относительным вращательным движением вокруг межъядерной оси, порождают энергии спин-орбитальной связи;

(iii) каждый пик спин-орбитального расщепления далее расщепляется 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

(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.

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

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

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

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

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

и/или

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

$$\Delta B_Ф^{spinorbit} = \left(0.35001 - m3.99427X\ 10^{-4} - (0.5)\frac{\left(2\pi m3,99427X\ 10^{-4}\right)^2}{0.1750} \right) \left[\frac{m_Ф 5.7830\ X\ 10^{-28}\ J}{h9.820295GHz} \right] X\ 10^4 G$$

и

$$\Delta B_Ф^{myfield} = \left(0.35001 + m3.99427X\ 10^{-4}\right) \left[\frac{m_Ф 5.7830\ X\ 10^{-28}\ J}{h9.820295GHz} \right] X\ 10^4 G ;$$

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 который на примере $H^-(1/2)$ с помощью спектроскопии высокого разрешения в видимой области спектра наблюдается в диапазоне от 400 до 410 нм;

e) 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 ударами высокоэнергетических электронов из электронного пучка с $H_2(1/4)$;

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;

(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

(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;

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

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

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

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

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

либо

(iii) двойной переход на конечные вращательные квантовые числа $J_p^{'}=2$ и $J_c^{'}=1$:

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0\to J_p^{'}=2} + \Delta E_{J=0\to J_c^{'}=1} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 9751\ cm^{-1} + m528\ cm^{-1} + m_{\Phi}31\ cm^{-1} + m_{\Phi 3/2}46\ cm^{-1}$$

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

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

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

i) энергии вращения в спектре комбинационного рассеяния HD(1/4), сдвинутом в ¾ раза по сравнению с таким спектром $H_2(1/4)$;

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

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

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

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

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

либо

(iii) двойного перехода на конечные вращательные квантовые числа $J_p^{'} = 3;\ J_c^{'} = 1$:

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0\to J_p^{'}=2} + \Delta E_{J=0\to J_c^{'}=1} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot}$$

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

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

k) смеси $H_2(1/4)$ 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 $H_2(1/4)$ от $\nu = 1$ до $\nu = 0$ с серией вращательных переходов, соответствующих P-ветви $H_2(1/4)$, причем

(i) спектральная аппроксимация вполне сопоставима с $4^2 0.515eV - 4^2\left(J+1\right)0.01509; J = 0,1,2,3...$, где 0,515 эВ и 0,01509 эВ – соответственно, колебательная и вращательная энергии обычного молекулярного водорода,

(ii) наблюдаются небольшие сателлитные линии, которые сопоставимы с энергиями вращательного спин-орбитального расщепления, которые также наблюдаются с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния, а (iii) интервалы между энергиями вращательного спин-орбитального расщепления сопоставимы с $m528\ cm^{-1}$ $m = 1,1.5$, причем 1,5 предусматривает расщепления $m = 0.5$ и $m = 1$;

l) спектральное излучение вращательных переходов P-ветви $H_2(1/4)$ с колебательным переходом от $\nu = 1$ до $\nu = 0$ наблюдается при возбуждении электронным пучком захваченного в кристаллической матрице KCl $H_2(1/4)$, причем

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

(ii) колебательная энергия смещается в результате увеличения эффективной массы, обусловленного взаимодействием колебания $H_2(1/4)$ с матрицей KCl;

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

(iv) относительная величина сдвига колебательной энергии $H_2(1/4)$ сопоставима с относительным влиянием на вращательно-колебательный спектр со стороны захватываемого в KCl обычного H_2;

m) в спектре комбинационного рассеяния, полученном с применением HeCd-лазера, видна серия пиков, которые равномерно разнесены по энергии на расстояние 1 000 $см^{-1}$ (0,1234 эВ) в области от 8 000 $см^{-1}$ до 18 000 $см^{-1}$, причем при преобразовании такого

спектра комбинационного рассеяния в спектр флуоресценции или фотолюминесценции обнаруживается совпадение в виде вращательно-колебательного спектра $H_2(1/4)$ второго порядка со спектром возбужденного электронным пучком излучения $H_2(1/4)$ в матрице KCl с заданными параметрами $5.8eV - 4^2\left(J+1\right)0.01509; J = 0,1,2,3...$ 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 $H_2(1/4)$ в инфракрасной части спектра наблюдаются в области энергий выше 4 400 $см^{-1}$, 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 $H_2(1/4)$ под воздействием эффекта Комптона, соответствующая полной энергии на уровне 496 эВ;

p) с помощью газовой хроматографии наблюдается $H_2(1/4)$, 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) на спектрограмме 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 H в H(1/4), катализируемому катализатором на основе образующейся HOH);

r) спектроскопией протонного ядерного магнитного резонанса с вращением под магическим углом (^{1}H MAS ЯМР) фиксируется водяной пик со сдвигом в сторону сильного поля в диапазоне от -4 до -5 ч/млн;

s) 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);

t) результаты время-пролетной масс-спектроскопии вторичных ионов (ToF-SIMS) и время-пролетной масс-спектроскопии вторичных ионов с электрораспылением (ESI-ToF), зафиксированные на K_2CO_3 и KOH, подвергавшихся воздействию источника молекулярного газа из продуктов реакции, демонстрирующие комплексообразование продуктов реакции (например, газообразного $H_2(1/4)$) с неорганическими соединениями, содержащими оксианионы, и полученные благодаря уникальному

наблюдению мультимерных комплексов M + 2 (например, $K'[H_2:K_2CO_3]_n$ и $K'[H_2:KOH]_n$, где n представляет собой целое число) и интенсивного пика H^-, обусловленного стабильностью гидридного иона, а также

u) продукты реакции, состоящие из ядер молекулярного водорода, ведущих себя как органические молекулы, о чем свидетельствует хроматографический пик в колонке с органической молекулярной матрицей, распадающейся на неорганические ионы. В различных вариантах осуществления в результате указанной реакции будут проявляться энергетические признаки, обладающие одной или несколькими из следующих характеристик:

(i) экстраординарное доплеровское уширение водородной линии α серии Бальмера на более чем 100 эВ в условиях плазмы, содержащей атомы H и катализатор на основе образующейся HOH либо H, в частности, плазмы аргона-H_2, H_2 и паров H_2O,

(ii) инверсия линий H в возбужденном состоянии,

(iii) аномальная продолжительность послесвечения плазмы 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 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 несколькими из следующих характеристик:

a) продукт водорода с пиком комбинационного рассеяния в одном или нескольких из таких диапазонов, как от 1900 до 2200 $см^{-1}$, от 5500 до 6400 $см^{-1}$ и от 7500 до 8500 $см^{-1}$, либо в диапазоне, кратном целое число раз диапазону от 1900 до 2200 $см^{-1}$;

b) продукт водорода с множеством пиков комбинационного рассеяния с разнесением, кратным целое число раз 0,23-0,25 эВ;

c) родукт водорода с пиком в инфракрасном диапазоне, кратном целое число раз диапазону от 1900 до 2200 $см^{-1}$;

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;

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;

g) продукт водорода с множеством пиков Рамана в диапазоне от 5000 до 20000 $см^{-1}$ с разнесением, кратным целое число раз 1000 ± 200 $см^{-1}$;

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;

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;

o) продукт водорода, содержащий неорганическое соединение M_xX_y и H_2, причем M является катионом, а X – анионом, имеющий по меньшей мере один из таких показателей, как пиковое время полета при масс-спектроскопии вторичных ионов с применением метода электрораспылительной ионизации (ESI-ToF) и пиковое время полета при масс-спектроскопии вторичных ионов (ToF-SIMS), на уровне $M(M_xX_yH_2)n$, где n представляет собой целое число;

p) 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-спектроскопии вторичных ионов с применением метода электрораспылительной ионизации (ESI-ToF) и пик времени полета при масс-спектроскопии вторичных ионов (ToF-SIMS) со стороны, соответственно, $K\left(K_2H_2CO_3\right)_n^+$ и $K\left(KOHH_2\right)_n^+$;

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;

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 магнетизм при применении метода магнитной восприимчивости;

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 ±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;

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 X 7,43X10^{-27} J ±20%, расщеплением флюксонов примерно на уровне m_2 X 5.78X10^{-28} J ±20% и энергией расщепления взаимодействия магнитных моментов димеров примерно на уровне 1,58 X10^{-23} J ±20%;

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;

x) 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 $см^{-1}$ ±20 $см^{-1}$, причем соответствующая энергия вращения молекулярного димера, содержащего дейтерий, равна ½ от аналогичной энергии молекулярного димера, содержащего протоны;

y) продукт водорода, содержащий молекулярные димеры, имеющие по меньшей мере один из таких параметров, как (i) пространственный разнос молекул водорода примерно на уровне 1,028 Å ± 10%, (ii) энергия колебания между молекулами водорода примерно на уровне 23 $см^{-1}$ ±10%, а также (iii) энергия Ван-дер-Ваальса между молекулами водорода примерно на уровне 0,0011 эВ ±10%;

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 Å ± 10%, (ii) энергия колебания между молекулами водорода примерно на уровне 23 $см^{-1}$±10%, а также (iii) энергия Ван-дер-Ваальса между молекулами водорода примерно на уровне 0,019 эВ ± 10%;

aa) продукт водорода, имеющий спектральные параметры ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) и комбинационного рассеяния на уровне (i) (J+1)44,30 $см^{-1}$ ±20 $см^{-1}$, (ii) (J+1)22,15 $см^{-1}$ ±10 $см^{-1}$, а также (iii) 23 $см^{-1}$ ±10%, и/или рентгенограмму или нейтронограмму, отображающую разнос молекул водорода на уровне 1,028 Å ±10%, и/или калориметрическое значение энергии испарения на уровне 0,0011 эВ ±10% на 1 молекулярный водород;

bb) твердый продукт водорода, имеющий спектральные параметры ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR) и комбинационного рассеяния на уровне (i) (J+1)44,30 $см^{-1}$ ±20 $см^{-1}$, (ii) (J+1)22,15 $см^{-1}$ ±10 $см^{-1}$, а также (iii) 23 $см^{-1}$ ±10%, и/или рентгенограмму или нейтронограмму, отображающую разнос молекул водорода на уровне 1,028 Å ±10%, и/или калориметрическое значение энергии испарения на уровне 0,019 *эВ* ±10% на 1 молекулярный водород.

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 органической колонки с содержащим воду растворителем, причем определение пиков с помощью такого метода масс-спектроскопии, 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-спектроскопии вторичных ионов с применением метода электрораспылительной ионизации (ESI-ToF) и пиковое время полета при масс-спектроскопии 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 содержащие 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 содержащие 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 з использованием геттера) может содержать по меньшей мере одно соединение, имеющее формулу, выбранную из следующего перечня:

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;

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 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 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;

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_2H_n, где n представляет собой целое число, M – катион щелочноземельного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион а содержащийся в соединении водород H_n представляет собой по меньшей мере один из упомянутых продуктов водорода;

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

k) M_2X_3H, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион, а H – указанный продукт водорода;

l) M_2H_n, где n равно 1 либо 2, M – катион щелочноземельного металла, X – двукратно отрицательно заряженный анион а содержащийся в соединении

водород H_n представляет собой по меньшей мере один из упомянутых продуктов водорода;

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

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

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

p) MM'XH, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, M' – катион щелочного металла, X – двукратно отрицательно заряженный анион, а H – указанные продукты водорода;

q) MM'XX'H, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, M' – катион щелочного металла, X и X' – однократно отрицательно заряженные анионы, а H – указанный продукт водорода;

r) $MXX'H_n$, где n представляет собой целое число от 1 до 5, M – катион щелочного либо щелочноземельного металла, X – однократно либо двукратно отрицательно заряженный анион, X' – металл или металлоид, переходный элемент, внутренний переходный элемент либо редкоземельный элемент, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

s) MH_n, где n представляет собой целое число , M – катион, например, переходный элемент, внутренний переходный элемент либо редкоземельный элемент, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

t) MXH_n, где n представляет собой целое число, M – катион, например, катион щелочного металла, катион щелочноземельного металла, X – другой катион, например, переходный элемент, внутренний переходный элемент либо катион редкоземельного элемента, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

u) $\left(MH_mMCO_3\right)_n$, где M представляет собой катион щелочного металла либо иной катион с зарядом +1, m и n, соответственно, представляют собой целые числа, а содержащийся в соединении водород H_m включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

v) $\left(MH_mMNO_3\right)_n^+ \; nX^-$, где M представляет собой катион щелочного металла либо иной катион с зарядом +1, m и n, соответственно, представляют собой целые числа, X – однократно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород H_m включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода;

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

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

y) $\left(MH_mM'X\right)_n$, где m и n, соответственно, представляют собой целые числа, M и M' – оба катионы щелочного либо щелочноземельного металла, X – однократно либо двукратно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород H_m включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода; а также

z) $\left(MH_mM'X'\right)_n^+ \; nX^-$, где m и n, соответственно, представляют собой целые числа, M и M' – оба катионы щелочного либо щелочноземельного металла, X и X' – однократно либо двукратно отрицательно заряженные анионы, а содержащийся в соединении водород H_m включает в себя по меньшей мере один из указанных продуктов водорода.

Анионами продукта водорода, образующегося в результате прохождения реакции, могут быть один или несколько 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 вариантах осуществления указанный продукт водорода будет заключен в кристаллическую решетку (например, с использованием геттера, в частности K_2CO_3, 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, галогенид щелочного металла, гидроксид щелочного металла, соль щелочноземельного металла, галогенид щелочноземельного металла, гидроксид щелочноземельного металла либо их сочетания.

Также предлагаются электродные системы, которые включают в себя:

a) первый электрод и второй электрод;

b) поток расплавленного металла (например, расплавленного серебра, расплавленного галлия), находящегося в электрическом контакте с указанными первым и вторым электродами;

c) систему циркуляции, оборудованную насосом для откачивания указанного расплавленного металла из резервуара и транспортировки его по трубопроводу (например, трубе) с целью получения указанного потока расплавленного металла, выходящего из указанного трубопровода;

d) также источник электрической энергии, сконфигурированный таким образом, чтобы обеспечивать разность электрических потенциалов между указанными первым и вторым электродами;

причем указанный поток расплавленного металла, одновременно контактируя с указанными первым и вторым электродами, создает между указанными электродами электрический ток. В некоторых вариантах осуществления электрической энергии будет достаточно для создания тока, превышающего 100 А.

Также предлагаются электрические цепи, которые могут включать в себя:

a) нагревательное средство для получения расплавленного металла;

b) перекачивающее средство для транспортировки указанного расплавленного металла из резервуара по трубопроводу с целью получения потока указанного расплавленного металла, исходящего из указанного трубопровода;

c) первый электрод и второй электрод, находящиеся в электрической связи со источником питания для создания разности электрических потенциалов на указанных первом и втором электродах;

причем указанный поток расплавленного металла, одновременно контактируя с указанными первым и вторым электродами, создает между указанными первым и вторым электродами электрическую цепь. Например, в электрической цепи, содержащей первый и второй электрод, усовершенствование будет предусматривать

пропускание потока расплавленного металла через указанные электроды, дабы между ними протекал ток.

Кроме того, предлагаются системы получения плазмы (которые могут использоваться в описанных в настоящем документе энергогенерирующих системах). В числе этих систем могут быть:

a) система впрыска расплавленного металла, сконфигурированная таким образом, чтобы получать поток расплавленного металла, проистекающий из резервуара для металла;

b) электродная система, предназначенная для индуцирования тока, проходящего через указанный поток расплавленного металла;

c) по меньшей мере один из таких элементов, как (i) система впрыска воды, сконфигурированная таким образом, чтобы обеспечивать приведение отмеренного объема воды в контакт с указанным расплавленным металлом, при котором часть указанной воды и часть указанного расплавленного металла вступают в реакцию с образованием оксида указанного металла и газообразного водорода, (ii) смесь избыточного газообразного водорода и газообразного кислорода, а также (iii) смесь избыточного газообразного водорода и водяного пара, а также

d) источник питания, сконфигурированный таким образом, чтобы подавать указанный ток;

причем указанная плазма образуется при пропускании тока через указанный поток металла. В некоторых вариантах осуществления указанная система может дополнительно включать в себя:

насосную систему, сконфигурированную таким образом, чтобы выполнять перекачивание металла, собираемого после получения упомянутой плазмы, в указанный резервуар для металла. В некоторых вариантах осуществления указанная система может включать в себя:

систему регенерации металла, сконфигурированную таким образом, чтобы выполнять сбор указанного оксида металла и преобразование указанного оксида металла в указанный металл; причем упомянутая система регенерации металла состоит из анода, катода и электролита; причем между указанными анодом и катодом пропускается напряжение смещения с преобразованием указанного оксида металла в указанный металл; В некоторых вариантах реализации указанная система может включать в себя:

a) насосную систему, сконфигурированную таким образом, чтобы выполнять перекачивание металла, собираемого после получения упомянутой плазмы, в указанный резервуар для металла, а также

b) систему регенерации металла, сконфигурированную таким образом, чтобы выполнять сбор указанного оксида металла и преобразование указанного оксида металла в указанный металл; причем упомянутая система регенерации металла состоит из анода, катода и электролита; причем между указанными анодом и катодом пропускается напряжение смещения с преобразованием указанного оксида металла в указанный металл;

причем металл, регенерируемый в указанной системе регенерации металла, перемещается в указанную насосную систему. В некоторых вариантах осуществления этот металл представляет собой галлий, серебро либо их сочетания. В некоторых вариантах осуществления электролит представляет собой гидроксид щелочного металла (например, гидроксид натрия, гидроксид калия).

Описываемые в настоящем изобретении системы производства плазмы могут включать в себя:

a) систему впрыска расплавленного металла, сконфигурированную таким образом, чтобы получать поток расплавленного металла, проистекающий из резервуара для металла;

b) электродную систему, предназначенную для индуцирования тока, проходящего через указанный поток расплавленного металла;

c) по меньшей мере один из таких элементов, как (i) система впрыска воды, сконфигурированная таким образом, чтобы обеспечивать приведение отмеренного объема воды в контакт с расплавленным металлом, при котором часть указанной воды и часть указанного расплавленного металла вступают в реакцию с образованием оксида указанного металла и газообразного водорода, (ii) смесь избыточного газообразного водорода и газообразного кислорода, а также (iii) смесь избыточного газообразного водорода и водяного пара, а также

d) источник питания, сконфигурированный таким образом, чтобы подавать указанный ток;

причем указанная плазма образуется при пропускании тока через указанный поток металла. В некоторых вариантах осуществления указанная система может дополнительно включать в себя:

a) насосную систему, сконфигурированную таким образом, чтобы выполнять перекачивание металла, собираемого после получения упомянутой плазмы, в указанный резервуар для металла, а также

b) систему регенерации металла, сконфигурированную таким образом, чтобы выполнять сбор указанного оксида металла и преобразование указанного оксида металла в указанный металл; причем упомянутая система регенерации металла состоит из анода, катода и электролита; причем между указанными анодом и катодом пропускается напряжение смещения с преобразованием указанного оксида металла в указанный металл;

причем металл, регенерируемый в указанной системе регенерации металла, перемещается в указанную насосную систему.

Система генерирования плазмы может включать в себя:

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

b) источник питания, подсоединенный к указанным двум электродам для пропускания между ними тока в момент замыкания указанной цепи;

c) рекомбинационную ячейку (*например*, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования образования из газа образующейся воды и атомарного водорода; причем исходящий из рекомбинатора поток направляется к цепи (например, расплавленному металлу, аноду, катоду, погруженному в резервуар с расплавленным металлом электроду);

причем, когда по цепи пропускают ток, исходящий из рекомбинатора поток вступает в реакцию с образованием плазмы. В некоторых вариантах осуществления указанная система будет применяться для генерирования из плазмы тепловой энергии. В различных вариантах реализации данная система будет применяться для генерирования из плазмы световой энергии.

Описываемые в настоящем изобретении системы могут включать в себя (либо сами входить в) ячеистую сеть, состоящую из множества узлов типа «энергосистема-передатчик-приемник», осуществляющих передачу и прием электромагнитных сигналов по меньшей мере в одной полосе частот; высота частоты полосы может обеспечиваться путем локального размещения узлов с небольшом интервалом, причем частота может находиться по меньшей мере в одном таких диапазонов, как примерно

от 0,1 ГГц до 500 ГГц, от 1 ГГц до 250 ГГц, от 1 ГГц до 100 ГГц, от 1 ГГц до 50 ГГц и от 1 ГГц до 25 ГГц.

Обнаруживаемые в продуктах реакции уникальные спектроскопические признаки придают продуктам водорода уникальные свойства. Эти продукты реакции с участием водорода могут быть использованы в различных устройствах, каждое из которых является предметом настоящего изобретения.

Настоящее изобретение также охватывает собой сверхпроводящие квантовые интерференционные устройства (СКВИДы) либо электронные элементы по типу СКВИДов, в составе которых может быть по меньшей мере один из таких видов гидрино, как $H^{-}\left(1/p\right)$ и $H_2\left(1/p\right)$ (либо видов, обладающих соответствующими таким видам спектроскопическими характеристиками) и по меньшей мере один из таких элементов, как цепь входного тока и входного напряжения и цепь выходного тока и выходного напряжения, предназначенные для выполнения по меньшей мере одной из функций, как измерение и изменение состояния потокосцепления по меньшей мере одного из таких элементов, как гидрино-гидридный ион и молекулярный гидрино. В некоторых вариантах осуществления указанные цепи будут представлять собой резонансные цепи переменного тока, включающие в себя радиочастотные резистивно-индуктивные мкостные цепи. В различных вариантах реализации СКВИДы либо электронные элементы по типу СКВИДов будут дополнительно оборудованы по меньшей мере одним источником электромагнитного излучения (например, источником по меньшей мере одного из таких излучений, как микроволновое, инфракрасное, видимое или ультрафиолетовое излучение), предназначенным, например, для индуцирования в образце магнитного поля. В некоторых вариантах осуществления указанный источник излучения будет представлять собой лазер или микроволновый генератор. Лазерное излучение может подаваться в сфокусированном режиме, обеспечиваемом линзой либо оптоволокном (*например*, на интересующий образец). В некоторых вариантах осуществления СКВИД либо электронный элемент по типу СКВИДа будет дополнительно оборудован источником магнитного поля, прикладываемого по меньшей мере к одному из таких элементов, как гидрино-гидридный ион и молекулярный гидрино. Данное магнитное поле может быть регулируемым. Такая регулируемость по меньшей мере одного из таких элементов, как источник излучения и магнитное поле, может обеспечить выборочное и

контролируемое достижение резонанса между источником электромагнитного излучения и магнитным полем. СКВИД либо электронный элемент по типу СКВИДа может включать в себя компьютерную логическую схему, элемент памяти и другие электронные измерительные или исполнительные устройства, в частности, магнитометры, датчики и переключатели, срабатывающие при повышенной температуре.

Описываемый в настоящем изобретении СКВИД может включать в себя: по меньшей мере два джозефсоновских перехода, имеющих электрическое соединение со сверхпроводящим контуром,

причем джозефсоновский переход будет включать в себя вид водорода H_2, проявляющийся на ЭПР-спектрограмме. В некоторых вариантах осуществления указанным видом водорода будет собой MOOH:H_2, где M представляет собой металл (*например*, Ag, Ga).

Продукты представленной реакции, получаемые, например, в результате функционирования описываемых в настоящем изобретении энергогенерирующих систем, могут применяться в качестве или в составе криогена, газообразного теплоносителя и/или обеспечивающего плавучесть вещества с содержанием молекулярного гидрино (например, вещества, обладающего спектроскопическими свойствами, сопоставимыми с молекулярным гидрино).

Также в изобретении предлагаются газообразные контрастные вещества для МРТ, с содержанием молекулярного гидрино (например, вещества, обладающие спектроскопическими свойствами, сопоставимыми с молекулярным гидрино).

Упомянутые продукты реакции также могут применяться в качестве активной среды лазеров. Данное изобретение охватывает собой лазер на базе газообразного молекулярного гидрино, который может включать в себя газообразный молекулярный гидрино ($H_2(1/p)$ p =2,3,4,5,…,137) (например, вещество, обладающее спектроскопическими свойствами, сопоставимыми с молекулярным гидрино), содержащий в себе такой газообразный молекулярный гидрино лазерный резонатор, источник возбуждения уровней вращательных энергии такого газообразного молекулярного гидрино и лазерную оптику. В некоторых вариантах осуществления упомянутая лазерная оптика будет представлять собой зеркала, расположенные на концах резонатора, содержащего в себе газообразный молекулярный гидрино в

возбужденных вращательных состояниях, при этом одно из зеркал будет полупрозрачным, обеспечивая тем самым возможность излучения лазерного света из резонатора. В различных вариантах реализации упомянутый источник возбуждения будет включать в себя по меньшей мере один из таких элементов, как лазер, импульсная лампа, газоразрядная система (например, с тлеющим разрядом, микроволновая, радиочастотная (РЧ), РЧ с индуктивной связью, РЧ с емкостной связью либо другая система плазменного разряда). В некоторых аспектах упомянутый лазер может быть дополнительно оборудован внешним или внутренним источником поля (например, источником электрического или магнитного поля), необходимого для обеспечения заселенности по меньшей мере одного требуемого уровня вращательной энергии молекулярного гидрино, причем такой уровень будет содержать в себе по меньшей мере один из таких элементов, как требуемый сдвиг спин-орбитальной энергии и требуемый сдвиг энергии потокосцепления. Лазерный переход может происходить между инверсной заселенностью выбранного вращательного состояния и вращательным состоянием с более низкой энергией, что менее заселено. В некоторых вариантах осуществления резонатор, оптика, источник возбуждения и источник внешнего поля лазера выбираются таким образом, чтобы достигалась требуемая инверсная заселенность и требуемое стимулированное излучение, необходимые для требуемого менее заселенного состояния с более низкой энергией. Лазер может иметь твердотельную лазерную среду. Например, такая твердотельная лазерная среда будет содержать в себе захваченный в твердой матрице молекулярный гидрино, причем молекулы такого гидрино могут представлять собой свободно вращающиеся роторы, а твердая среда будет заменять собой газовый резонатор лазера на основе газообразного молекулярного гидрино. В некоторых вариантах реализации твердотельная излучающая в оптическом диапазоне среда будет содержать в себе по меньшей мере одно из таких веществ, как $GaOOH:H_2(1/4)$, $KCl:H_2(1/4)$ и кремний, в которых будет присутствовать захваченный молекулярный гидрино (*например*, $Si(кристалл):H_2(1/4)$) (либо вещество, обладающее его спектроскопическими признаками).

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

a) электрическое смещение расплавленного металла;

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

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

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

Фигура 1, представляющая собой схематический чертеж таких компонентов магнитогидродинамического (МГД) преобразователя, как катод, анод, изолятор и проходной фланец шины, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигуры 2-3, представляющие собой схематические чертежи энергогенератора марки SunCell®, оборудованного сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функцию жидких электродов, на которых отображены наклонно установленные резервуары, а также магнитогидродинамический (МГД) преобразователь энергии, оборудованный парой ЭМ-насосов МГД-рециркуляции, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 4, представляющая собой схематический чертеж одноступенчатого индукционного впрыскивающего ЭМ-насоса в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 5, представляющая собой схематические чертежи магнитогидродинамических (МГД) энергогенераторов марки SunCell®, оборудованных сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функцию жидких электродов, на которых отображены наклонно установленные резервуары, сферическая камера реакционной ячейки, прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа и одноступенчатые индукционные ЭМ-насосы для осуществления впрыска, а также либо одноступенчатые индукционные ЭМ-насосы МГД-рециркуляции, либо кондукционные ЭМ-насосы МГД-рециркуляции постоянного тока, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фигура 6, представляющая собой схематический чертеж двухступенчатого индукционного ЭМ-насоса, в котором первая ступень служит в качестве ЭМ-насоса

МГД-рециркуляции, а вторая ступень – в качестве впрыскивающего ЭМ-насоса, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 7, представляющая собой схематический чертеж двухступенчатого индукционного ЭМ-насоса, в котором первая ступень служит в качестве ЭМ-насоса МГД-рециркуляции, а вторая ступень – в качестве впрыскивающего ЭМ-насоса, в котором более оптимизирована сила накачки по Лоренцу, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 8, представляющая собой схематический чертеж индукционной системы поджигания в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигуры 9-10, представляющие собой схематические чертежи магнитогидродинамического (МГД) энергогенератора марки SunCell®, оборудованного сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функцию жидких электродов, на которых отображены наклонно установленные резервуары, сферическая камера реакционной ячейки, прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа, двухступенчатые индукционные ЭМ-насосы, как для осуществления впрыска, так и для осуществления МГД-рециркуляции, каждый из которых оснащен системой принудительного воздушного охлаждения, а также индукционная система поджигания, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 11, представляющая собой схематический чертеж магнитогидродинамического (МГД) энергогенератора марки SunCell®, оборудованного сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функцию жидких электродов, на котором отображены наклонно установленные резервуары, сферическая камера реакционной ячейки, прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа, двухступенчатые индукционные ЭМ-насосы, как для осуществления впрыска, так и для осуществления МГД-рециркуляции, каждый из которых оснащен системой принудительного жидкостного охлаждения, индукционной система поджигания, а также индуктивно связанные нагревательные антенны на патрубках ЭМ-насосов, резервуары, камера реакционной ячейки и трубопровод МГД-рециркуляции, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигуры 12-19, представляющие собой схематические чертежи магнитогидродинамического (МГД) энергогенератора марки SunCell®, оборудованного сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функцию жидких электродов, на которых отображены наклонно установленные резервуары, сферическая камера реакционной ячейки, прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа, двухступенчатые индукционные ЭМ-насосы, как

для осуществления впрыска, так и для осуществления МГД-рециркуляции, каждый из которых оснащен системой воздушного охлаждения, а также индукционная система поджигания, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 20, представляющая собой схематические чертежи, на которых отображены типичный спиралевидный огневой нагреватель марки SunCell®, а также огневой нагреватель, оборудованный рядом кольцеобразных кругов, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 21, представляющая собой схематический чертеж, на котором отображен электролизер в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 22, представляющая собой схематический чертеж энергогенератора марки SunCell®, оборудованного сдвоенными ЭМ-насосами-форсунками, выполняющими функцию жидких электродов, на которых отображены наклонно установленные резервуары, а также магнитогидродинамический (МГД) преобразователь энергии, оборудованный парой ЭМ-насосов МГД-рециркуляции, а также парой насосов либо компрессоров МГД-рециркуляции газа, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 25, представляющая собой схематические чертежи, на которых отображены детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного единым ЭМ-насосом-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 26-28, представляющие собой схематические чертежи, на которых отображены детали теплоэнергогенератора марки SunCell®, оборудованного единым 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.

Фигура 29, представляющая 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 поджигания и PV-окном в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 30, представляющая 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 осуществления настоящего изобретения.

Фигура 31A, представляющая 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 осуществления настоящего изобретения.

Фигура 31B, представляющая 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 вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигура 31C, представляющая 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 патрубок ЭМ-насоса представляет собой совокупность множества деталей, обладающих устойчивостью по меньшей мере к одному из таких процессов, как образование сплава с галлием и окисление, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

Фигуры 31D-H, представляющие 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 66A-B, представляющие собой схематические чертежи керамического энергогенератора 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.

Фигуры 16.19A-C, представляющие собой схематические изображения гидринового энергогенератора марки SunCell®, оборудованного по меньшей мере одним электромагнитным насосом-форсункой, форсуночный резервуара 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 HOH

и атомарный H. A. Внешний вид варианта осуществления с одноэлектродной парой. B. Вид в поперечном разрезе варианта осуществления с одноэлектродной парой. C. Вид в поперечном разрезе варианта осуществления с двухэлектродной парой.

Фигура 33, представляющая собой схематический чертеж камеры реакционной ячейки гидрино, оборудованной средством детонации проволоки, служащей по меньшей мере одним из источников реагентов, а также средством распространения реакции гидрино с образованием видов водорода с более низкой энергией, например, молекулярного гидрино, в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения.

На фигуре 34 показаны измеренные ЭПР-спектры GaOOH:H2(1/4), получаемого во время функционирования энергосистемы. ЭПР-спектры были воспроизведены Брукером с применением двух приборов на двух образцах. (A) Данные EMXnano. (B) Данные EMXplus. (C) Расширение данных EMXplus, область от 3503 до 3508 Гс.

Фигура 35, на которой показан ЭПР-спектр области GaOOH:HD(1/4) (от 3464,65 до 3564,65 Гс).

Фигуры 36A-C, на которых показаны спектры комбинационного рассеяния, полученные с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на никелевой фольге, изготовленной путем погружения в расплавленный галлий устройства марки SunCell, в котором в течение 10 минут поддерживалась плазменная реакция с образованием гидрино. (A) область от 2 500 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$. (B) область от 8 500 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$. (C) область от 6 000 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$. Все новые линии сопоставимы с линиями либо (i) чистого вращательного перехода H_2 (1/4) от $J = 0$ до $J' = 2,3$, (ii) согласованных переходов, представляющих собой вращательные переходы от $J = 0$ до $J' = 1,2$ со спин-вращательным переходом от $J = 0$ до $J = 1$, либо (iii) двойного перехода на конечные вращательные квантовые числа $J_p' = 2$ и $J_c' = 1$. Соответствующие спин-орбитальная связь и потокосцепление наблюдались также и при чистом, согласованном и двойном переходах.

Фигура 37A, представляющая собой спектры комбинационного рассеяния (от 2 200 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$), полученные с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на GaOOH:H_2(1/4), на которой показаны вращательные переходы H_2(1/4) со сдвигами, обусловленными спин-орбитальной связью и потокосцеплением. Фигура 37B, представляющая собой спектр комбинационного рассеяния (от 2 500 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$), полученный с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на серебряном импульсном электроде после детонации, на которой показаны вращательные переходы H_2(1/4) со сдвигами, обусловленными спин-орбитальной связью и потокосцеплением.

Фигуры 38A-C, на которых показаны спектры комбинационного рассеяния, полученные с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на GaOOH:HD(1/4). (A) область от 2 500 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$. (B) область от 6 000 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$. C. область от 8 000 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$. Все новые линии сопоставимы с линиями либо (i) чистого вращательного перехода HD(1/4) от $J = 0$ до $J' = 3,4$, (ii) согласованных переходов, представляющих собой вращательные переходы от $J = 0$ до $J' = 3$ со спин-вращательным переходом от $J = 0$ до $J = 1$, либо (iii) двойного перехода на конечные вращательные квантовые числа $J_p^{'} = 3;\ J_c^{'} = 1$. Соответствующие спин-орбитальная связь и потокосцепление также наблюдались как при чистом, так и при согласованном переходе.

Фигура 39A, представляющая собой ИК-спектры с преобразованием Фурье (FTIR) (от 200 до 8 200 $см^{-1}$), на которой показан эффект от приложения магнитного поля на FTIR-спектр (от 200 $см^{-1}$ до 8 000 $см^{-1}$), зафиксированный на GaOOH:H_2(1/4). Приложение магнитного поля привело к возникновению FTIR-пику на уровне 4 164 $см^{-1}$, который в точности сопоставим с согласованным вращательным и спин-орбитальным переходом от $J = 0$ до $J' = 1$, $m = 0.5$. Наблюдалось увеличение интенсивности пика на уровне 1 801 $см^{-1}$, что было сопоставимо с согласованным вращательным и спин-орбитальным переходом от $J = 0$ до $J' = 0$, $m = -0.5$, $m_{Ф3/2} = 2.5$.

Фигура 39B, представляющая собой FTIR-спектр (от 4 000 до 8 500 $см^{-1}$), зафиксированный на GaOOH:H_2(1/4), на которой показаны добавочные пики с очень высокими показателями энергии, составляющими 4 899 $см^{-1}$, 5 318 $см^{-1}$ и 6 690 $см^{-1}$, которые сопоставимы с вращательными и спин-орбитальными переходами H_2(1/4).

Фигура 40A, на которой показан спектр комбинационного рассеяния (от 3 420 $см^{-1}$ до 4 850 $см^{-1}$), полученный с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на твердых тканеобразных волокнах (Fe-ткани), полученных путем детонации железной проволоки сверхвысокой чистоты в воздушной атмосфере, в которой поддерживалось давление водяного пара на уровне 20 торр, где виден периодический ряд пиков, отнесенных к явлениям потокосцепления, возникающих в процессе $H_2(1/4)$ согласованного вращательного и спин-орбитального перехода от $J = 0$ до $J' = 2$, $m = 0.5$ и $m_{Ф3/2} = 1$.

Фигура 40B, представляющая собой спектр комбинационного рассеяния (от 3 420 $см^{-1}$ до 4 850 $см^{-1}$), полученный с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм, на которой показано, что все пики комбинационного рассеяния на фигуре 15 были устранены посредством кислотной обработки Fe-ткани:образца H_2(1/4) HCl.

Фигура 41, представляющая собой схематическое изображение

калориметрической системы с водяной баней, применяемой для измерения рабочих характеристик описываемых в настоящем изобретении энергосистем.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

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.

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 * 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. Получаемый продукт представляет собой H(1/p), дробные ридберговские состояния атомарного водорода, именуемые «атомами гидрино», где n = 1/2, 1/3, 1/4,…, 1/p (p≤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 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 $m \bullet 27.2\ эВ$ для еще одного $(m+1)$-го атома H [R.

Mills, *The Grand Unified Theory of Classical Physics*; September 2016 Edition, 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 соединения, которое распадается с испусканием непрерывных полос с коротковолновыми отсечками и энергиями $m^2 \cdot 13.6\ eV \left(\frac{91.2}{m^2}\ nm\right)$. Помимо атомарного H, молекула, принимающая $m \cdot 27.2\ eV$ 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. Затем, исходя из того же механизма, делается предположение о том, что зарождающаяся молекула H_2O (не связанная водородом в твердом, жидком или газообразном состоянии), образующаяся в результате термодинамически благоприятного восстановления оксида металла, будет служить катализатором для образования $H(1/4)$ с высвобождением энергии в 204 эВ, включающим в себя передачу 81,6 эВ к HOH 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*•27,2 *эВ* для еще одного (*m*+1)-го *H*-атома. Тогда реакцию, проходящую между $m+1$ атомами водорода, при которой m атомов резонансно и безызлучательно принимают *m*•27,2 *эВ* от (*m*+1)-го атома водорода, в силу чего *mH* служит катализатором, можно отобразить следующим образом:

$$m \cdot 27.2\ eV + mH + H \rightarrow mH^+_{fast} + me^- + H^*\left[\frac{a_H}{m+1}\right] + m \cdot 27.2\ eV \quad (1)$$

$$H^*\left[\frac{a_H}{m+1}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{m+1}\right] + [(m+1)^2 - 1^2] \cdot 13.6\ eV - m \cdot 27.2\ eV \quad (2)$$

$$mH^+_{fast} + me^- \rightarrow mH + m \cdot 27.2\ eV \quad (3)$$

При этом суммарная реакция имеет такой вид:

$$H \rightarrow H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right] + [(m+1)^2 - 1^2] \cdot 13.6\ eV \quad (4)$$

Реакция катализа $\left(m=3\right)$ 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:

$$81.6\ eV + H_2O + H\left[a_H\right] \rightarrow 2H^+_{fast} + O^- + e^- + H^*\left[\frac{a_H}{4}\right] + 81.6\ eV \quad (5)$$

$$H^*\left[\frac{a_H}{4}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{4}\right] + 122.4\ eV \quad (6)$$

$$2H^+_{fast} + O + e \rightarrow H_2O + 81.6\ eV \quad (7)$$

При этом суммарная реакция имеет такой вид:

$$H\left[a_H\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{4}\right] + 81.6\ eV + 122.4\ eV \quad (8)$$

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 некатализированного атома водорода, с высвобождением энергии в количестве $m^2 \cdot 13.6$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 (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:

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

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 = $m^2 \cdot 13{,}6 = 9 \cdot 13{,}6 = 122{,}4$ 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 α-эмиссии. Уширение бальмеровской α-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 катализа 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 $q \cdot 13.6\ eV$ либо с последующим переносом $q \cdot 13.6\ eV$ 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:

$$E_n = -\frac{e^2}{n^2 8\pi\varepsilon_o a_H} = -\frac{13.598\ eV}{n^2}. \tag{10}$$

$$n = 1,2,3,... \tag{11}$$

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

$$n = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, ..., \frac{1}{p};\ \text{где}\ p \le 137\ \text{представляет собой целое число} \tag{12}$$

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 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 соответствующий радиус атома водорода или гидрино определяется следующим образом:

$$r = \frac{a_H}{p}, \tag{13}$$

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

$$m \cdot 27.2\ eV \tag{14}$$

где m представляет собой целое число. Считается, что скорость катализа тем выше, чем теснее чистая энтальпия реакции сопоставима с $m \cdot 27.2\ eV$. Было установлено, что катализаторы, обеспечивающие чистую энтальпию реакции в пределах ± 10%, предпочтительно ± 5%, от $m \cdot 27.2\ eV$, подходят для большинства вариантов практического применения.

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

$$m \cdot 27.2\ eV + Cat^{q+} + H\left[\frac{a_H}{p}\right] \rightarrow Cat^{(q+r)+} + re^- + H^*\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right] + m \cdot 27.2\ eV \tag{15}$$

$$H^*\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right] + |(p+m)^2 - p^2| \cdot 13.6\ eV - m \cdot 27.2\ eV \tag{16}$$

$$Cat^{(q+r)+} + re^- \rightarrow Cat^{q+} + m \cdot 27.2\ eV \text{ а также} \tag{17}$$

суммарная реакция имеет такой вид:

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

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 = целому числу > 1, $s = 1/2$, $\hbar$ – постоянная Планка, μ_o – магнитная проницаемость вакуума, m_e – масса электрона, μ_e – приведенная масса электрона, определяемая по формуле, $\mu_e = \frac{m_e m_p}{\frac{m_e}{\sqrt{\frac{3}{4}}} + m_p}$, где m_p – масса протона, a_o – радиус Бора, а ионный радиус равен $r_1 = \frac{a_0}{p}\left(1+\sqrt{s(s+1)}\right)$. В соответствии с уравнением (19), рассчитанная энергия ионизации гидридного иона составляет $0.75418\ eV$, а экспериментальное значение – $6082.99 \pm 0.15\ cm^{-1}$ (0,75418 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 влияний диамагнетизма двух электронов и фотонного поля магнитудой p (см. уравнение (7,87) в Mills GUTCP):

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

где первый член относится к H^- с $p=1$ и p = целому числу > 1 для $H^-(1/p)$, а α 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 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 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 ±5 ч/млн, ±10 ч/млн, ±20 ч/млн, ±30 ч/млн, ±40 ч/млн, ±50 ч/млн, ±60 ч/млн, ±70 ч/млн, ±80 ч/млн, ±90 ч/млн и ±100 ч/млн. Диапазон абсолютного сдвига 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 атом гидрино, гидридный ион или молекула гидрино, в такой твердой матрице, как матрица гидроксида, например, NaOH либо KOH, вызывает сдвиг 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 образца под магическим углом (^1H MAS ЯМР).

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

$$(\eta-\zeta)R_\xi\frac{\partial}{\partial\xi}(R_\xi\frac{\partial\phi}{\partial\xi})+(\zeta-\xi)R_\eta\frac{\partial}{\partial\eta}(R_\eta\frac{\partial\phi}{\partial\eta})+(\xi-\eta)R_\zeta\frac{\partial}{\partial\zeta}(R_\zeta\frac{\partial\phi}{\partial\zeta})=0 \qquad (21)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$E_D = -p^2 27.20\ eV - E_T$$
$$= -p^2 27.20\ eV - \left(-p^2 31.351\ eV - p^3 0.326469\ eV\right) \quad (26)$$
$$= p^2 4.151\ eV + p^3 0.326469\ eV$$

$H_2(1/p)$ можно идентифицировать с помощью рентгеновской 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 $H_2\left(1/p\right)^+$, причем показатели энергии могут сдвигаться матрицей.

ЯМР газообразного продукта катализа служит доказательным исследованием теоретически предполагаемого химического сдвига $H_2\left(1/p\right)$. В общем и целом ^1H-ЯМР-резонанс $H_2\left(1/p\right)$ предположительно будет иметь сдвиг от резонанса H_2 в сторону сильного поля в связи с дробным радиусом в эллиптических координатах, причем электроны будут находиться значительно ближе к ядрам. Предполагаемый сдвиг $\frac{\Delta B_T}{B}$, для $H_2\left(1/p\right)$ определяется по сумме влияний диамагнетизма двух электронов и фотонного поля магнитудой p (см. уравнения (11.415-11.416) в Mills GUTCP):

$$\frac{\Delta B_T}{B} = -\mu_0\left(4-\sqrt{2}\ln\frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1}\right)\frac{pe^2}{36a_0m_e}\left(1+p\alpha^2\right) \tag{27}$$

$$\frac{\Delta B_T}{B} = -\left(p28.01+p^2 1.49\ X\ 10^{-3}\right)ppm \tag{28}$$

где первый член относится к H_2 с $p = 1$ и p = целому числу >1 для $H_2\left(1/p\right)$. 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 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 ± 5 ч/млн, ± 10 ч/млн, ± 20 ч/млн, ± 30 ч/млн, ± 40 ч/млн, ± 50 ч/млн, ± 60 ч/млн, ± 70 ч/млн, ± 80 ч/млн, ± 90 ч/млн и ± 100 ч/млн. Диапазон абсолютного сдвига относительно голого протона может составлять -

(p28,01 + $p^2$1,49 X 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 $\upsilon = 0$ к $\upsilon = 1$ молекул водородного типа $H_2\left(1/p\right)$ составляют

$$E_{vib} = p^2 0.515902\ eV \tag{29}$$

где p представляет собой целое число.

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

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

где p представляет собой целое число, а I – момент инерции. Колебательно-вращательное испускание $H_2\left(1/4\right)$ 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 $H_2\left(1/p\right)$ составляет

$$2c' = \frac{a_o\sqrt{2}}{p} \tag{31}$$

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 преобразования 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 $см^{-1}$. Пик усиливается при использовании проводящего материала, имеющего свойства шероховатости либо размер частиц, сопоставимый с размером частиц, наблюдаемым на длине волны ВКР-лазера, применяемого для поддержания результатов Усиленного поверхностного комбинационного рассеяния (УПКР), демонстрирующего пик ОЭР.

I. Катализаторы

Такие используемые в настоящем описании изобретения термины, как реакция гидрино, катализ H, реакция катализа H и катализ, которые упоминаются со ссылкой на водород, реакцию образования водорода с образованием гидрино и реакцию образования гидрино, неизменно относятся к такой реакции, как отображенная в уравнениях (15-18) реакция с участием катализатора, определенного уравнением (14), с атомарным H 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 H для перехода в состояния H 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, $27.2\ eV$, который принимает энергию от атома H, инициируя процесс перехода. Эндотермическая каталитическая реакция может представлять собой процесс ионизации одного или нескольких 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 нескольких электронов одного или нескольких 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 $27.2\ eV$, поскольку он ионизируется при $54.417\ eV$, что составляет $\mathbf{2 \cdot 27.2\ eV}$. Целочисленное количество атомов водорода может также служить катализатором объема энтальпии, целочисленное количество раз кратного $27.2\ eV$, при этом катализатор способен принимать от атомарного водорода энергию в целочисленных единицах, равных примерно 27,2 эВ ± 0,5 эВ либо $\frac{27.2}{2}\ eV$ ± 0,5 эВ.

В одном из вариантов осуществления катализатор содержит атом или ион M, причем ионизация t электронов от атома или иона M в каждом случае до уровня непрерывной энергии происходит таким образом, что сумма энергий ионизации t электронов составляет примерно $m \bullet 27{,}2\ эВ$ либо $m \bullet \frac{27.2}{2}\ eV$, где m представляет собой целое число.

В одном из вариантов осуществления катализатор содержит двухатомную молекулу MH, причем разрыв связи MH вместе с ионизацией t электронов от атома M в каждом случае до уровня энергии континуума происходит таким образом, что сумма энергии связи и энергий ионизации t электронов составляет примерно m • 27,2 *эВ* либо $m\bullet \frac{27.2}{2}\ eV$, где m представляет собой целое число.

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^+.

В других вариантах осуществления водородные катализаторы типа MH^-, производящие гидрино, получают за счет переноса электрона к акцептору A, разрыва связи M-H вместе с такой ионизацией t электронов от атома M в каждом случае до уровня непрерывной энергии, чтобы сумма энергии переноса электронов, составляющая разность электронного сродства (ЭС) MH и A, энергии связи M-H и энергий ионизации t электронов от M составляла примерно m • 27,2 *эВ*, где m представляет собой целое число. Водородными катализаторами типа MH^-, способными обеспечить суммарную энтальпию реакции примерно в объеме m•27,2 *эВ*, являются OH^-, SiH^-, CoH^-, NiH^- и SeH^-.

В других вариантах осуществления водородные катализаторы типа MH^+, производящие гидрино, получают за счет переноса электрона от донора A, который может быть отрицательно заряжен, разрыва связи M-H, а также такой ионизации t электронов от атома M в каждом случае до уровня непрерывной энергии, чтобы сумма энергии переноса электронов, составляющая разность энергий ионизации MH и A, энергии связи M-H и энергий ионизации t электронов от M составляла примерно m•27,2 *эВ*, где m представляет собой целое число.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере одна молекула либо один положительно или отрицательно заряженный молекулярный ион служит в качестве катализатора, который принимает примерно m•27,2 *эВ* от атомарного H с уменьшением величины потенциальной энергии такой молекулы либо такого положительно или отрицательно заряженного молекулярного иона примерно на m•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.

II. Гидрино

Атом водорода, имеющий энергию связи, определяемую по формуле $E_B = \frac{13.6\ eV}{(1/p)^2}$, где p 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 $\frac{a_H}{p}$, где a_H представляет собой радиус обычного атома водорода, а p – целое число, имеет вид $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$. Атом 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 обычного гидридного иона (примерно 0,75 эВ) для $p = 2$ и аж до 23, и меньше таковой для $p = 24$ (H^-). Для получаемых согласно уравнению (19) значений от $p = 2$ до $p = 24$ 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 новый гидридный ион.

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

Обычные виды водорода характеризуются следующими энергиями связи: (a) гидридный ион – 0,754 эВ (в дальнейшем – «обычный гидридный ион»); (b) атом водорода (в дальнейшем – «обычный атом водорода») – 13,6 эВ; (c) 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 (e) 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, (a) атом водорода, обладающий энергией связи в объеме примерно $\frac{13.6\ eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$, например, в пределах диапазона объема, примерно в 0,9-1,1 раза кратного объему $\frac{13.6\ eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$, где p представляет собой целое число от 2 до 137; (b) гидридный ион (H^-), обладающий энергией связи примерно в объеме $Binding\ Energy = \frac{\hbar^2\sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^2} - \frac{\pi\mu_0 e^2\hbar^2}{m_e^2}\left(\frac{1}{a_H^3} + \frac{2^2}{a_0^3\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^3}\right)$, например, в пределах диапазона значений, примерно в 0,9-1,1 раза кратного $Binding\ Energy = \frac{\hbar^2\sqrt{s(s+1)}}{8\mu_e a_0^2\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^2} - \frac{\pi\mu_0 e^2\hbar^2}{m_e^2}\left(\frac{1}{a_H^3} + \frac{2^2}{a_0^3\left[\frac{1+\sqrt{s(s+1)}}{p}\right]^3}\right)$, где p представляет собой целое число от 2 до 24; (c) $H_4^+\left(1/p\right)$; (d) молекулярный ион тригидрино, $H_3^+\left(1/p\right)$, обладающий энергией связи в объеме примерно $\frac{22.6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$, например, в пределах диапазона значений, примерно в 0,9-1,1 раза кратного $\frac{22.6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$, где p представляет собой целое число от 2 до 137; (e) дигидрино, обладающий энергией связи в объеме примерно $\frac{15.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$, 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 значений, 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, (a) молекулярный ион дигидрино, обладающий полной энергией в объеме примерно

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

например, в пределах диапазона значений, примерно в 0,9-1,1 раза кратного следующему объему $E_T = -p^2\left\{\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_o a_H}(4\ln 3-1-2\ln 3)\left[1+p\sqrt{\frac{2\hbar\sqrt{\frac{2e^2}{4\pi\varepsilon_o\left(2a_H\right)^3}}{m_e}}{m_e c^2}}\right]\right\}$, где

$$-\frac{1}{2}\hbar\sqrt{\frac{\frac{pe^2}{4\pi\varepsilon_o\left(\frac{2a_H}{p}\right)^3}-\frac{pe^2}{8\pi\varepsilon_o\left(\frac{3a_H}{p}\right)^3}}{\mu}}$$
$$=-p^2 16.13392\ eV - p^3 0.118755\ eV$$

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

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

$$= -p^2 31.351\ eV - p^3 0.326469\ eV$$

например, в пределах диапазона значений, примерно в 0,9-1,1 раза кратного следующему объему:

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

$$= -p^2 31.351\ eV - p^3 0.326469\ eV$$

, где p представляет собой целое число, а a_o – 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 несколько катионов, например, протон, обычный H_2^+ либо обычный H_3^+.

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

связи в объеме примерно $\frac{13.6\ eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$, 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 источником электронов, в результате чего будет получен гидридный ион с увеличенной энергией связи. На гидридный ион с увеличенной энергией связи можно воздействовать одним или несколькими катионами, в результате чего будет получено соединение, содержащее по меньшей мере один гидридный ион с увеличенной энергией связи.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере очень большой мощности либо очень высокой энергии можно добиться посредством 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 Mills GUTCP, которое включено в него путем ссылки. Атомы водорода $H\left(1/p\right)\ \ p=1,2,3,...137$ 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 $m\cdot 27.2\ eV$ с сопутствующим изменением своей потенциальной энергии на противоположную. Итоговое общее уравнение для перехода $H\left(1/p\right)$ к $H\left(1/\left(p+m\right)\right)$, индуцированного резонансным переносом $m\cdot 27.2\ eV$ на $H\left(1/p'\right)$, определяемым уравнением (32), может быть представлено таким образом:

$$H\left(1/p'\right)+H\left(1/p\right)\rightarrow H+H\left(1/(p+m)\right)+\left[2pm+m^2-p'^2+1\right]\cdot 13.6\ eV \qquad (32)$$

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 H в H(1/17) под воздействием H(1/4), причем H(1/4) может быть продуктом реакции катализа другого H под воздействием HOH. Предполагается, что реакции диспропорционирования гидрино приводят к появлению их признаков в рентгеновской области. Как показано уравнениями (5-8), продуктом реакции катализатора на основе HOH 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 $4^2 \cdot 27.2\ eV = 16 \cdot 27.2\ eV = 435.2\ eV$, реакция перехода может быть представлена таким образом:

$$16 \cdot 27.2\ eV + H\left[\frac{a_H}{4}\right] + H\left[\frac{a_H}{1}\right] \rightarrow H^+_{fast} + e^- + H^*\left[\frac{a_H}{17}\right] + 16 \cdot 27.2\ eV \quad (33)$$

$$H^*\left[\frac{a_H}{17}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{17}\right] + 3481.6\ eV \quad (34)$$

$$H^+_{fast} + e \rightarrow H\left[\frac{a_H}{1}\right] + 231.2\ eV \quad (35)$$

При этом суммарная реакция имеет такой вид:

$$H\left[\frac{a_H}{4}\right] + H\left[\frac{a_H}{1}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{1}\right] + H\left[\frac{a_H}{17}\right] + 3712.8\ eV \quad (36)$$

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:

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

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

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 ультрафиолетового излучения будет иметь малую длину волны отсечки при $E = 3481.6\ eV;\ 0.35625\ nm$ 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 clusters," The Astrophysical Journal, том 789, номер 1, (2014г.); A. Boyarsky, O. Ruchayskiy, D. Iakubovskyi, 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. Отмеченный при 3,48 кэВпризнак, отнесенный БюльБюлем и соавторами на счет темной материи неизвестной природы, сопоставим с переходом $H\left[\frac{a_H}{4}\right]+H\left[\frac{a_H}{1}\right]\rightarrow H\left[\frac{a_H}{17}\right]$ и дополнительно подтверждает, что гидрино являются опознавательными признаками присутствия темной материи.

Новые водородные смеси химически связанных веществмогут содержать:

(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

(ii) превышающей энергию связи любого вида водорода, для которого 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, СТД) либо имеет отрицательное значение; а также

(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 уравновешивающий 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

(a) 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. Вид водорода, описываемый в настоящем изобретении, обладает полной энергией, превышающей полную энергию соответствующего обычного вида водорода. 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 первую энергию связи электронов, уступающую первой энергии связи электронов 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 (в дальнейшем – «виды водорода с увеличенной энергией связи»), обладающие энергией связи,

(i) превышающей энергию связи соответствующего обычного вида водорода либо

(ii) превышающей энергию связи любого вида водорода, для которого 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 изобретении соединения далее именуются «соединениями водорода с увеличенной энергией связи».

Виды водорода с увеличенной энергией связи могут быть образованы путем

воздействия на один или несколько атом гидрино одним или несколькими из таких элементов, как 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

(a) множество нейтральных, положительно заряженных либо отрицательно заряженных видов водорода (в дальнейшем – «виды водорода с увеличенной энергией связи»), обладающие полной энергией,

(i) превышающей полную энергию обычного молекулярного 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) в необязательном порядке, один другой элемент. Описываемые в настоящем изобретении соединения далее именуются «соединениями водорода с увеличенной энергией связи».

В одном из вариантов осуществления предлагается соединение, содержащее по 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-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 именуются 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 имеет своим предметом и 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 HOH, а источником по меньшей мере одного из таких веществ, как HOH и H, является лед. Лед может иметь большую площадь поверхности, необходимую для увеличения по меньшей мере одного из таких показателей, как скорости образования катализатора на основе HOH и H 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 одним электродом, позволяющим 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 H и HOH, которые, вступая в реакцию, могут образовывать гидрино. Интенсивность поджигания 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 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,

вырабатывающейся в процессе образования гидрино, например, световой и тепловой, в электричество.

Типичные варианты осуществления ячейки для получения гидрино могут иметь конструкцию жидкотопливной ячейки, твердотопливной ячейки, гетерогенной топливной ячейки, ячейки CIHT, а также ячейки SF-CIHT (твердотопливного катализатор-индуцированного-гидрино-перехода) или ячейки марки SunCell®. Каждая из этих ячеек оборудована: (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 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-CIHT, CIHT или тепловых ячеек. В данном разделе «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 таких параметрам, как реагенты, мас.% 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, доказывается 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 CIHT 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 CIHT и твердых видов топлива с помощью ЯМР H 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 m/e = M + n2, где M – 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 $см^{-1}$, 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 ToF-SIMS со моментом достижения, предшествующим пику m/e=1, который соответствовал H с кинетической энергией примерно на уровне 204 эВ, согласовывавшейся с предполагаемым высвобождением энергии для перехода H в H(1/4) с переносом энергии к третьему телу H, 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 (CIHT) 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 (CIHT) 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 значений тепловой энергии, производимой образующими гидрино твердыми видами топлива, которая превышала максимальную теоретическую энергию в 60 раз. ЯМР H 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 см-1, соответствовал энергии вращения в свободном пространстве $H_2(1/4)$ (0,2414 эВ). Эти результаты представлены в предыдущих публикациях Миллса, а также в публикации R. Mills, J. Lotoski, W. Good, J. He, “Solid Fuels that Form HOH 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 мене один из таких видов энергии, как электрическая и тепловая, могут включать в себя:

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

смесь газообразного водорода и водяного пара;

b) расплавленный металл;

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

вакуумный насос для поддержания в емкости давления ниже атмосферного в процессе втекания в емкость одного или несколько 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 несколькими электромагнитными насосами), сконфигурированной для 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;

по меньшей мере одну систему поджигания, оборудованную источником электроэнергии или тока поджигания, предназначенным 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;

систему подачи реагентов, предназначенную для пополнения реагентов, расходуемых в процессе прохождения реакция; а также

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. 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 дополнительно представлять собой благородный газ.

В некоторых вариантах осуществления энергетическая система может быть оборудована оптической ректенной типа той, о которой сообщалось в публикации A. Sharma, V. Singh, T. L. Bougher, B. A. Cola, "A carbon nanotube optical rectenna", Nature Nanotechnology, Том 10, (2015), стр. 1027–1032, doi:10.1038/nnano.2015.220, которая во всей своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки, а также по меньшей мере одним термоэлектрическим преобразователем. В еще одном из вариантов осуществления емкость способна выдерживать давление по меньшей мере один из таких уровней, как атмосферное давление, давление выше атмосферного и давление ниже атмосферного. В другом варианте осуществления указанный по меньшей мере один плазмоэлектрический преобразователь может представлять собой по меньшей мере один з таких преобразователей, как плазмодинамический преобразователь энергии, прямой преобразователь $\vec{E} \times \vec{B}$, магнитогидродинамический преобразователь энергии, магнитогидродинамический преобразователь энергии с магнитным зеркалом, преобразователь с дрейфом заряда, преобразователь энергии с функцией Поста либо с жалюзной диодной системой, гиротрон, преобразователь микроволновой энергии группировки фотонов, а также фотоэлектрический преобразователь. В еще одном из вариантов осуществления по меньшей мере один термоэлектрический преобразователь может быть оборудован по меньшей мере одним устройством из группы, в которую входят тепловой двигатель, паровой двигатель, паровая турбина с генератором, газовая турбины с генератором, работающий по циклу Ренкина двигатель, работающий по циклу Брайтона двигатель, двигатель Стирлинга, термоэлектронный преобразователь, а также термоэлектрический преобразователь энергии. Типичными системами термоэлектрического преобразования, которые могут быть оборудованы закрытыми системами охлаждения или открытыми системами, отводящими тепло в окружающую атмосферу, являются работающие по сверхкритическому циклу CO_2, работающие по органическому циклу Ренкина либо газотурбинные системы с внешней камерой сгорания.

Кроме ультрафиолетовой фотоэлектрической и тепловой фотоэлектрической энергии, оговариваемой настоящим изобретением, устройство марки SunCell® может предусматривать и другие средства электрического преобразования, известные в данной области техники, в числе которых термоэлектронные, магнитогидродинамические, турбинные, микротурбинные, турбинные с работой по циклу Ренкина либо Брайтона, химические и электрохимические системы преобразования энергии. Турбина, работающая по циклу Ренкина, может содержать сверхкритический CO_2, органическую, например, гидрофторуглеродную или

фторуглеродную, либо паровую рабочую жидкость. В турбине, работающей по циклу Ранкина либо Брайтона, устройство марки SunCell® может подавать тепловую энергию по меньшей мере на одну из таких ступеней турбинной системы, как ступень подогревателя, ступень рекуператора, ступень бойлера и ступень теплообменника типа внешней камеры сгорания. В одном из вариантов осуществления турбина, работающая по циклу Брайтона, оборудована нагревателем турбины марки SunCell®, встроенным в секцию сгорания турбины. Нагреватель турбины марки SunCell® может быть оборудован воздуховодами, принимающими поток воздуха, поступающий по меньшей мере от одного из таких устройств, как компрессор и рекуператор, причем воздух нагревается, и воздуховоды направляют нагретый сжатый поток на вход турбины для создания области давления. Нагреватель турбины марки SunCell® может заменить собой или дополнить камеру сгорания газовой турбины. Цикл Ренкина или Брайтона может быть замкнутым, в случае чего преобразователь энергии будет дополнительно содержать по меньшей мере одно из таких устройств, как конденсатор и охладитель.

Упомянутым преобразователем может выступать преобразователь, приведенный в предыдущих публикациях Миллса и в предыдущих заявках Миллса. Такие реагенты гидрино как источники H и источники HOH, 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 № PCT/US11/28889, поданная в соответствии с PCT 17.03.2011г.; заявка на энергетическую систему электрохимического катализа водорода на основе H_2O № PCT/US12/31369, поданная 30.03.2012г.; заявка на энергетическую систему CIHT № PCT/US13/041938, поданная 21.05.2013г.; заявка на системы и способы производства энергии № PCT/IB2014/058177, поданная в соответствии с PCT 10.01.2014г.; заявка на фотоэлектрические системы и способы производства электроэнергии № PC17US14/32584, поданная в соответствии с PCT 01.04.2014г.; заявка на системы и способы производства электроэнергии № PCT/US2015/033165, поданная в соответствии с PCT 29.05.2015г.; заявка на системы и способы производства электроэнергии с использованием ультрафиолетового излучения № PCT/US2015/065826, поданная в соответствии с PCT 15.12.2015г.; заявка на термофотоэлектрический генератор электроэнергии № PCT/US16/12620, поданная в соответствии с PCT 08.01.2016г.; заявка на термофотоэлектрическую сеть генераторов электроэнергии № PCT/US2017/035025, поданная в соответствии с PCT 07.12.2017г.;

заявка на термофотоэлектрический генератор электроэнергии № PCT/US2017/013972, поданная в соответствии с PCT 18.01.2017г.; заявка на фотоэлектрическую ячейку с использованием крайней и глубокой области ультрафиолетового излучения № PCT/US2018/012635, поданная в соответствии с PCT 05.01.2018г.; заявка на магнитогидродинамический генератор электроэнергии № PCT/US18/17765, поданная в соответствии с PCT 12.02.2018г.; заявка на магнитогидродинамический генератор электроэнергии № PCT/US2018/034842, поданная в соответствии с PCT 29.05.2018г.; а также заявка на магнитогидродинамический генератор электроэнергии № PCT/IB2018/050360, поданная в соответствии с PCT 05.12.2018г. (в дальнейшем – «Предыдущие заявки Миллса»), которые во всей своей полноте включены в настоящий документ посредством ссылки.

В одном из вариантов осуществления имеет место поджигание H_2O с образованием гидрино с большим высвобождением энергии в форме по меньшей мере одного из таких типов энергии, как тепловая, плазменная и электромагнитная (световая). («Поджигание» в настоящем описании изобретения обозначает очень высокоскоростной реакционный процесс перехода H в гидрино, который может проявляться в виде всплеска, импульса либо другой формы высвобождения большого количества энергии.) H_2O может составлять топливо, которое может поджигаться с применением сильного тока, например, в диапазоне примерно от 10 до 100 000 А. Этого можно добиться путем приложения высокого напряжения, например, примерно от 5000 до 100 000 В, в результате чего сначала будет образовываться высокопроводящая плазма, например, в виде плазмы дугового разряда. В порядке альтернативы, упомянутый сильный ток может проходить через такую проводящую матрицу, как расплавленный металл, например, серебро, которая дополнительно содержит такие реагенты гидрино, как H и HOH либо соединение или смесь, содержащую H_2O, причем проводимость получаемого в результате топлива, например, твердого топлива, является высокой. (В настоящем изобретении термин «твердое топливо» используется для обозначения реакционной смеси, которая образует катализатор, например, HOH и H, который далее вступает в реакцию с образованием гидрино. Напряжение плазмы может быть небольшим, например, в диапазоне примерно от 1 до 100 В. Однако реакционная смесь может пребывать и в других физических состояниях, отличных от твердого. В некоторых вариантах осуществления реакционная смесь может пребывать по меньшей мере в одном из таких состояний, как газообразное, жидкое, расплавленной матрицы, в том числе расплавленной проводящей матрицы, например, такого расплавленного металла, как по меньшей мере один таких металлов, как расплавленное серебро, серебряно-медный сплав, а также медь, твердого вещества, суспензии, золь-геля, раствора, смеси, газовой суспензии, пневматического потока, а также других состояний, известных специалистам в данной

области техники). В одном из вариантов осуществления упомянутым твердым топливом, обладающим очень низким сопротивлением, будет выступать реакционная смесь, содержащая H_2O. Низкое сопротивление может быть сопряжено с проводящим компонентом реакционной смеси. В некоторых вариантах осуществления сопротивление твердого топлива равно по меньшей мере одному из значений, которые находятся, соответственно, в диапазоне примерно от 10^{-9} Ом до 100 Ом, от 10^{-8} Ом до 10 Ом, от 10^{-3} Ом до 1 Ом, от 10^{-4} Ом до 10^{-1} Ом и от 10^{-4} Ом до 10^{-2} Ом. В еще одном из вариантов осуществления топливом, обладающим высоким сопротивлением, является H_2O, содержащая следовую либо незначительную молярную концентрацию добавленного соединения либо материала. В последнем случае через топливо можно пропускать сильный ток, дабы добиваться вызываемого пробоем поджигания, приводящего к образованию высокопроводящего состояния, например, дуги либо плазмы дугового разряда.

В одном из вариантов осуществления реагенты могут содержать источник H_2O и проводящую матрицу для образования по меньшей мере одного из таких веществ, как источник катализатора, катализатор, источник атомарного водорода и атомарный водород. В еще одном из вариантов осуществления реагенты, содержащие источник H_2O, могут включать в себя по меньшей мере одно из таких веществ, как объемная H_2O, H_2O в состоянии, отличном от объемного, соединение либо соединения, претерпевающие по меньшей мере один из таких процессов, как реакция с образованием H_2O и высвобождение связанной H_2O. Кроме того, связанная H_2O может содержать соединение, которое взаимодействует с H_2O, причем такая H_2O будет находиться по меньшей мере в одном из таких состояний, как поглощенной H_2O, связанной H_2O, физически адсорбированной H_2O, а также гидратационной воды. В некоторых вариантах осуществления реагенты могут содержать проводник и одно либо несколько соединений или материалов, претерпевающие по меньшей мере один из таких процессов, как высвобождение объемной H_2O, поглощенной H_2O, связанной H_2O, физически адсорбированной H_2O, а также гидратационной воды, и получения H_2O в качестве продукта реакции. В других вариантах осуществления по меньшей мере одно из таких веществ, как источник катализатора образующейся H_2O и источник атомарного водорода, может содержать по меньшей мере один из таких элементов, как (a) по меньшей мере один источник H_2O; (b) по меньшей мере один источник кислорода, а также (c) по меньшей мере один источник водорода.

В одном из вариантов осуществления скорость реакции с образованием гидрино зависит от применения либо формирования сильного тока. В одном из вариантов осуществления устройства марки SunCell® реагенты, образующие гидрино, подвергаются воздействию импульса низкого напряжения, сильного тока и большой мощности, который вызывает очень высокую скорость реакции и высвобождение

энергии. В одном из типичных вариантов осуществления напряжение с частотой 60 Гц меньше пикового значения в 15 В, сила тока находится в диапазоне от 100 А/см^2 до 50 000 А/см^2 на пике, а мощность – от 1000 Вт/см^2 до 750 000 Вт/см^2. Подходящими будут и другие значения частоты, напряжения, силы тока и мощности, примерно от 1/100- до 100-кратные таким параметрам. В одном из вариантов осуществления скорость реакции с образованием гидрино зависит от применения либо формирования сильного тока. В одном из вариантов осуществления напряжение подбирается таким образом, дабы 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. Указанная плотность постоянного или пикового переменного тока может находиться в диапазоне по меньшей мере от 100 А/см^2 до 1 000 000 А/см^2, от 1 000 А/см^2 до 100 000 А/см^2, а также от 2 000 А/см^2 до 50 000 А/см^2. Напряжение постоянного тока или пикового значения переменного тока может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как от 0,1 В до 1000 В, от 0,1 В до 100 В, от 0,1 В до 15 В, а также от 1 В до 15 В. Частота переменного тока может находиться в диапазоне примерно 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. Время прохождения импульса может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 10^{-6} с до 10 с, от 10^{-5} с до 1 с, от 10^{-4} с до 0,1 с, а также от 10^{-3} с до 0,01 с.

В варианте осуществления, оборудованном источником переменного или изменяющегося во времени тока поджигания и дополнительно оборудованном по меньшей мере одним ЭМ-насосом постоянного тока, оснащенного постоянными магнитами, такие магниты могут быть экранированы от магнитного поля переменного тока поджигания. Эти экраны могут быть выполнены из мю-металла, амуметалла, амуникеля, сплава «криоперм 10» и других, известных в данной области техники, материалов, обладающих свойствами магнитного экранирования. Указанное магнитное экранирование может предотвратить размагничивание постоянных магнитов. В одном из типичных вариантов осуществления каждый экран может представлять собой тяжелый железный стержень, например, толщиной примерно от 5 мм до 50 мм, который будет расположен над соответствующим постоянным магнитом ЭМ-насоса и перекрывать его в продольном направлении. Такие энергогенерирующие системы проиллюстрированы на фигурах 2-3, 25 и 31A-C.

В одном из вариантов осуществления во избежание вызывающих размагничивание магнитов ЭМ-насоса вихревых токов по меньшей мере один электропроводный компонент устройства марки SunCell®, в частности, камера реакционной ячейки 5b31 или патрубок 5k6 ЭМ-насоса, может иметь в своем составе, своей футеровке либо своем покрытии электроизоляционный материал, в частности,

керамику. В одном из типичных вариантов осуществления устройство марки SunCell®, оборудованное камерой реакционной ячейки из нержавеющей стали, будет оснащено футеровкой из BN, SiC или кварца либо керамическим покрытием, в частности описываемым в данном изобретении.

В варианте осуществления, оборудованном источником энергии поджигания, зависящим от времени, например, источником переменного тока, в частности, источником питания с частотой 60 Гц, каждый магнит ЭМ-насоса постоянного тока может включать в себя по меньшей мере один из таких элементов, как магнитное отклоняющее устройство, расположенное между противоположными магнитами ЭМ-насоса, и магнитный экран, в частности, мю-металлический экран, предназначенный для предотвращения размагничивания магнитов ЭМ-насоса под воздействием изменяющейся во времени энергии поджигания.

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 25-31E. 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 патрубка 5k6 ЭМ-насоса и перпендикулярно как направлению потока расплавленного металла в патрубке, так и направлению прокачивания ЭМ-насоса. Указанная система поджигания 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 поджигания.

В одном из вариантов осуществления перенос энергии из 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 другом

из вариантов осуществления сильный ток, например, ток дугового разряда, вызывает чрезмерное повышение температуры реагента, например, воды, которая может служить источником H и катализатора на основе HOH. Высокая температура может вызывает термолиз воды по меньшей мере до одного из таких веществ, как H и катализатор на основе HOH. В одном из вариантов осуществления реакционная смесь устройства марки SunCell® содержит источник H и источник катализатора, например, по меньшей мере одно из таких веществ, как nH (n представляет собой целое число) и HOH. По меньшей мере одно из таких веществ, как nH и HOH, может образовываться в результате термолиза или термического разложения по меньшей мере одной физической фазы воды, например, воды, находящейся по меньшей мере в одном из таких состояний, как твердое, жидкое и газообразное. Термолиз может происходить при высокой температуре, например, при температуре, находящейся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 500K до 10 000K, от 1 000K до 7 000K, а также от 1 000K до 5 000K. В оном из типичных вариантов осуществления температура реакции составляет примерно от 3 500 до 4 000 K, чтобы мольная доля атомарного H была высокой, как показали Ж. Леде, Ф. Лапик и Ж. Вийермо [в публикациях J. Lédé, F. Lapicque, J. Villermaux, “Production of hydrogen by direct thermal decomposition of water”, International Journal of Hydrogen Energy, 1983, T.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, T.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 термолиза может способствовать наличие твердой поверхности, например, поверхности компонентов ячейки. Такая твердая поверхность может нагреваться до уровня повышенной температуры посредством подводимой мощности, а также плазмы, поддерживаемой реакцией с образованием гидрино. Термолизные газы, в числе которых газы, которые находятся ниже по потоку области поджигания, 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 термолиза 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 топливо либо реагенты могут содержать по меньшей мере один из таких элементов, как источник H, H_2, источник катализатора, источник H_2O, а также H_2O. 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 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $BaI_2 \cdot 2H_2O$ и $ZnCl_2 \cdot 4H_2O$. В порядке альтернативы, реагенты могут содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как серебро, медь, водород, 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 HOH и атомарного H путем термолиза по меньшей мере одного из таких типов связей, как H-связи димеров воды и ковалентных связей H_2. Типичная пороговая температура газа, необходимая для обеспечения термолиза, составляет примерно 3300°C. Плазма, имеющая температуру выше, чем примерно 3300°C, может разрывать димерные связи H_2O, в результате чего получается образующаяся HOH, которая служит катализатором реакции с образованием гидрино. По меньшей мере один из таких параметров камеры реакционной ячейки как давление паров H_2O, 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 10 000 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 поджигания и низкое давление, может первоначально поддерживаться для нагрева плазмы и ячейки с целью обеспечения термолиза. Начальная мощность может формироваться по меньшей мере за счет одной из таких характеристик, как высокочастотные импульсы, импульсы с высоким коэффициентом заполнения, а также более высокое напряжение и более сильный ток и непрерывный ток. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких параметров, как мощность поджигания и давление, может быть, соответственно, уменьшена и увеличено после нагрева плазмы и ячейки с целью обеспечения термолиза. В одном из вариантов осуществления устройство SunCell® может быть оборудовано дополнительным источником плазмы, например, плазменной горелкой, тлеющим разрядом, источником микроволновой или высокочастотной плазмы, предназначенным для нагрева плазмы,

формирующейся в результате реакции с образованием гидрино, и ячейки, в которой происходит реакция с образованием гидрино, с целью обеспечения термолиза.

В одном из вариантов осуществления источник питания поджигания 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 3 000°C, от 900°C до 2 500°C и от 1 000°C до 2 000°C.

В одном из вариантов осуществления камеру реакционной ячейки нагревают до температуры, которая поддерживает реакцию с образованием гидрино в отсутствие источника энергии поджигания. В одном из вариантов осуществления ЭМ-прокачивание может поддерживаться или не поддерживаться после прекращения подачи питания поджигания, 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 поджигания. В одном из типичных вариантов осуществления устройство марки SunCell®, показанное на фигуре 25, 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 поджигания, о чем свидетельствовало повышение температуры с течением времени при отсутствии подачи питания поджигания.

Система поджигания

В одном из вариантов осуществления система поджигания оборудована тумблером, предназначенным для переключения по меньшей мере в одно из таких положений: инициирования тока и прерывания тока после выполнения поджигания. 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 (БТИЗ), кремниевый управляемый тиристор (КУТ), а также по меньшей мере один полевой транзистор со структурой металл-оксид-полупроводник (ПТМОП). В порядке альтернативы, переключение в положение поджигания может выполняться механическим способом. После поджигания ток может прерываться с целью оптимизации генерируемой гидрино энергии на выходе относительно энергии поджигания на входе. Система поджигания 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, чтоб генерировать короткий всплеск сильноточной электрической энергии, имеет по меньшей мере один из следующих параметров:

напряжение, выбранное таким образом, дабы 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^2 до 1 000 000 А/см^2, от 1000 А/см^2 до 100 000 А/см^2, а также от 2000 А/см^2 до 50 000 А/см^2;

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 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 обеспечиваться 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 поджигания.

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 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 устройство 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 поджигания 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 батарей, 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.

Магнитогидродинамический (МГД) преобразователь

Разделение зарядов вследствие образования массового потока ионов или электропроводящей среды в скрещенном магнитном поле широко известно в науке как магнитогидродинамическое (МГД) преобразование энергии. Положительные и отрицательные ионы устремляются по принципу Лоренца в противоположных направлениях и поступают на соответствующие МГД-электроды, влияя тем самым на напряжение между ними. Типичный МГД-метод с образованием массового потока ионов заключается в расширении находящегося под высоким давлением газа, засеваемого через раструб ионами, в результате чего создается высокоскоростной поток, проходящий через скрещенное магнитное поле с расположенным в нем набором скрещенных относительно отклоняющего поля МГД-электродов, предназначенных для принятия отклоненных ионов. В одном из вариантов осуществления давление, как правило, выше атмосферного, а направленного массового потока можно добиваться посредством реакции с образованием гидрино с получением плазмы и высокопроводящих, имеющих высокую температуру и находящихся под высоким давлением паров расплавленного металла, которые, расширяясь, создают высокоскоростной поток, проходящий через поперечное сечение магнитного поля МГД-преобразователя. Такой поток может проходить через МГД-преобразователь в осевом либо радиальном направлении. С помощью ограничивающих магнитов, например, магнитов катушек Гельмгольца, либо магнитной бутылки можно добиваться возникновения дополнительного направленного потока.

В частности, МГД-система снабжения электрической энергией, показанная на фигурах 1-22, может быть оборудована источником плазмы, формирующейся в результате реакции с образованием гидрино, который описан в настоящем изобретении, например источником, оборудованным ЭМ-насосом 5ka, по меньшей мере одним резервуаром 5c, по меньшей мере двумя электродами, например электродами, выполненным в виде сдвоенных форсунок для впрыска расплавленного металла 5k61, источником реагентов гидрино, например, источником катализатора на основе HOH и H, системой поджигания, оборудованной источником электрической энергии 2 для подачи напряжения и тока на электроды с целью получения плазмы из реагентов гидрино, а также МГД-преобразователем электроэнергии. В одном из вариантов осуществления система поджигания может быть оборудована источником напряжения и тока, например, источником подачи постоянного тока, а также конденсаторной батареей, предназначенной для обеспечения импульсного поджигания, с емкостью, достаточной для генерирования сильноточных импульсов. В варианте осуществления со сдвоенными форсунками для впрыска расплавленного металла ток протекает через впрыскиваемые потоки расплавленного металла, в результате чего при соприкосновении потоков происходит поджигание плазмы. Составляющие МГД-

энергосистемы, оборудованной источником плазмы, формирующейся в результате реакции с образованием гидрино, и МГД-преобразователем, могут состоять из по меньшей мере из одного из стойких к окислению материалов, например, стойких к окислению металлов, металлов, содержащих стойкие к окислению покрытия, а также керамических элементов, вследствие чего систему можно эксплуатировать в условиях воздуха.

Указанный преобразователь энергии либо система вывода может представлять собой магнитогидродинамический (МГД) 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 магнитогидродинамическом канале и системе сбора металла с целью повышения степени поглощения кислорода расплавленным металлом.

Во избежание электрического закорачивания МГД-электродов парами расплавленного металла электроды 304 (см. фигуру 1) могут содержать проводники, каждый из которых установлен на покрытый электроизоляционным материалом

токопроводящий штырь 305, который служит в качестве опорного изолятора вывода 305a и может также служить в качестве дистанционной прокладки между электродом и стенками канала 308 генератора. Электроды 304 могут быть сегментированы и могут состоять из катода 302 и анода 303. Помимо опорных изоляторов 305, электроды могут быть свободно подвешены в канале 308 генератора. Расстояние между электродами по вертикальной оси может быть достаточным для предотвращения закорачивания расплавленным металлом. Электроды могут содержать тугоплавкий проводник, например, W, Ta, Re либо Mo. Выводы 305a могут быть соединены с проводами, которые могут быть изолированы с помощью тугоплавкого электроизоляционного материала, например, BN. Указанные провода могут соединяться в жгут, проникающий в канал у фланца 301 для ввода МГД-шины, который быть выполнен из металла. За пределами МГД-преобразователя указанный жгут может подключаться к силовому консолидатору и инвертирующему усилителю мощности. В одном из вариантов осуществления МГД-электроды 304 представляют собой жидкие электроды, например, электроды из жидкого серебра. В одном из вариантов осуществления система поджигания может иметь в своем составе жидкие электроды. Система поджигания может быть системой постоянного либо переменного тока. Реактор может содержать керамику, например, кварц, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид гафния либо пирекс. Жидкие электроды могут быть оборудованы керамической фриттой, которая может быть дополнительно оснащена микроотверстиями, наполняемыми расплавленным металлом, например, серебром.

Создание потока расплавленного металла

В одном из вариантов осуществления, например, показанном на фигурах 2 и 3, устройство марки SunCell® будет оборудовано двумя резервуарами 5c, 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 поджигания, а также впускную вертикальную трубку резервуара, предназначенную для выравнивания уровня расплавленного металла в резервуаре. Расплавленный металл может представлять собой серебро, серебряно-медный сплав, галлий, галинстан либо другое, описываемое в настоящем изобретении, вещество. Устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано камерой 5b31 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 ЭМ-насосов, причем ток поджигания 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 5c, камера 5b31 реакционной ячейки и внутренняя часть патрубка 5k6 ЭМ-насоса, будет иметь керамическое покрытие либо будет оснащен керамической футеровкой, в частности, выполненной из BN, кварца, диоксида титана, оксида алюминия, оксида иттрия, оксида гафния, диоксида циркония, карбида кремния, либо одной из таких смесей, как TiO_2-Yr_2O_3-Al_2O_3, или другого описываемого в данном изобретении вещества. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет дополнительно оборудовано внешним резистивным 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 5c и патрубка 5k6 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® 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.

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 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), способного поддерживать рабочие температуры до 1 400°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, может содержать сплав NiCr, способный сохранять рабочие характеристики в

диапазоне температур от 1 100°C до 1 200°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 ($MoSi_2$), 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 1 500°C до 1 800°C. Нагревательный элемент может содержать дисилицид молибдена ($MoSi_2$), 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 1 625°C.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell ® может быть дополнительно оборудовано системой перепускного потока расплавленного металла, например, системой, оборудованной перепускной емкостью, по меньшей мере одним насосом, датчиком запаса расплавленного металла в ячейке, контроллером запаса расплавленного металла, нагревателем, системой контроля температуры, а также запасом расплавленного металла, для хранения и подачи расплавленного металла в устройство марки SunCell® по мере необходимости, которая может определяться по меньшей мере одним датчиком и одним контроллером. Контроллер запаса расплавленного металла системы перепускного потока может быть оборудована регулятором уровня расплавленного металла, описываемым в настоящем изобретении, например, впускной вертикальной трубкой, а также ЭМ-насосом. Система перепускного потока может быть оборудована по меньшей мере одним из таких узлов, как трубопровод 310 МГД-рециркуляции, рециркуляционный резервуар 311, рециркуляционный ЭМ-насос 312 и патрубок 313 рециркуляционного ЭМ-насоса.

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 движением 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.

В одном из вариантов осуществления патрубок 5k6 ЭМ-насоса будет оборудован прерывателем потока, предназначенным для произведения 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 CMI Novacast CA15, в котором системы нагрева и охлаждения могут быть модифицированы для поддержки перекачивания расплавленного серебра.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуры 4-22) ЭМ-насос 400 может представлять собой индуктивный насос переменного тока, в котором воздействующая на серебро сила Лоренца создается изменяющимся во времени электрическим током, проходящим через такое серебро, и перекрестным синхронизированным изменяющимся во времени магнитным полем. Проходящий через серебро изменяющийся во времени электрический ток может генерироваться под воздействием фарадеевской индукции первого изменяющегося во времени магнитного поля, производимого цепью обмотки 401a трансформатора ЭМ-насоса. Источником первого изменяющегося во времени магнитного поля может быть первичная обмотка 401 трансформатора, а серебро может служить в качестве вторичной обмотки трансформатора, например, одновитковой замкнутой обмотки, состоящей из трубной секции 405 токового контура ЭМ-насоса и рециркуляционной секции 406 токового контура ЭМ-насоса. Первичная обмотка 401 может представлять собой электромагнит переменного тока, причем первое изменяющееся во времени магнитное поле проходит через круговой контур из серебра 405 и 406, контур индукционного тока, под воздействием магнитной цепи либо ярма 402 трансформатора ЭМ-насоса. Серебро может содержаться в емкости, например, керамической емкости 405 и 406, в частности,

в емкости, содержащей керамический элемент, описываемый в настоящем изобретении, например, нитрид кремния (ТП: 1900°C), кварц, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид магния либо оксид гафния. Защитный слой из SiO_2 может быть сформирован на нитрите кремния методом контролируемого пассивного окисления. Упомянутая емкость может быть оборудована каналами 405 и 406, охватывающими магнитную цепь либо ярмо 402 трансформатора ЭМ-насоса. Такая емкость может иметь уплощенную секцию 405, предназначенную для того, чтобы у индуцируемого тока возникал компонент потока в перпендикулярном направлении к синхронизированному изменяющемуся во времени магнитному полю, а также в нужном направлении потока насоса согласно соответствующей силе Лоренца. Перекрестное синхронизированное изменяющееся во времени магнитное поле может создаваться электромагнитной цепью либо установкой 403c ЭМ-насоса, состоящей из электромагнитов переменного тока 403 и электромагнитного ярма 404 ЭМ-насоса. В магнитном ярме 404 может иметься зазор на уровне уплощенной секции емкости 405, в которой содержится серебро. Электромагнит 401 цепи обмотки 401a трансформатора ЭМ-насоса и электромагнит 403 электромагнитной установки 403c ЭМ-насоса могут питаться от однофазного источника переменного тока либо другого подходящего источника питания, известного в данной области техники. Указанный магнит может быть расположен вблизи от изгиба контура, что будет обеспечивать присутствие нужного компонента вектора тока. Фаза переменного тока, питающего обмотку 401 трансформатора и обмотку 403 электромагнита, может быть синхронизирована с тем, чтобы поддерживать нужное направление силы накачки по принципу Лоренца. Питание для обмотки 401 трансформатора и обмотки 403 электромагнита может обеспечиваться единым источником либо отдельными источниками питания. Синхронизация индуцируемого тока и поля B может осуществляться с помощью аналоговых средств, например, компонентов линии задержки, либо с помощью цифровых средств, которые в обоих случаях известны в данной области техники. В одном из вариантов осуществления ЭМ-насос может быть оборудован единым трансформатором с множеством ярм, предназначенных как для обеспечения индукции тока в замкнутом токовом контуре 405 и 406, так и для выполнения функции электромагнита и ярма 403 и 404. Ввиду использования единого трансформатора соответствующие индуцируемый ток и магнитное поле переменного тока могут совпадать по фазе.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуры 2-22) контур индуцируемого тока может состоять из впускного патрубка 5k6 ЭМ-насоса, трубной секции 405 токового контура ЭМ-насоса, выпускного патрубка 5k6 ЭМ-насоса, а также канала через серебро в резервуаре 5c, который может состоять из стенок впускной вертикальной трубки 5qa и форсунки 561 в вариантах осуществления с применениям

таких компонентов. ЭМ-насос может быть оборудован системами контроля и регулирования, например, системами контроля и регулирования силы тока и напряжения первичной обмотки, а также оснащенной функцией обратной связи системой регулирования производства электроэнергии устройством марки SunCell с помощью параметров перекачивания. Типичными измеряемыми параметрами обратной связи могут быть температура в камере 5b31 реакционной ячейки и электрическая энергия в МГД-преобразователе. Система контроля и регулирования может быть оборудована соответствующими датчиками, регуляторами и вычислительной системой. В одном из вариантов осуществления система марки SunCell® может по меньшей мере контролироваться и управляться таким беспроводным устройством, как сотовый телефон. Система марки SunCell® может быть оборудована антенной для отправки и приема данных и управляющих сигналов.

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 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 источник питания переменного тока, который будет обеспечивать ток, совпадающий по фазе с электромагнитным полем переменного тока ЭМ-насоса, 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 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.

ЭМ-насос может быть выполнен в виде многоступенчатого насоса (см. фигуры 6-21). Многоступенчатый ЭМ-насос может принимать входные потоки металла, например, поток металла, поступающий со стороны трубопровода 310 МГД-рециркуляции и со стороны нижней части резервуара 5c, на разных ступенях накачки, каждая из которых соответствует давлению, обеспечивающему по существу только прямой поток расплавленного металла из выпускного патрубка и форсунки 5k61 ЭМ-насоса. В одном из вариантов осуществления многоступенчатый ЭМ насосный агрегат 400a (см. фигуру 6) будет оборудован по меньшей мере одной цепью обмотки 401a

трансформатора ЭМ-насоса, состоящей из обмотки 401 трансформатора и ярма 402 трансформатора, проходящие через индукционный токовый контур 405 и 406, а также будет дополнительно оборудована по меньшей мере одной электромагнитной цепью 403c ЭМ-насоса переменного тока, состоящей из электромагнита 403 переменного тока и электромагнитного ярма 40 ЭМ-насоса Индукционный токовый контур может состоять из трубной секции 405 ЭМ-насоса и рециркуляционной секции 406 токового контура ЭМ-насоса. В магнитном ярме 404 может иметься зазор на уровне уплощенной секции емкости либо трубной секции 405 токового контура ЭМ-насоса, где содержится перекачиваемый расплавленный металл, например, серебро. В одном из вариантов осуществления, показанном на фигуре 7, индукционный токовый контур, состоящий из трубной секции 405 ЭМ-насоса, может иметь впускные и выпускные патрубки, расположенные со смещением от изгибов для рециркуляционного потока в секции 406 таким образом, чтобы индукционный ток мог протекать более поперечно магнитному потоку электромагнитов 403a и 403b, дабы оптимизировать силу накачки по принципу Лоренца, действующую поперечно как току, так и магнитному потоку. Перекачиваемый металл может быть в расплавленном состоянии в секции 405 и твердом состоянии в рециркуляционной секции 406 токового контура ЭМ-насоса.

В одном из вариантов осуществления многоступенчатый ЭМ-насос может быть оборудован множеством электромагнитных цепей 403c ЭМ-насоса переменного тока, подающих магнитный поток перпендикулярно как току, так и потоку металла. Такой многоступенчатый ЭМ-насос может принимать впускные патрубки вдоль трубной секции 405 токового контура ЭМ-насоса в точках, в которых входное давление является подходящим для локального давления насоса, необходимого для обеспечения прямого потока насоса, причем такое давление увеличивается на следующей ступени электромагнитной цепи 403c ЭМ-насоса переменного тока В одном из типичных вариантов осуществления трубопровод 310 МГД-рециркуляции входит в токовый контур, например, в трубную секцию 405 токового контура ЭМ-насоса, на уровне впускного патрубка, расположенного перед первой электромагнитной цепью 403c переменного тока, состоящей из электромагнитов 403a переменного тока и электромагнитного ярма 404a ЭМ-насоса. Входной поток со стороны резервуара 5c может поступать после первой и перед второй электромагнитной цепью 403c переменного тока, состоящей из электромагнитов 403b переменного тока и электромагнитного ярма 404b электромагнитного насоса, причем насосы поддерживают в токовом контуре 405 давление расплавленного металла, поддерживающее нужный поток от каждого впускного патрубка до следующей ступени насоса либо до выходного патрубка и форсунки 5k61 насоса. Давление в каждой ступени насоса может регулироваться посредством регулирования силы тока соответствующего электромагнита переменного тока в электромагнитной цепи

переменного тока. Типичный трансформатор оборудован пластинчатым трансформаторным сердечником 402 из кремнистой стали, а каждое из типичных электромагнитных ярм 404a и 404b ЭМ-насоса выполнено из пакета листовой кремнистой стали (стали с ориентированной структурой).

В одном из вариантов осуществления рециркуляционная секция 406 токового контура ЭМ-насоса, например, керамический канал, может иметь ограничитель потока расплавленного металла или может быть заполнена сплошным электрическим проводником с тем, чтобы ток токового контура был полным, предотвращая обратный поток расплавленного металла из секции более высокого давления в секцию более низкого давления патрубка ЭМ-насоса. Указанным сплошным веществом может быть металл, например, нержавеющая сталь, описываемая в настоящем изобретении, в частности, марки Haynes 230, сплав Pyromet® 625, сплав Carpenter L-605, сплав BioDur® Carpenter CCM®, марки Haynes 230, марки 310 SS либо марки 625 SS. Указанным сплошным веществом может быть тугоплавкий металл. Указанным сплошным веществом может быть металл, устойчивый к окислению. Во избежание окисления такого сплошного проводника указанное твердое вещество может содержать металлический либо проводящий верхний слой или металлическое либо проводящее покрытие, например, из иридия.

В одном из вариантов осуществления твердый проводник в канале 406, обеспечивающий путь обратного тока, но предотвращающий обратный поток серебра, представляет собой затвердевший расплавленный металл, например, затвердевшее серебро. Такое сплошное серебро может поддерживаться в своем состоянии посредством поддержания в одной или нескольких точках вдоль пути трубопровода 406 температуры, которая ниже температуры плавления серебра, с тем, чтобы оно поддерживалось в твердом состоянии по меньшей мере в части трубопровода 406, предотвращая втекание серебра в трубопровод 406. Трубопровод 406 может быть оборудован по меньшей мере одним из таких узлов, как теплообменник, например, контур охлаждающей жидкости, исключающий остаточный нагрев, либо изоляцию с использованием охлаждающей жидкости, а также секцию, установленную на расстоянии от горячей секции 405, с тем, чтобы температура по меньшей мере одной части трубопровода 406 могла поддерживаться на уровне ниже температуры плавления расплавленного металла.

По меньшей мере одна линия (см. фигуры 9-21), например, по меньшей мере один из таких узлов, как трубопровод 310 МГД-рециркуляции, линия 416 резервуара ЭМ-насоса и линия 417 впрыска ЭМ-насоса, может нагреваться с помощью нагревателя, в частности, резистивно либо индуктивно связанного нагревателя. Устройство марки SunCell может быть дополнительно оборудовано структурными опорами 418, фиксирующими такие компоненты, как кожух 306a МГД-магнитов, МГД-

раструб 307 и МГД-канал 308, линиями электрического выхода, датчиков и управления 419, которые могут быть установлены на структурные опоры 418, а также тепловым экраном, например, 420, расположенным вокруг линии 416 резервуара ЭМ-насоса и линии 417 впрыска ЭМ-насоса.

В еще одном из вариантов осуществления система поджигания представляет собой индукционную систему (см. фигуры 8-21), в которой источник электрической энергии, прилагаемой к проводящему расплавленному металлу с целью вызвать воспламенение реакции с образованием гидрино, обеспечивает индукционный ток, напряжение и мощность. Система поджигания может представлять собой безэлектродную систему, в которой ток поджигания прилагается в результате индукции, создаваемой установкой 410 трансформатора индукционного поджигания. Индукционный ток может протекать через поступающие из множества форсунок пересекающиеся потоки расплавленного металла, поддерживаемые насосами, например, ЭМ-насосами 400. В одном из вариантов осуществления резервуары 5c могут быть дополнительно оборудованы керамическим перекрестным соединительным каналом 414, например, каналом, проходящим между нижним частями резервуаров 5c. Установка 410 трансформатора индукционного поджигания может иметь обмотку 411 трансформатора индукционного поджигания и ярмо 412 трансформатора индукционного поджигания, которые могут проходить через контур индукционного тока, образуемый резервуарами 5c, пересекающимися потоками расплавленного металла, поступающими из множества форсунок для впрыска расплавленного металла и перекрестным соединительным каналом 414. Установка 410 трансформатора индукционного поджигания может быть аналогичной установке трансформатора индукционного поджигания в схеме обмотки 401a трансформатора ЭМ-насоса.

В одном из вариантов осуществления источник тока поджигания может быть индуктивным источником переменного тока, в котором ток в расплавленном металле, например, серебре, генерируется под воздействием фарадеевской индукции изменяющегося во времени магнитного поля, проходящего через такое серебро. Источник изменяющегося во времени магнитного поля может иметь первичную обмотку трансформатора, обмотку 411 трансформатора индукционного поджигания, а серебро может по меньшей мере частично служить в качестве вторичной обмотки трансформатора, например, одновитковой замкнутой обмотки. Указанная первичная обмотка 411 может выполнять функцию электромагнита переменного тока, когда ярмо 412 трансформатора индукционного поджигания проводит изменяющееся во времени магнитное поле через круговой проводящий контур либо цепь, в которых содержится расплавленное серебро. В одном из вариантов осуществления индукционная система поджигания может быть оборудована множеством ярм 412 замкнутого магнитного контура, поддерживающих изменяющийся во времени поток через вторичный контур,

представляющий собой контур из расплавленного серебра. По меньшей мере одно ярмо и одна соответствующая магнитная цепь могут представлять собой обмотку 411, причем аддитивный поток множества ярм 412, каждое из которых имеет обмотку 411, может одновременно генерировать индукционный ток и напряжение. Число витков первичной обмотки каждой обмотки 411 ярма 412 может быть выбрано таким образом, дабы добиться нужного вторичного напряжения по отношению к напряжению, приложенному к каждой из обмоток, при этом нужной силы вторичного тока можно добиться путем выбора того числа ярм 412 замкнутого контура с соответствующими обмотками 411, при котором напряжение не зависит от числа ярм и обмоток, а параллельные токи являются аддитивными.

В одном из вариантов осуществления нагреватель 415 может быть 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 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 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 рабочие температуры до 1 400°C, 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 1 475°C. Коэффициент тепловых потерь при 1 375 К и излучательной способности 1 составляет 200 кВт/м^2 либо 0,2 Вт/см^2. Имеющиеся в продаже резистивные нагреватели, работающие при температуре до 1 475 К, имеют мощность 4,6 Вт/см^2. Нагрев может быть увеличен за счет использования внешней по отношению к нагревательному элементу изоляции.

Типичный нагреватель 415 оснащен резистивным нагревательным проводом марки Kanthal A-1 (из кантала), ферритного хром-алюминиевого сплава (сплава FeCrAl), способного поддерживать рабочие температуры до 1 400°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, может содержать сплав NiCr, способный сохранять рабочие характеристики в диапазоне температур от 1 100°C до 1 200°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 ($MoSi_2$), 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 1 500°C до 1 800°C. Нагревательный элемент может содержать дисилицид молибдена ($MoSi_2$), 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 поджигания может иметь изменяющееся во времени значение, например, составляющее примерно 60 Гц переменного тока, но может иметь и другие характеристики и формы токовой кривой, например, форму токовой кривой с частотой, находящейся по меньшей мере в одном из 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 в по меньшей мере одном 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 в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как от примерно 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, рабочий цикл, 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, например, обмотки 411, системы поджигания, могут быть выполнены из по меньшей мере одного из таких типов проводов, как плетеный, многожильный и высокочастотный обмоточный провод.

В типичном термодинамическом МГД-цикле**:** (i) наночастицы серебра образуются в камере реакционной ячейки, причем такие наночастицы могут транспортироваться под действием одного из таких факторов, как термофорезные или тепловые градиенты, которые подбираются под молекулярный режим; (ii) в результате плазменной реакции с образованием гидрино, проходящей в присутствии высвобожденного O, образуется состоящий из 25 мол.% O и 70 мол.% наночастиц серебра газ высокой температуры и высокого давления, который втекает во входной патрубок раструба; (iii) состоящий из 25 мол.% O и 75 мол.% наночастиц серебра газ подвергается расширению в раструбе; (iv) получаемая в результате кинетическая энергия струи преобразуется в МГД-канале в электрическую энергию; (v) наночастицы в МГД-канале увеличиваются в размере и на выходе из МГД-канала коалесцируют в жидкое серебро, (vi) жидкое серебро поглощает 25 мол.% O, а (vii) ЭМ-насосы перекачивают такую жидкую смесь обратно в камеру реакционной ячейки.

Что касается газовой смеси кислорода и наночастиц серебра, то температура кислорода и наночастиц серебра в свободномолекулярном режиме идентична той, что применяется в уравнениях идеального газа для оценки ускорения газовой смеси при расширении в раструбе, причем смесь O_2 и наночастиц имеет общую кинетическую энергию при общей температуре. Ускорение газовой смеси, содержащей наночастицы расплавленного металла, например, наночастицы серебра, в сужающемся-расширяющемся раструбе может квалифицироваться как изоэнтропическое расширение идеального газа/пара в сужающемся-расширяющемся раструбе. Учитывая температуру торможения T_0; давление торможения p_0; газовую постоянную R_v; а также отношение удельных теплоемкостей k, термодинамические параметры можно рассчитать с использованием уравнений Липмана и Рошко [Liepmann, H.W. and A. Roshko Elements of Gas Dynamics, Wiley (1957)]. Скорость торможения по акустическому каротажу c_0 и плотность торможения $\square_0$ определяются следующим образом:

$$c_0 = \sqrt{kR_v T_0}, \qquad \rho_0 = \frac{p_0}{R_v T_0} \tag{57}$$

Условия горловины раструба (число Маха $Ma^* = 1$) определяются следующим образом:

$$T^* = \frac{T_0}{1+\frac{(k-1)}{2}}, \quad p^* = \frac{p_0}{\left[1+\frac{(k-1)}{2}\right]^{k/(k-1)}}, \quad \rho^* = \frac{p^*}{R_v T^*}$$

$$c^* = \sqrt{kR_v T^*}, \quad u^* = c^*, \quad A^* = \frac{m}{\rho^* u^*} \tag{58}$$

где u представляет собой скорость, m – массовый расход, а A – площадь поперечного сечения раструба. Условия на выходе из раструба (число Маха на выходе = Ma) определяются следующим образом:

$$T = \frac{T_0}{1+\frac{(k-1)}{2}Ma^2}, \quad p = \frac{p_0}{\left[1+\frac{(k-1)}{2}Ma^2\right]^{k/(k-1)}}, \quad \rho = \frac{p}{R_v T}$$

$$c = \sqrt{kR_v T}, \quad u = cMa, \quad A = \frac{m}{\rho u} \tag{59}$$

Из-за высокой молекулярной массы наночастиц параметры МГД-преобразования аналогичны параметрам ЖММГД-функции, причем рабочая МГД-среда является плотной и движется с низкой по сравнению с газообразным расширением скоростью.

Энергетическая система и конфигурация

В одном из типичных вариантов осуществления устройство марки SunCell®, оборудованное пьедесталом-электродом, показанным на фигуре 25, включает в себя (i) резервуар 5c с функцией впрыска, патрубок 5k6 ЭМ-насоса и форсунку 5q, опорную плиту 409a 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 409e трубчатого резервуара на конце такого трубчатого резервуара 409d, (iii) вставной резервуар 409f из электроизоляционного материала, имеющий в верхней части пьедестал 5c1 и в нижней части фланец вставного резервуара 409g, который сочленяется с фланцем 409e трубчатого резервуара, причем вставной резервуар 409f, пьедестал 5c, который может быть дополнительно оборудован каплеотводной кромкой 5c1a, и фланец 409g вставного резервуара могут содержать керамику, например, нитрид бора, стабилизированный BN, в частности, BN-CaO или BN-ZrO_2, 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_2, в частности, из графита, содержащего SiC или ZrB_2, а также (iv) опорную плиту 409a резервуара, например, содержащую HC, оборудованную проходом для шины 10a1 поджигания, и шину 10 поджигания, причем такая опорная плита крепится болтами к фланцу 409e трубчатого резервуара с размещенным между ними фланцем 409g вставного резервуара. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может быть оборудовано вакуумным корпусом, защищающим снаружи и герметично закрывающим соединение, состоящее из фланца 409e трубчатого резервуара, фланца 409g вставного резервуара и опорной плиты 409a 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 25, перевернутый пьедестал 5c2, шина поджигания 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 5c в положительном направлении по оси z против действия силы тяжести. При соответствующих условиях впрыскиваемый расплавленный поток может поддерживать покрытие либо ванну из жидкого металла на пьедестале 5c2 против действия 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 расплавление. 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, 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 их 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 противоэлектрода может находиться в погруженном состоянии. На фигуре 25 отображена 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 патрубок 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 впрыскивания 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 поджигания 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 вмонтирован 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 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, муллит либо смеси, либо одну из таких смесей, как ZrO_2-TiO_2-Y_2O_3, TiO_2-Yr_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 композитными покрытиями с содержанием BN производства компании Oerlikon выступают Ni 13Cr 8Fe 3.5Al 6.5BN, ZrO_2 9.5Dy_2O_3 0.7BN, ZrO_2 7.5Y_2O_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 керамика способны выполнять свои функции при температуре работы 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 одним из таким способов, 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 5k6 ЭМ-насоса может быть выполнен из материала, иметь футеровку или покрытие из материала, который устойчив к образованию сплава с галлием, 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 патрубок, 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 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 патрубок 5k6 ЭМ-насоса может представлять собой металлический патрубок, который 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. В одном из вариантов осуществления такие детали могут быть покрываться и собираться отдельно. Указанный узел может включать в себя по меньшей мере один из таких элементов, как корпус, в который будет помещено две противоположные шины 5k2, впускной канал для жидкого металла и выпускной канал для жидкого металла, а также средство для герметизации корпуса, например, марки Swagelok. В одном из вариантов осуществления шины 5k2 ЭМ-насоса могут иметь проводящую часть, контактирующую с галлием внутри патрубка ЭМ-насоса, которая будет устойчива к образованию сплава с галлием. 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 облицовку 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 в нижнюю часть 5kk1 резервуара и подавления образования сплава с галлием. Нижняя часть 5kk1 резервуара может иметь футеровку, облицовку или покрытие, предназначенные для подавления образования сплава с галлием.

В одном из вариантов осуществления для обеспечения надежного электрического контакта между шинами 5k2 ЭМ-насоса и расплавленным металлом в патрубке 5k6 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 проходным каналом, вмонтированным в опорную плиту 409a

резервуара, который обеспечивает электрическую изоляцию шины 10 проходного канала и пьедестала 5c1 либо вставного резервуара 409f от опорной плиты 409a резервуара. Проходной канал может быть приварен к опорной плите резервуара. Типичным проходным 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, прокладки из меди. 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. Проходной канал может быть оборудован 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_2. 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 5c1 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 противоэлектрод будет оснащен укороченным изолирующим пьедесталом 5c1, 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 5c1. 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 5c1 к шайбе пьедестала и к опорной плите 409a резервуара, которая может быть утоплена. Противоэлектрод 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 409e трубчатого резервуара, а также (ii) уплотнение между опорной плитой 409a резервуара и фланцем 409e трубчатого резервуара, может быть выполнено в виде мокрого уплотнения (см. фигуру 25). В последнем случае фланец 409g вставного резервуара может быть заменен проходным каналом, вмонтированным в опорную плиту 409a резервуара, который обеспечивает электрическую изоляцию шины 10 проходного канала и пьедестала 5c1 от опорной плиты 409a резервуара, а мокрое уплотнение может представлять собой уплотнение между опорной плитой 409a резервуара и проходным каналом. Поскольку галлий образует оксид с температурой плавления 1900°C, мокрое уплотнение может содержать твердый оксид галлия.

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 25, 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 исходящего 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 исходящий поток может быть направлен в реакционную камеру, где между двумя электродами (например, с пропускаемым между ними расплавленным металлом) будут проводиться ток. При взаимодействии такого исходящего потока со смещенным расплавленным металлом (например, галлием), 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:

a) плазменную ячейку (например, ячейку с тлеющим разрядом);

b) набор электродов, которые находятся в электрическом контакте друг с другом через протекающий между ними расплавленный металл, что позволяет прилагать к расплавленному металлу напряжение смещения;

c) систему впрыска расплавленного металла, пропускающую расплавленный металл между электродами;

причем исходящий из плазменной ячейки поток будет ориентирован 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 5c 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 фигурах 66A-B. 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 5k61, а также расположенные под каждой опорной плитой ЭМ-магниты 5k4 и патрубок 5k6 ЭМ-насоса. В одном из вариантов осуществления постоянные магниты 5k4 ЭМ-насоса (см. фигуры 66A-B) 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 5k6 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 5c, что позволяет резервуарному фланцу располагаться перпендикулярно наклонному резервуару. ЭМ насосный агрегат 5kk может быть размещен на скользящем столе 409c (см. фигуру 66B), опоры которого будут установлены и выровнены по соответствующим наклонным ЭМ насосным агрегатам 5kk и резервуарам 5c. Упомянутая опорная плита может герметично крепиться к резервуару с помощью мокрого уплотнения. 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 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, в частности графитовым колпаком, либо кожухом, в частности, графитовым кожухом, имеющим боковые отверстия для обеспечения потока газа при, по меньшей мере частичном, блокировании поступления расплавленного металла в патрубок. В другой 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. 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 помещен в плотно прилегающий корпус, обеспечивающий защиту от деформации кварца наружу 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 высокую температуру плавления и устойчивостью к деформации под воздействием высокой температуры. Типичные корпуса будут выполнены из по меньшей мере одного из таких материалов, как нержавеющая сталь, C, 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 5c, камеры 5b31 реакционной ячейки, сужающегося-расширяющегося раструба либо секции 307 МГД-раструба, секции 308 МГД-расширения или МГД-генерации, секции 309 МГД-конденсации, проходов для МГД-электродов, шины 5k2 электромагнитного насоса и шины 5k2a1 резервуара поджигания, подающей питание поджигания на расплавленный металл резервуара, может представлять собой мокрое уплотнение. В одном из типичных вариантов осуществления резервуарный фланец 5k17 будет иметь оборудованное мокрым уплотнением соединение с опорной плитой 5kk1, причем внешний периметр фланца может охлаждаться с помощью контура 5k18 охлаждения, в частности, контура водяного охлаждения. В еще одном из типичных вариантов осуществления патрубок ЭМ-насоса будет оснащен футеровкой, в частности, выполненной из BN, а по меньшей мере одним их таких элементов, как шина 5k2 электромагнитного насоса и шина 5k2a1 резервуара поджигания, будет оснащен мокрым уплотнением.

В одном из вариантов осуществления керамический элемент устройства марки SunCell®, в частности, выполненный из кварца, будет установлен на металлическую опорную плиту 5kk1 (см. фигуру 66B), причем мокрое уплотнение будет иметь ведущий в резервуар 5c 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 поджигания, в частности, источника питания постоянного или переменного тока, в связи с чем указанное мокрое уплотнение может также служить шиной для питания поджигания. ЭМ-насос может представлять собой индукционный насос переменного тока, в частности, такой насос, как показан на

фигурах 4 и 5. Керамическое устройство марки SunCell® может состоять из множества компонентов, в частности, ЭМ-насосов, резервуаров, камеры реакционной ячейки и МГД-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°C) устойчив к воздействию галлия, галинстана, серебра и меди и устойчив к окислению кислородом и водой, а также к воздействию смеси для реакции с образованием гидрино, в частности, смеси 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 5k6 ЭМ-насоса, шин 5k2 ЭМ-насоса, форсунок 5k61 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 места проходов, в частности, шины 5k2 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 66A-B) нагреватель, предназначенный для расплавления металла с образованием расплавленного металла, будет представлять собой резистивный нагреватель, в частности, нагреватель из провода марки Kanthal, расположенный вокруг резервуаров 5c и камеры 5b31 реакционной ячейки, в частности, с содержанием кварца. ЭМ-насос 5kk может состоять из теплопередающих блоков, предназначенных для отвода тепла от резервуаров 5c к патрубку 5k6 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 5k6 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 циркония 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 поджигания, непосредственно контактирующей с расплавленным металлом. В одном из вариантов осуществления упомянутый теплоизолятор будет позволять расплавленному металлу плавиться в нижней части резервуара за счет снижения теплопотерь 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 прохода для 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, C, 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 воздействием по меньшей мере одного из таких веществ, как O_2 и H_2O, и образование сплава с расплавленным металлом, в частности, галлием или серебром. В одном из вариантов осуществления патрубок 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, 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 одного из таких металлов, как галлий 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 или галлий, 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 66A-B, расплавленный металл будет представлять собой галлий или 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 5c 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 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°C, или может иметь керамическое покрытие, необходимое для предотвращения образования сплава с галлием. Типичными покрытиями опорной плиты выступают муллит и ZTY.

В из одном из вариантов осуществления мокрое уплотнение прохода может представлять собой ниппель, частично пропускающий расплавленное серебро, которое обеспечивает сплошной контакт с затвердевшим серебряным электродом. В одном из типичных вариантов осуществления шины 5k2 ЭМ-насоса будут оборудованы влажным уплотнением, представляющим собой оснащенный внутренним керамическим покрытием патрубок 5k6 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 поджигания.

Патрубок 5k6 ЭМ-насоса может быть выполнен из материала, иметь футеровку или покрытие из материала, который устойчив к образованию сплава с галлием 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 другого, описываемого в данном изобретении, вещества. В одном из вариантов осуществления патрубок, 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 патрубок 5k6 ЭМ-насоса может представлять собой металлический патрубок, который будет заполнена 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 31C). Эти детали могут быть выполнены из материала, в частности, Ta, иметь футеровку или покрытие из материала, устойчивого к образованию сплава с галлием. В одном из вариантов осуществления такие детали могут быть покрываться и собираться отдельно. Указанный узел может включать в себя по меньшей мере один из таких элементов, как корпус, в который будут помещены две противоположные шины 5k2, впускной канал для жидкого металла и выпускной канал для жидкого металла, а также средство для герметизации корпуса, например, марки Swagelok. В одном из вариантов осуществления шины 5k2 ЭМ-насоса могут иметь проводящую часть, контактирующую с галлием внутри патрубка ЭМ-насоса, которая будет устойчива к образованию сплава с галлием. 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 для защиты внешней стороны от окисления внешняя сторона либо патрубок ЭМ-насоса, в частности, из Ta или W, может покрываться либо облицовываться описываемой в настоящем изобретении плакировкой. В типичных вариантах осуществления танталовый патрубок ЭМ-насоса может покрываться Re, ZTY 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, 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 компрессионного 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 поджигания и источником электропитания ЭМ-насоса 5kk. Подавитель помех может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как один или несколько элементов электрической схемы и один или несколько контроллеров, предназначенных для регулирования относительного напряжения, относительной силы, полярности, формы кривой и продолжительности включения токов системы поджигания 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 26-27, устройство марки SunCell® оборудовано камерой 5b31 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 26) либо квадратной или прямоугольной (см. фигуру 27) 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 25, 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 5c наклонно в положительном направлении z против действия силы тяжести. Впрыскивающее нагнетание может обеспечиваться установкой 5kk ЭМ-насоса, смонтированной на скользящем столе 409c установки ЭМ-насоса. 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 26, либо выровнены по оси под углом 45° к горизонтали или оси x, как показано на фигуре 27. Вставной резервуар 409f, имеющий фланец 409g вставного резервуара, может быть вмонтирован 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. Раструб 5q электрода с функцией впрыска может быть погружен в жидкий металл, например, жидкий галлий, содержащийся в нижней части камеры 5b31 реакционной ячейки и резервуаре 5c. 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 28, 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 26-27. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® оборудовано камерой 5b31 реакционной ячейки, имеющую 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 26 и 27, 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 5b4, который может служить в качестве источника светового излучения черного тела. В одном из вариантов осуществления устройство маки 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 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 нескольких 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_2); дибориды переходных металлов, например, борид гафния (HfB_2), диборид циркония (ZrB_2) или борид ниобия (NbB_2); нитриды металлов, например, нитрид гафния (HfN), нитрид циркония (ZrN), нитрид титана (TiN), и карбиды, например, карбид титана (TiC), карбид циркония или карбид тантала (TaC), а также их 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_2) (т.пл. = 2 715 °C), борид гафния (HfB_2) (т.пл. = 3 380°C), карбид гафния (HfC) (т.пл. = 3 900°C), Ta_4HfC_5 (т.пл. = 4 000°C), $Ta_4HfC_5TaX_4HfCX_5$ (4 215°C), нитрид гафния (HfN) (т.пл. = 3 385°C), диборид циркония (ZrB_2) (т.пл. = 3 246°C), карбид циркония (ZrC) (т.пл. = 3 400°C), нитрид циркония (ZrN) (т.пл. = 2 950°C), борид титана (TiB_2) (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_2) (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).

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® оборудовано системой индукционного поджигания 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 противоэлектрода. Перекрестный соединительный канал резервуаров 414 может представлять собой средство ограниченного 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 29) устройство марки SunCell® оборудовано токовой перемычкой либо соединительным кабелем 414a резервуара между катодной и анодной шинами либо токовыми перемычками. Корпус 5b3 ячейки может содержать непроводящий материл или же корпус 5b3 ячейки может содержать проводящий материал, например, нержавеющую 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 5c ЭМ-

насоса. Катод и анод устройства марки SunCell®, например, те, что показаны на фигурах 25-28, выполненные в виде электрода-пьедестала, например, перевернутого пьедестала 5c2 либо пьедестала 5c2, 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 5c, а также электрод пьедестала. Устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано трансформатором 401 поджигания 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 поджигания. 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 поджигания 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 поджигания 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.

Типичный прошедший испытания вариант осуществления представлял собой выполненное из кварца устройство марки SunCell® с двумя перекрещенными ЭМ-насосами-форсунками, в частности, устройство марки SunCell®, представленное на фигуре 10. Две форсунки для впрыска расплавленного металла, каждая из которых оборудована электромагнитным насосом индукционного типа, включающим в себя типичный аморфный сердечник на основе железа, перекачивали потоки Галинстана таким образом, что они, пересекаясь, образовывали треугольный токовый контур,

смыкавшийся с первичной трансформаторной обмоткой с частотой 1000 Гц. Указанный токовый контур состоял из упомянутых потоков, двух резервуаров Галинстана, а также расположенного в основании резервуаров поперечного канала. Контур этот выполнял функцию закороченной обмотки, являвшейся вторичной к первичной трансформаторной обмотке с 1000 Гц. Индуцированный ток во вторичной обмотке поддерживал плазму в атмосферном воздухе при низком энергопотреблении. Индукционная система обеспечивает функционирование описываемого в настоящем изобретении магнитогидродинамического энергогенератора марки SunCell® с использованием рабочей жидкости на основе серебра, в котором реагенты гидрино подаются в камеру реакционной ячейки в соответствии с настоящим изобретением. В частности, (i) первичный контур трансформатора поджигания работал с частотой 1000 Гц, (ii) входное напряжение составляло от 100 В до 150 В, а (iii) сила входного тока составляла 25 А. Напряжение и сила тока с частотой 60 Гц трансформатора тока ЭМ-насоса составляли, соответственно, 300 В и 6,6 А. Электропитание с частотой 60 Гц и силой тока от 15 до 20 А на электромагнит каждого ЭМ-насоса подавалось через последовательный конденсатор емкостью 299 мкФ с целью согласования с фазой результирующего магнитного поля с перекрестным током Лоренца трансформатора тока ЭМ-насоса.

Сам трансформатор питался от источника переменного тока с частотой 1000 Гц. В одном из вариантов осуществления трансформатор поджигания 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 выходного тока, которые, в свою очередь, обеспечивают необходимые напряжение и силу тока поджигания, причем количество витков и калибр провода подбираются под соответствующие выходное напряжение и силу выходного тока ЧРП. Индукционный ток поджигания 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 поджигания 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. 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.

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 414a, например, устройство

марки SunCell®, представленное на фигуре 29. 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. Индукционная система поджигания обеспечивает функционирование описываемого в настоящем изобретении энергогенератора марки SunCell® с использованием расплавленного металла на основе серебра либо галлия, в котором реагенты гидрино подаются в камеру реакционной ячейки в соответствии с настоящим изобретением. В частности, (i) первичный контур трансформатора поджигания 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 поджигания плазмы составляла 1,38 кА.

В одном из вариантов осуществления источник электроэнергии либо энергии поджигания 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 поджигания переменного тока могут быть выбраны таким образом, дабы избежать вывода, который бы приводил к возникновения по меньше мере одного из таких явлений, как неэффективное ЭМ-перекачивание и искажение необходимой формы волны поджигания.

В одном из вариантов осуществления источник электроэнергии, необходимый для подачи тока поджигания либо питания источника энергии поджигания, 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, магнитогидродинамический генератор и традиционный энергогенератор, например, генератор, работающий по циклу Ренкина либо Брайтона, термоэлектронный генератор и термоэлектрический генератор. Для вырабатывания необходимого тока поджигания источник энергии поджигания может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов цепи, как переход, БТИЗ, индуктор, трансформатор, конденсатор, выпрямитель, мостовое соединение, например, Н-образное, резистор, операционный усилитель либо другой элемент цепи или энергопреобразующее устройство, известные в данной области техники. В одном из типичных вариантов осуществления источник энергии поджигания 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 поджигания, 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 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 поджигания будет дополнительно оборудован 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 поджигания, в частности, конденсаторная батарея, может быть оборудован быстродействующим выключателем, в частности, выключателем, управляемый серводвигателем или соленоидом, предназначенным для подключения и отключения подачи на электроды энергии поджигания.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как плазма гидрино и ток поджигания, 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 ток плазмы гидрино и ток поджигания, 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^2 до 100 МА/см^2, от 10 А/см^2 до 10 МА/см^2, от 100 А/см^2 до 10 МА/см^2, а также от 1 кА/см^2 до 1 МА/см^2.

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

В одном из вариантов осуществления расплавленный металл может быть выбран таким образом, чтобы он образовывал газообразные наночастицы, обладал большей летучестью либо содержал более летучие компоненты, которые необходимые для повышения проводимости плазмы. Например, расплавленный металл может обладать большей летучестью либо содержать более летучие компоненты, чем серебро (например, расплавленный металл может иметь температуру кипения ниже температуры кипения серебра). В одном из типичных вариантов осуществления расплавленный металл может представлять собой галинстан, обладающий при данной температуре повышенной по сравнению с галлием летучестью, поскольку галинстан закипает примерно при 1 300°С, в то время как температура кипения галлия составляет 2 400°С. В еще одном из типичных вариантов осуществления серебро может испаряться при температуре своего плавления в присутствии следовых количеств кислорода. Еще одним типичным металлом, у которого проявляется испарение наночастиц, является цинк. Цинк образует нелетучий оксид (т.кип. = 1 974°С), а ZnO может быть восстановлен водородом. ZnO может быть восстановлен водородом смеси для реакции с образованием гидрино. В одном из вариантов осуществления расплавленный металл может представлять собой смесь либо сплав металлического цинка с галлием либо галинстаном. Пропорция каждого металла может быть выбрана таким образом, чтобы достигалось требуемое образование наночастиц и улучшение по меньшей мере одного из таких показателей, как производство энергии и МГД-преобразование энергии. Увеличение скорости рекомбинации ионов в силу более

высокой проводимости плазмы позволяет поддерживать реакцию с образованием гидрино и плазму при пониженном токе поджигания или в отсутствие тока поджигания. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано конденсатором, вызывающим дефлегмацию испаренного металла либо аэрозолизованных наночастиц металла, в частности, галинстана. В одном из вариантов осуществления дефлегмация металла в газовой фазе поддерживает реакцию с образованием гидрино при слабой либо отсутствующей мощности энергии поджигания. В одном из типичных вариантов осуществления ячейка будет функционировать примерно при температуре кипения галинстана, дабы дефлегмация металлического галинстана поддерживала реакцию с образованием гидрино при слабой либо нулевой мощности энергии поджигания, а в еще одном из типичных вариантов осуществления реакцию с образованием гидрино при слабой либо нулевой мощности энергии поджигания будет поддерживать дефлегмация наночастиц серебра.

В одном из вариантов осуществления одно или несколько из свойств металла с низкой температурой кипения или низкой теплотой испарения по сравнению с другими кандидатами, а также способность образовывать пары наночастиц при температуре, которая ниже температуры его кипения, делают его пригодным для использования в качестве рабочего газа МГД-системы, в которой рабочий газ при достаточном нагреве образует газообразную фазу и обеспечивает работу давления-объема или кинетической энергии, противодействующую системе МГД-преобразования с производством электроэнергии.

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, контактирующую 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. Типичный электрод-пьедестал 8 содержит вольфрам, тантал, нержавеющую сталь либо молибден, причем при рабочей температуре ниже 600°C Mo с галлием сплава, например, Mo_3Ga, не образует. В одном из вариантов осуществления входной патрубок ЭМ-насоса может быть оснащен фильтром 5qa1, например, ситом либо сеткой, который, пропуская галлий, 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, 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. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудован впрыскивающим ЭМ-насосом и его резервуаром 5c, 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 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 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, охлаждающей жидкости, предназначенной для охлаждения электрода без функции впрыска.

В перевернутом варианте осуществления, показанном на фигуре 25, устройство марки SunCell® развернуто на 180° таким образом, чтобы электрод без функции 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 вмонтирован 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, 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 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, впрыскиваемого электродом с функцией впрыска в верхнюю часть ячейки. Электрод без функции впрыска 8 может иметь вогнутую полость для сбора галлия, 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 поджигания 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, Ga_2O. 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 xy для того, чтобы свет распространялся вдоль оси z, и окно, которое может вращаться в плоскости xy 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), 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 заряжания по меньшей мере одной из таких элементов, как частицы, образующиеся в процессе выработки энергии, в частности Ga_2O, и PV-перегородка либо PV-окно, с тем, чтобы указанные частицы отталкивались указанной PV-перегородкой либо указанным PV-окном.

В одном из вариантов осуществления впрыскиваемой ЭМ-насосом поток расплавленного металла может, смещаясь либо отклоняясь от траектории, устремляться к центру противоэлектрода. Указанный ЭМ-насос может быть дополнительно оборудован контроллером, который будет выявлять такое смещение и изменять силу тока ЭМ-насоса с целью восстановления надлежащего выравнивания потока, после чего сможет восстанавливать начальную скорость ЭМ-перекачивания. Указанный контроллер может быть оборудован датчиком, в частности, по меньшей мере одной термопарой, предназначенной для выявления смещения, причем при возникновении смещения будет происходить увеличение температуры по меньшей мере одного контролируемого компонента. В одном из типичных вариантов осуществления управлять током ЭМ-насоса с целью поддержания стабильности впрыска контроллер будет с помощью датчиков, в частности термопар, и программного обеспечения.

В одном из вариантов осуществления впрыскивающий раструб 5q и противоэлектрод 8 будут выровнены в осевом направлении с целью обеспечения того, чтобы поток расплавленного металла устремлялся к центру противоэлектрода. Для достижения выравнивания могут быть задействованы известные в данной области техники производственные технологии, в частности, лазерное выравнивание и другие, например, сверление отверстия в раструбе 5q после вставки патрубка 5k61 насоса-форсунки. В еще одном из вариантов осуществления вогнутый противоэлектрод может уменьшать любые неблагоприятные последствия смещения путем удержания впрыскиваемого расплавленного металла в пределах вогнутости.

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. 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 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 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 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

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 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 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 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 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, летучие частицы реакционной смеси, например, GaX_3 (X = галогенид) либо N_xO_y (x, y = целые числа), а также газообразные гидрино, (iii) датчиками парциального давления по меньшей мере 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, выполняющей 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 одного из таких газов, как благородный газ, аргон, O_2, H_2, H_2O и газообразные гидрино. Упомянутая система рециркуляции может быть оснащена полупроницаемой мембраной, позволяющей удалять из рециркулируемых газов по меньшей мере один газ, например, газ газообразные молекулярные гидрино. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один газ, например, благородный газ, может

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 гидрино и повышение скорости транспортирования по меньшей мере 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 гидрино. В одном из вариантов осуществления благородный газ, например, аргон, может быть заменен подобным благородному газом, представляющим собой по меньшей мере один 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 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 газа может служить по меньшей мере одно из таких веществ, как азот и диоксид углерода. В порядке альтернативы указанный кислород может удаляться посредством реакции с расплавленным металлом, например, галлием. Результирующий оксид галлия может регенерироваться в системе регенерации галлия, например, в системе, где происходит образование галлата натрия в результате реакции водного гидроксида натрия с оксидом галлия и электролитическое расщепление 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 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 периодически проводимое отведение или рециркулирование с помощью системы рециркуляции. Избыток кислорода может удаляться посредством

отвода наружу. Добавление реагента O_2 вместе с H_2 может происходить таким образом, что O_2 будет представлять собой второстепенный компонент и будет по сути образовывать катализатор на основе HOH 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 основе HOH и избытка реагента H_2. В одном варианте осуществления избыточный кислород может, по меньшей мере частично, высвобождаться из оксида галлия посредством по меньшей мере одного из таких способов, как восстановление водородом, электролитическое восстановление, термическое разложение и по меньшей мере одного из таких методов, как испарение и сублимация под действием летучести Ga_2O. В одном из вариантов осуществления может выполняться по меньшей мере одна из таких функций, как регулирование запаса кислорода и возможность, по меньшей мере частичная, образования запасом кислорода катализатора на основе HOH в результате периодической подачи кислорода в камеру реакционной ячейки в присутствии водорода. В одном из вариантов осуществления запас кислорода может 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.

В одном из вариантов осуществления давление газа в камере реакционной ячейки моет, 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 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.

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

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, может составлять от 0,05 мм до 5 мм. В одном из вариантов осуществления для увеличения скорости диффузии или проникновения продукта в виде 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 реакционной ячейки, в частности, расположенная непосредственно под фланцем 409e трубчатого резервуара, показанным на фигуре 31. 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 иметь ширину поперечного сечения, составляющую от 5% до 90% ширины поперечного сечения неутонченных секций, в частности, нижней боковой секции стенки реакционной камеры, 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. В одном из вариантов осуществления камера 5b31 реакционной ячейки может состоять из множества материалов, в частности, одного или нескольких из материалов, контактирующих с галлием, а также одного или несколько из материалов, отделенных от галлия 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 не отделен или не защищен. В одном из типичных вариантов осуществления материал камеры реакционной ячейки может включать в себя одно или несколько 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 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, сиалон или кварц, соответственно, типичные футеровки будут выполняться из кристаллического материала.

Стенку камеры реакционной ячейки устройства марки SunCell® (см. фигуру 31B), 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 или 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 коэффициентов 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 оснащена 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^2 до 10 кВт/см^2 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 ниже примерно 700-750 °C. 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 откачиваться воздух. 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 одной внутри и одной 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 H_2O 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 себя диссоциатор водорода, в частности, ниобий. Футеровка может состоять из множества материалов, в частности, материала, устойчивого к образованию сплава с галлием в самых горячих зонах камеры реакционной ячейки, и другого материала, например, диссоциатора водорода, по меньшей мере в одной зоне, функционирующей при температуре ниже температуры образования таким другим материалом сплава с галлием.

В одном из вариантов осуществления оксид галлия, например, Ga_2O, может удаляться из камеры реакционной ячейки по меньшей мере одним из таких способов, как испарение и сублимация под действием летучести Ga_2O. Такое удаление может осуществляться по меньшей мере одним из таких способов, как пропускание газа через камеру реакционной ячейки и поддержание низкого давления, например, ниже

атмосферного. Поток газа может поддерживаться с помощью рециркулятора, описываемого в настоящем изобретении. Низкое давление может поддерживаться с помощью системы вакуумного перекачивания, описываемой в настоящем изобретении. Оксид галлия может конденсироваться в конденсаторе, описываемом в настоящем изобретении, и рециркулироваться в камеру реакционной ячейки. В порядке альтернативы оксид галлия может захватываться фильтром либо ловушкой, например, криоловушкой, откуда он может удаляться и регенерироваться с помощью систем и способов, описываемых в настоящем изобретении. Указанная ловушка может быть расположена в по меньшей мере одном газовом трубопроводе рециркулятора. В одном из вариантов осуществления Ga_2O может захватываться ловушкой вакуумной системы, причем такая ловушка может быть оснащена по меньшей мере одним из таких элементов, как фильтр, криоловушка и электростатический осадитель. Такой электростатический осадитель может быть оборудован высоковольтными электродами, предназначенными для поддержания плазмы, необходимой для электростатического заряжания частиц Ga_2O, а также для захвата таких заряженных частиц. В одном из типичных вариантов осуществления каждый комплект из по меньшей мере одного комплекта электродов может состоять из провода, который может создавать корональный разряд, производящий отрицательное электростатическое заряжание частиц Ga_2O, и положительно заряженного накопительного электрода, например, выполненного в виде пластинчатого либо трубчатого электрода, который осаждает заряженные частицы из поступающего из камеры реакционной ячейки газового потока. С каждого накопительного электрода частицы Ga_2O могут удаляться средствами, известными в данной области техники, например, механическим способом, при этом Ga_2O может преобразоваться в галлий и рециркулироваться. Из Ga_2O указанный галлий может регенерироваться такими системами и способами, как, например, электролиз в растворе NaOH.

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 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 осадиель может быть установлен в части вакуумного трубопровода, где расположен дефлегматор, который за счет силы тяжести возвращает необходимые частицы в камеру реакционной ячейки, причем осаждаться 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 трубопровод может быть ориентирован вертикально, что позволяет необходимым частицам подпадать под действие обратного гравитационного течения.

В одном из типичных прошедших испытания вариантов осуществления при давлении, поддерживаемом в камере реакционной ячейки в диапазоне от примерно 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 (15,2 см), по примеру сферы, показанной на фигуре 25, 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 перекачивания ЭМ-насосом 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, последовательно соединенной с газовпускными 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 нескольких из таких значений давления, как давление ниже атмосферного, атмосферное давление и давление выше атмосферного, могут быть оборудованы (i) движителем 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) трубопроводов 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 движитель 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 движитель 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 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, 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, водород и вода. Добавление реагентного O_2 вместе с H_2 может происходить таким образом, что O_2 будет представлять собой второстепенный элемент и будет по сути образовывать катализатор на основе HOH 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 основе HOH и избытка реагента H_2. Упомянутая система подачи реагентов может включать в себя газовый коллектор, соединенный с трубопроводами подачи газа 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, 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 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 выполнять упомянутый поглотитель, например, активированный уголь либо другое 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 одним из таких элементов, как один или несколько нагревателей поглотителя и один или несколько 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 выводиться либо собирается, а 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 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 движителем газа. Указанный древесный уголь может охлаждаться 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 гидрино. Упомянутая система разделения может состоять из множества газоочистительных систем, каждая из которых будет оборудована (i) камерой, способную 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 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 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® 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 примерно по отдельности.

В одном из вариантов осуществления, в котором используется газовая смесь камеры реакционной ячейки, состоящая из благородного газа, водорода и кислорода, причем парциальное давление благородного газа в составе газа камеры реакционной ячейки превышает парциальное давление водорода, парциальное давление кислорода может повышаться с целью компенсировать снижение скорости прохождения реакции с участием водорода и кислорода с образованием катализатора на основе HOH в связи с эффектом разбавления концентрации реагентов благородным газом, например, аргоном. В одном из вариантов осуществления катализатор на основе HOH может образовываться до объединения с благородным газом, например, аргоном. 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, 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 диссоциирующий металл,

описываемый в настоящем изобретении либо 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 гранулированного Al_2O_3. Упомянутый источник плазмы может представлять собой источник тлеющего разряда, микроволновой плазмы, плазменную горелку, источник индуктивного или емкостного 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 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 практичной 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.

Газы камеры 5b31 реакционной ячейки могут содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как H_2, благородный газ, например, аргон, O_2 и H_2O, а также оксид, например, CO_2. В одном из вариантов осуществления давление в камере 5b31 реакционной ячейки может быть ниже атмосферного. Такое давление может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 1 мторр до

750 торр, от 10 мторр до 100 торр, от 100 мторр до 10 торр и от 250 мторр до 1 торр. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано системой подачи водяного пара, состоящей из водяного резервуара с нагревателем и регулятором температуры, канала либо трубопровода и клапана. В одном из вариантов осуществления газ камеры реакционной ячейки может состоять из паров H_2O. Такой водяной пар может подаваться из внешнего водяного резервуара, сообщенного каналом с камерой реакционной ячейки, посредством регулирования температуры такого водяного резервуара, причем указанный водяной резервуар может быть самым холодным компонентом системы подачи водяного пара. Температурой водяного резервуара давление водяного пара может регулироваться на основе зависимости парциального давления воды от температуры. Указанный водяной резервуар может быть дополнительно оборудован холодильным устройством, предназначенным для понижения давления пара. Сама вода может содержать добавку, например, такое растворенное соединение, как соль, в частности, NaCl либо галогенид иного щелочного или щелочноземельного металла, поглотитель, например, цеолит, материал либо соединение, которые образуют гидрат, либо другой материал или другое соединение, известные специалистам в данной области техники, которые снижают давление пара. Типичными механизмами понижения давления пара являются коллигативный эффект и связывающее взаимодействие. В одном из вариантов осуществления источник давления водяного пара может содержать лед, который может быть помещен в резервуар и по трубопроводу подаваться в камеру 5b31 реакционной ячейки. Такой лед может иметь большую площадь поверхности, необходимую для увеличения по меньшей мере одного из таких показателей, как скорость образования катализатора на основе HOH и H из льда и скорость прохождения реакции с образованием гидрино. Для увеличения площади поверхности лед может пребывать в виде мелкой стружки. Для регулирования давления водяного пара такой лед может поддерживаться при необходимой температуре ниже 0°C. Газ-носитель, например, по меньшей мере один из таких газов, как H_2 и аргон, может, пропускаясь через резервуар со льдом, подаваться в камеру реакционной ячейки. Давление водяного пара может также регулироваться путем регулирования скорости потока газа-носителя.

Молярный эквивалент H_2 в жидкой H_2O составляет 55 моль/л, причем газообразный H_2 в условиях СТД занимает 22,4 л. В одном из вариантов осуществления H_2 подается в камеру 5b31 реакционной ячейки в качестве реагента для образования гидрино в форме, которая представляет собой по меньшей мере одно из таких состояний, как жидкая вода и пар. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано по меньшей мере одной форсункой для по меньшей мере одного из таких веществ, как жидкая воды и пар. Такая форсунка может производить по меньшей мере одну из таких струй, как струя воды и струя пара. Сопло форсунки на входе в камеру

реакционной ячейки может быть небольшим с целью предотвращения обратного потока. Форсунка может содержать устойчивый к окислению, тугоплавкий материал, например, керамику либо другой, описываемый в настоящем изобретении, материал. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано источником по меньшей мере одного из таких веществ, как вода и пар, а также системой регулирования давления и расхода. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано ультразвуковым аппаратом, атомайзером, аэрозолизатором или распылителем, необходимыми для получения небольших капель воды, которые могут захватываться потоком газа-носителя и подаваться в камеру реакционной ячейки. Указанный ультразвуковой аппарат может быть оснащен по меньшей мере одним из таких устройств, как резонатор и пьезоэлектрическое устройство. Давление паров воды в потоке газа-носителя можно регулировать посредством регулирования температуры источника водяного пара либо температуры в потоковом трубопроводе, ведущем от источника к камере реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано источником водорода и рекомбинатором водорода, например, рекомбинатором на основе CuO, которые предназначены для добавления в камеру 5b31 реакционной ячейки воды, получаемой посредством пропускания через рекомбинатор, например, нагретый рекомбинатор из оксида меди, водорода, в результате чего в камеру реакционной ячейки поступает производимый водяной пар. В еще одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано форсункой для подачи пара. Такая форсунка для подачи пара может быть оборудована по меньшей мере одним из таких элементов, как регулировочный клапан и контроллер, предназначенные для регулирования поступающего в паровую форсунку потока по меньшей мере одного из таких веществ, как пар и ячеечный газ, газовым входом в сужающийся раструб, сужающимся-расширяющимся раструбом, смешивающим соплом, который может быть сообщен с источником воды и перепускным выходом, источником воды, перепускным выходом, нагнетательным соплом и обратным клапаном. Указанный регулировочный клапан может представлять собой электронный соленоид либо другой компьютеризованный клапан, который может регулироваться с помощью таймера, датчика, например, датчика давления в ячейке или воды, либо ручного активатора. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® может быть дополнительно оборудовано насосом для нагнетания воды. Дабы тепло от устройства марки SunCell® не приводило к закипанию воды в насосе, вода может подаваться через канал с узким поперечным сечением, например, тонкую гиподермальную иглу. Сам насос может быть выполнен в виде шприцевого насоса, перистальтического насоса, дозирующего насоса либо другого, известного в данной области техники, насоса. Упомянутый

шприцевой насос может состоять из множества шприцев, благодаря чему по меньшей мере один шприц может пополняться по мере того, как другой осуществляет нагнетание. Такой шприцевой насос может увеличивать гидростатическую силу в трубопроводе ввиду гораздо меньшего поперечного сечения трубопровода по сравнению с поршнем шприца. Для предотвращения закипания воды в насосе указанный трубопровод может быть оснащен по меньшей мере одним из таких элементов, как теплоотвод и система охлаждения.

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 можно 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_2O, H_2, O_2 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 избежанием 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.

Устройство марки SunCell® может быть оборудовано клапанами, например, впускным и выпускным клапанами насоса, которые открываются и закрываются при включении функции нагнетания и заполнении насоса, причем в открытом либо закрытом положении такие впускной и выпускной клапаны могут быть на 180° смещены по фазе друг относительно друга. Для обеспечения нагнетания указанный насос может создавать более высокое давление, чем давление в камере реакционной ячейки. В случае, если выполняемое насосом нагнетание будет подвержено влиянию давления в камере реакционной ячейки, устройство марки SunCell® может быть оборудовано газовым соединением между камерой реакционной ячейки и резервуаром, из которого вода подается на насос, для создания динамического соответствия напорного давления насоса давлению в камере реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления, в котором давление в камере реакционной ячейки ниже, чем давление, создаваемое насосом, насос может быть оборудован по меньшей мере одним клапаном, предназначенным для выполнения остановки потока в направлении камеры реакционной ячейки на время пребывания насоса в режиме ожидания. Такой насос может быть оборудован по меньшей мере одним клапаном. В одном из типичных вариантов осуществления перистальтический микронасос будет оборудован по меньшей мере тремя последовательно соединенными микроклапанами. Последовательно открываясь и закрываясь, такие три клапана будут перетягивать рабочую жидкость от входа к выходу в процессе, известном как перистальтика. В одном из вариантов осуществления указанный клапан может быть активным, как, например, соленоидный или пьезоэлектрический обратный клапан, или же он может выполнять пассивную функцию, при которой такой клапан будет закрываться под действием противодавления, как, например, обратный клапан, в частности, шаровой, поворотный, диаграммный либо ложечный обратный клапан.

В одном из вариантов осуществления, предусматривающем градиент давления между источником нагнетаемой в камеру реакционной ячейки воды и камерой реакционной ячейки, насос может быть оборудован двумя клапанами, клапаном

резервуара и клапаном камеры реакционной ячейки, которые, периодически открываясь и закрываясь, могут смещаться по фазе на 180°. Такие клапаны могут быть разделены между собой насосной камерой с соответствующим объемом нагнетания. При закрытии клапана камеры реакционной ячейки клапан резервуара может открывать доступ к водяному резервуару для заполнения такой насосной камеры. При закрытии клапана резервуара клапан камеры реакционной ячейки может открываться, запуская процесс нагнетания соответствующего объема воды в камеру реакционной ячейки. Поток, устремленный в насосную камеру и из нее, может быть приводиться в движение под действием градиента давления. Скорость такого водяного потока может регулироваться посредством регулирования объема насосной камеры и периода синхронизированных открываний и закрываний клапанов. В одном из вариантов осуществления упомянутая водяная микрофорсунка может быть оборудована двумя клапанами, впускным клапаном и выпускным клапаном, со стороны микрокамеры объемом примерно от 10 мкл до 15 мкл, каждый из которых механически переводится в открытое и закрытое положение, смещаясь при этом по фазе на 180°. Такие клапаны могут имеют механический привод в виде кулачкового механизма.

В еще одном из вариантов осуществления другой компонент смеси реакционных ячеек, например, по меньшей мере одно из таких веществ, как H_2, O_2, благородный газ и вода, может заменять собой воду либо служить дополнением к воде. В случае, если указанный компонент, который подается в камеру реакционной ячейки, представляет собой газ при комнатной температуре, устройство марки SunCell® может быть оборудовано контроллером массового потока, предназначенным для регулирования входного потока газа.

В одном из вариантов осуществления в камеру 5b31 реакционной ячейки будут вводить добавку, предназначенную для увеличения скорости реакции с образованием гидрино за счет наличия в расплавленном металле источника по меньшей мере одного из таких веществ, как H и HOH. Подходящая добавка может в обратимом порядке образовывать гидрат, причем гидрат будет образовываться примерно при рабочей температуре устройства марки SunCell® и высвобождаться при более высокой температуре, в частности, температуре плазмы, участвующей в реакции с образованием гидрино. В одном из вариантов осуществления рабочая температура устройства марки SunCell® может находиться в диапазоне примерно от 100°C до 3000°C, а соответствующий температурный диапазон плазмы, участвующей в реакции с образованием гидрино, может быть примерно на 50-2000°C выше рабочей температуры устройства марки SunCell®. В одном из типичных вариантов осуществления к расплавленному металлу может быть добавлена указанная добавка, в частности, ванадат лития либо оксид висмута, причем такая добавка может связывать молекулы воды и высвобождать их в плазме с получением по меньшей мере одного из

таких веществ, как H и катализатор на основе HOH. В камеру реакционной ячейки может непрерывно подаваться источник воды, причем по меньшей мере часть такой воды может связываться с указанной добавкой. Добавка может повышать скорость прохождения реакции с образованием гидрино за счет связывания воды в форме гидратационной воды и переноса такой связанной воды в плазму, где соответствующий гидрат добавки может дегидратироваться с получением по меньшей мере одного из таких веществ, как H и катализатор на основе HOH реакции с образованием гидрино. Упомянутый источник воды может представлять собой по меньшей мере одно из таких веществ, как жидкая или газообразная вода, водород и кислород. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано по меньшей мере один из таких элементов, как описываемая в данном изобретении форсунка для впрыска воды и описываемый в данном изобретении рекомбинатор водорода и кислорода, в частности, благородный металл, нанесенный на керамику, в частности, на оксид алюминия. Смесь водорода с кислородом может подаваться в упомянутый рекомбинатор, в котором будет производиться рекомбинация водорода с кислородом с образованием воды, которая затем будет поступать в камеру реакционной ячейки.

В еще одном из вариантов осуществления, предусматривающем градиент давления между источником нагнетаемой в камеру реакционной ячейки воды и камерой реакционной ячейки, входящий поток воды может непрерывно подаваться через регулятор либо ограничитель скорости потока, например, по меньшей мере один из таких элементов, как (i) игольчатый клапан, (ii) патрубок с узким или маленьким внутренним диаметром, (iii) гигроскопичные материалы, в частности, целлюлоза, хлопок, полиэтиленгликоль либо другие известные в данной области техники гигроскопичные материалы, а также (iv) полупроницаемая мембрана, в частности, керамическая мембрана, фритта либо другая известная в данной области техники полупроницаемая мембрана. Упомянутый гигроскопичный материал, например, хлопок, может представлять собой набивку и может служить для ограничения потока в дополнение к другому ограничителю, например, игольчатому клапану. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано держателем, предназначенным для гигроскопичного материала либо полупроницаемой мембраны. Скорость потока ограничителя потока может быть откалибрована, а вакуумный насос и управляемый давлением отводной клапан могут дополнительно поддерживать необходимое динамическое давление камеры и необходимую скорость потока воды. В еще одном из вариантов осуществления другой компонент смеси реакционных ячеек, например, по меньшей мере одно из таких веществ, как H_2, O_2, благородный газ и вода, может заменять собой воду либо служить дополнением к воде. В случае, если указанный компонент, который подается в камеру реакционной ячейки, представляет собой газ при комнатной температуре, устройство марки SunCell® может быть оборудовано

контроллером массового потока, предназначенным для регулирования входного потока газа.

В одном из вариантов осуществления нагнетательное устройство, работающее в условиях вакуума камеры реакционной ячейки, может быть оборудовано ограничителем потока, например, игольчатым клапаном либо узким патрубком, длина и диаметр которой будут регулироваться с целью регулирования скорости потока воды. Типичное нагнетательное устройство, оборудованное патрубком малого диаметра, будет выполнено подобным нагнетательному устройству, используемому в нагнетательных системах, применяемых в таком методе масс-спектроскопии, как ESI-ToF, например, имеющему внутренний диаметр в диапазоне от примерно 25 мкм до 300 мкм. Ограничитель потока может быть объединен по меньшей мере с одним другим элементом нагнетательного устройства, например, клапаном либо насосом. В одном из типичных вариантов осуществления напорное давление водяного напора в указанном патрубке малого диаметра будет регулироваться с помощью насоса, например, шприцевого насоса. Скорость нагнетания может дополнительно регулироваться с помощью клапана, расположенного между указанным патрубком и камерой реакционной ячейки. Напорное давление может создаваться путем повышения давления газа над поверхностью воды, причем газ будет сжимаемым, а вода – несжимаемой. Такое повышение давления газа может производиться с помощью насоса. Скорость нагнетания воды может регулироваться по меньшей мере одним из таких элементов, как диаметр, длина патрубка, напорное давление в патрубке, частота открывания и закрывания клапана и его рабочий цикл. Диаметр патрубка может находиться в диапазоне примерно от 10 мкм до 10 мм, его длина может находиться в диапазоне примерно от 1 см до 1 м, напорное давление может находиться в диапазоне примерно от 1 торр до 100 атм, частота открывания и закрывания клапана может находиться в диапазоне от около 0,1 Гц до 1 кГц, а его рабочий цикл может находиться в диапазоне от около 0,01 до 0,99.

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 несколько из таких элементов, как газовые резервуары, регуляторы потока, манометры, клапаны и газовые трубопроводы, ведущие к камере реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления катализатор НОН будет образовываться в результате поджигания водорода и кислорода. Газообразные водород и кислород могут подаваться в камеру реакционной ячейки. Входящий поток реагентов, например, по меньшей мере водорода либо кислорода, 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 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 HOH и H_2, в 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 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 HOH и атомарного H, например, 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 одного из таких веществ, как оксигидроксид галлия и гидроксид галлия. Указанная рабочая температура может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 200°C до 2000°C, от 200°C до 1000°C и от 200°C до 700°C. Запас воды может регулироваться в газообразном состоянии в случае подавления образования оксигидроксида галлия и гидроксида галлия.

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 нагнетания воды будет оборудована смесительным устройством, смешивающим водород с кислородом, причем по мере поступления в камеру реакционной ячейки получаемая смесь будет образовывать HOH. 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 HOH, результирующий поток газа в камеру реакционной ячейки будет содержать избыточный водород и катализатор HOH. 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 HOH. 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 O_2 будет смешиваться с H_2 с помощью горелочной форсунки, чем будет вызываться реакция O_2 с образованием HOH в потоке H_2 во избежание реакции кислорода с галлиевыми компонентами ячейки либо с электролитом, предназначенным для растворения оксида галлия, способствующего его восстановлению посредством локального электролиза до уровня галлия, например, электролитом на основе раствора NaI либо другим, описываемым в настоящем изобретении, электролитом. 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.

Подача водорода в камеру реакционной ячейки в виде газообразного H_2, а не воды, в качестве источника H_2, получаемого в результате реакции H_2O с галлием с образованием H_2 и Ga_2O_3, может уменьшать количество образующегося Ga_2O_3. Микрофорсунка для нагнетания воды, оборудованная газосмесительным устройством, может иметь благоприятную характеристику в части допустимости нагнетания точных количеств воды при очень низких скоростях потока, которая обусловлена возможностью более точного направления газового потока поверх жидкостного. Более того, 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 галлий будет поддерживаться при температуре менее 100°C с тем, дабы галлий мог иметь низкую способность к вступлению в реакции с потреблением катализатора на основе HOH за счет образования оксида галлия. С помощью системы охлаждения, например, системы, оборудованной теплообменником либо водяной баней, галлий может

поддерживаться при низкой температуре, необходимой по меньшей мере для одного из таких элементов, как резервуар и камера реакционной ячейки. 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 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 произведения 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 результирующий оксид галлия 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 поверхность с практически отсутствующим на ней оксидом галлия, 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 HOH, 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 галлием, 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, 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, например, углерод, керамика, в частности, BN, оксид алюминия, диоксид циркония, кварц либо другая, описываемая в настоящем изобретении, керамика, или металл, в частности, W, Ta, Re либо другой, описываемый в настоящем изобретении, металл. 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

превышает предельное значение, например, по меньшей мере одно из таких предельных значений, как примерно выше 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 галлия. 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 целю поддержания повышенной внутренней температуры при одновременном обеспечении оперативного охлаждения. В одном из вариантов осуществления, в котором устройство марки SunCell® будет охлаждаться с помощью таких средств, как по меньшей мере одна из таких технологий, как суспендирование в хладагенте, в частности, воде, или воздействие падающими струями хладагента, патрубок 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 патрубок 5k6 ЭМ-насоса может быть отлит из цементоподобного материала, являющегося очень хорошим теплоизолятором (*например*, такой цементоподобный материал может обладать теплопроводностью менее 1 Вт/(м·K), или менее 0,5 Вт/(м·K), или менее 0,1 Вт/(м·K). Поверхности, образующие сплав галлия при превышении во время работы устройства марки SunCell® предельной температуры, могут быть выборочно покрыты либо плакированы материалом, который с трудом образует сплав с галлием. Части составляющих устройства марки SunCell®, которые как контактируют с галлием, 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. 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 камеры 5b31a реакционной

ячейки. Такая футеровка может представлять собой прокладку либо другой непроницаемый для галлия материал, например, керамическую пасту, размещаемую между футеровкой и стенками камеры реакционной ячейки для предотвращения просачивания галлия 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 поджигания 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. Верх камеры реакционной ячейки может быть плакирован либо покрыт электроизоляционным материалом либо иметь электроизолирующую 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, щелочно-алюмосиликатное листовое стекло, поставляемое компанией «Corning»), 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-Yr_2O_3-Al_2O_3. Футеровка верхней части может иметь сквозное отверстие под пьедестал 5c1 (см. фигуру 25). 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. фигуру 31A-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™ .

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано тепловым датчиком 409a базовой плиты, контроллером источника энергии поджигания, источником энергии поджигания и выключателем, который для целей прекращения поджигания 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 поджигания и источник энергии поджигания. В одном из вариантов осуществления упомянутая керамическая футеровка будет состоять из множества 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 случае, когда часть футеровки погружена в галлий. 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.

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. В некоторых вариантах осуществления камера реакционной ячейки не будет оснащена футеровкой, в частности, керамической футеровкой. В некоторых вариантах осуществления стенки камеры реакционной камеры могут быть выполнены из металла, температура которого поддерживается ниже температуры, при которой происходит 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, 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 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, нержавеющая сталь марки 347, например, легированная нержавеющая сталь марки 4130, хром-молибденовая нержавеющая сталь или Nb-Mo(5 мас.%)-Zr(1 мас.%), образует сплав с расплавленным металлом, в частности, галлием. 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, находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 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 несколькими концентрическими 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. Типичной футеровкой опорной плиты будет выступать изоляционный диск из пластичной керамики. В одном из вариантов осуществления футеровка может представлять собой тугоплавкою 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 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 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_2, TaC, HfC и WC, либо другой, описываемый в данном изобретении, материал.

В одном из типичных вариантов осуществления футеровка может состоять из сегментированных колец, причем те из, что расположены на уровне поверхности галлия, 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 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 поверхности галлия, 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 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 со стенкой резервуара стенка резервуара может быть оснащена футеровкой, в частности, по меньшей мере кварцевой, простирающейся в высоту от основания резервуара до уровня чуть выше уровня галлия, причем такая футеровка будет вытеснять расплавленный галлий, создавая тем самым теплоизоляционный слой, предупреждающий контакт горячего галлия 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_2 и H_2O. 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 патрубок 5k6 ЭМ-насоса и шины 5k2 ЭМ, которые прикреплены к патрубку 5k6 ЭМ-насоса, будут меть 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 охлаждения может поддерживать температуру компонента ниже той, при которой образуется сплав с расплавленным металлом, в частности, галлием. Эта система охлаждения может представлять собой водяную баню, в которую будет погружаться упомянутый компонент. Система охлаждения может быть также выполнена в виде падающих на охлаждаемый компонент водяных струй. В одном из типичных вариантов осуществления указанный компонент будет представлять собой патрубок ЭМ-насоса, а погружение патрубка ЭМ-насоса в водяную ванну и охлаждение его водяными струями могут осуществляться с минимальным охлаждением перекачиваемого ЭМ-насосом горячего галлия, обеспечиваемого 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

диссоциатор водорода, например, на основе Pt, Pd, Ir, Re или другого металла-диссоциатора, нанесенный 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, 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 поступающими в камеру 5b31 реакционной ячейки HOH и H. Такой рекомбинатор может быть дополнительно оборудован контроллером, состоящим из по меньшей мере одного датчика температуры, нагревателя и системы 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°C до 600°C. Верхний 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 поджигания на величину, находящуюся в диапазоне примерно от 10% до 100%. Рекомбинатор может быть оснащен средством для удаления почти всего поступающего в ячейку кислорода, обеспечиваемого путем его преобразования в H_2O. Рекомбинатор может дополнительно служить диссоциатором, необходимым для образования атомов H и катализатора на основе HOH, 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 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 H и димеризации HOH. Соответственно, в рекомбинаторе оптимизируется баланс конкурирующих эффектов длины пути протекания, а длина газового трубопровода от рекомбинатора/диссоциатора до камеры реакционной ячейки может быть сведена к минимуму.

В одном из вариантов осуществления подача в камеру реакционной ячейки источника кислорода, в частности, O_2 либо H_2O, будет приводить к увеличению запаса кислорода в такой камере реакционной ячейки. В случае, если расплавленным металлом выступает галлий, запас кислорода может заключаться в по меньшей мере

одном из таких веществ, как оксид галлия, H_2O и O_2. Такой запас кислорода может быть достаточным для образования катализатора на основе HOH, необходимого для реакции с образованием гидрино. Однако оксидное покрытие на расплавленном металле, в частности, оксид галлия на жидком галлии, может приводить к подавлению реакции с образованием гидрино и увеличению напряжения поджигания при фиксированном токе поджигания. 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 накопления оптимального запаса, после чего скорость потока может быть уменьшена до уровня, необходимого для поддержания требуемого оптимального запаса при более низкой скорости потока, уравновешивающей 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 камеры реакционной ячейки объемом примерно 100 куб.см и запаса в резервуаре с галлием 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 поджигания при постоянном токе поджигания, 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 поджигания и контролером скорости течения источника кислорода, производящим измерение по меньшей мере одно из таких параметров, как напряжение поджигания при фиксированной силе тока, сила тока поджигания при фиксированном напряжении, а также энергия поджигания, и изменяющим скорость 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 поджигания, причем запас кислорода в камере реакционной ячейки будет увеличивается в ответ на выявляемое датчиком параметров энергии поджигания падения 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 16.19A-C, 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 посеребренной медной прокладки. Указанная верхняя пластину может находиться под высоким напряжением, подаваемым через 904 на внутренний вольфрамовый стержневой электрод 905. Корпус ячейки может быть заземлен и служить тем самым противоэлектродом. Указанный верхний фланец может быть дополнительно оснащен по меньшей мере одним газовпускным патрубком 906 для подачи H_2, O_2 и смеси. 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. Напряжение 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 поджигания запальной свечей, вызывающей 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 поджигания ячейка с тлеющим разрядом может быть электрически изолирована от других компонентов устройства марки SunCell®, в частности, камеры 5b31 реакционной ячейки и резервуара 5c. 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, в результате чего за счет уменьшения расстояния для возможного восстановления будет увеличена концентрация атомарного водорода и катализатора на основе HOH.

В одном из вариантов осуществления во избежание воссоединения присутствующего в стенке атомарного H и димеризации HOH может быть сведена к минимуму площадь соприкосновения между 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 409a камеры реакционной ячейки. Указанный электрический изолятор может быть соединен с разрядной ячейкой и фланцем сварными швами, фланцевыми 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 от примерно 0,05 см до 15 см. В еще одном из вариантов осуществления, в котором устройство марки SunCell® и корпус разрядной ячейки будут поддерживаться 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 409a камеры реакционной ячейки. Указанное соединение представлять собой сварку, фланцевое соединение либо другой, известный в данной области техники, крепежный элемент. Внутренний диаметр соединения может быть 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 поджигания, силы тока ЭМ-насоса и температуры расплавленного 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, может поддерживаться в диапазоне температур примерно от 200°C до 2 200°C. В одном из типичных вариантов осуществления, который был оборудован реакционной ячейкой диаметром 8 дюймов (20,3 см), выполненной из хром-молибденовой стали марки 4130, стенки камеры которой были покрыты молибденовой футеровкой, диссоциатором и рекомбинатором водорода с тлеющим разрядом, соединенными непосредственно с фланцем 409a камеры реакционной ячейки с помощью комплекта фланцев марки Conflat с наружным диаметром 0,75 дюйма (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 поддерживалась на уровне 400°C; сила тока и напряжение поджигания составляли 1 300A и 26-27В; скорость ЭМ-прокачивания составляла 100 г/с, а выходная мощность была более 300 кВт при входной мощности поджигания, 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 ванну с перемешиваемой водой. 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, сопоставимый со стехиометрической смесью при соотношении молярноых 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 дефицита 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 потоку 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 H и катализатор на основе HOH, плазменным рекомбинатором/диссоциатором будет поддерживаться посредством прямого впрыска в камеру реакционной ячейки атомарного H и катализатора на основе HOH 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 2 000°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 H и катализатор на основе HOH, 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 буде иметь выход на первый коллектор. O_2 может протекать из своего питающего источника, например, резервуара с O_2, во второй РМП, который буде 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, 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, 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 галинстан. В еще одном из вариантов осуществления трубопровод для 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 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. 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 времени обеспечивающего поглощение 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 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 приводятся в публикации Карреона [M. L. Carreon, “Synergistic interactions of H_2 and N_2 with molten gallium in the presence of plasma”, Journal of Vacuum Science & Technology A, Vol. 36, Issue 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 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 поджигания. Затем давление будет поддерживаться на уровне примерно от 1 до 5 торр при потоке H_2 в объеме 1500 ст.куб.см/мин + O_2 в объеме 15 ст.куб.см/мин, движущемся через 1 г Pt/Al_2O_3 при температуре выше 90°C и далее в камеру реакционной ячейки, причем большая

выходная мощность будет формироваться за счет дополнительного удаления H_2 из галлия с одновременным повышением температуры галлия. Соответствующая загрузка H_2 (поглощение галлия) и разгрузка (выделение H_2 из галлия) может выполняться неоднократно.

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 источник водорода либо нагнетания водорода, например, нагнетания газообразного H_2, может, по меньшей мере частично, выполнять функцию форсунки для впрыска расплавленного металла. Форсунка ЭМ-насоса может служить дополнительной форсункой для впрыска расплавленного металла системы поджигания, состоящей по меньшей мере из двух электродов и источника электроэнергии.

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. 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 настоящем изобретении либо известный в данной области техники. В качестве альтернативы такой диссоциатор может включать в себя нитью 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, 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 питающий элемент, проникающий сквозь стенку камеры реакционной ячейки, а затем через нить накала.

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 поджигания. В одном из вариантов осуществления форма волны поджигания может содержать смещение постоянного тока, например, находящееся в диапазоне напряжений примерно от 1 В до 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 примерно от 100 А до 100000 А. Постоянный ток с модуляцией переменым током может приводить к возникновению импульсного тока поджигания 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 сопротивления и увеличения силы тока и стабильности энергии поджигания 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 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 25. Электрод 8 может представлять собой диссоциатор, способный работать при высокой температуре, например, до 3200°C, и может дополнительно содержать материал, устойчивый к образованию сплава с расплавленным металлом, например, галлием. 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 поджигания и реакция с образованием гидрино. Диссоциаторы, в частности, лопатки, могут содержать тугоплавкий металл, например, Hf, Ta, W, Nb либо Ti.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оснащено источником примерно монохроматического светового излучения (например, светового излучения с шириной спектральной полосы менее 50 нм, или менее 25 нм, или менее 10 нм, или менее 5 нм), а также окном для пропускания такого примерно монохроматического светового излучения. Такое световое излучение может падать на газообразный водород, например, газообразный водород в камере реакционной ячейки. Частота собственных колебаний H_2 составляет 4161 $см^{-1}$. По меньшей мере одна частота из потенциального множества частот может примерно резонировать с колебательной энергией H_2. Такое примерно резонансное излучение может, поглощаясь H_2, вызывать избирательную диссоциацию связи H_2. В еще одном из вариантов осуществления частота светового излучения может примерно резонировать по меньшей мере с одной из таких энергий, как (i) колебательная энергия связи OH H_2O, составляющая, например, 3756 $см^{-1}$, и другие колебательные энергии, известные специалистам в данной области техники, например, приведенные в публикации Лемуса [R. Lemus, “Vibrational excitations in H_2O in the framework of a local model,” J. Mol. Spectrosc., Vol. 225, (2004), стр. 73–92], которая включена посредством ссылки, (ii) колебательная энергия водородной связи, например, между связанными водородом молекулами H_2O, а также (iii) энергия водородной связи между связанными водородом молекулами H_2O, причем поглощение такого светового излучения будет приводить к диссоциации димеров H_2O и других мультимеров H_2O на молекулы образующейся воды. В одном из вариантов осуществления для увеличения концентрации образующейся HOH за счет конкурирования с H-связями димеров воды смесь реакционного газа гидрино может содержать дополнительный газ, например, аммиак, поступающий из источника, который способен создавать H-связи с молекулами H_2O. Указанная образующаяся HOH может служить катализатором гидрино.

В одном из вариантов осуществления реакция с образованием гидрино будет создавать по меньшей мере один из таких признаков данной реакции, как мощность, тепловая энергия, плазма, световое излучение, давление, электромагнитный импульс и ударная волна. В одном из вариантов осуществления для регулирования скорости прохождения реакции с образованием гидрино устройство марки SunCell® будет оборудовано по меньшей мере одним датчиком и по меньшей мере одной системой управления, предназначенной для отслеживания признака такой реакции и регулирования параметров реакции, например, состава реакционной смеси и условий прохождения реакции, в частности, давления и температуры. Упомянутая реакционная

смесь может содержать по меньшей мере один из таких элементов, как источник H_2O, H_2, O_2, благородный газ, в частности, аргон, и GaX_3 (X = галогенид). В одном из типичных вариантов осуществления для увеличения скорости прохождения реакции и наоборот с целью увеличения интенсивности и частоты электромагнитных импульсов (ЭМИ) будут выполняться измерения интенсивности и частоты ЭМИ, а также будут регулироваться параметры реакции. В еще одном из типичных вариантов осуществления для увеличения по меньшей мере одного из таких значений, как частота, интенсивность и скорость распространения ударных волн, с целью увеличения скорости прохождения реакции и наоборот будут выполняться замеры по меньшей мере одного из таких параметров, как частота, интенсивность и скорость распространения ударных волн, например, между двумя акустическими зондами, а также будут регулироваться параметры реакции.

Расплавленный металл

H_2O может вступать в реакцию с расплавленным металлом, например, галлием, с образованием H_2(газ.) и соответствующего оксида, в частности, Ga_2O_3 и Ga_2O, оксигидроксида, в частности, GaO(OH), и гидроксида, в частности, $Ga(OH)_3$. Для регулирования реакции с H_2O может осуществляться регулирование температуры галлия. В одном из типичных вариантов осуществления для достижения по меньшей мере одной из таких целей, как предотвращение вступления H_2O в реакцию с галлием и обеспечение протекания реакции с участием H_2O и галлия с медленной кинетикой, температура галлия может поддерживаться на уровне ниже 100°C.

В еще одном из типичных вариантов осуществления для обеспечения того, чтобы реакция с участием H_2O и галлия протекала с быстрой кинетикой, температура галлия может поддерживаться на уровне выше примерно 100°C. Реакция H_2O с галлием в камере 5b31 реакционной ячейки может способствовать образованию по меньшей мере одного реагента гидрино, например, H либо катализатора HOH. В одном из вариантов осуществления вода может нагнетаться в камеру 5b31 реакционной ячейки и может вступать в реакцию с галлием, который может поддерживаться при температуре выше 100°C, с по меньшей мере одной из таких целей, как (i) образование H_2, выполняющего функцию источника H, (ii) образование димерами H_2O мономеров HOH либо образующейся HOH, выполняющей функцию катализатора, а также (iii) снижение давления водяного пара.

В одном из вариантов осуществления GaOOH может служить в качестве твердотопливного реагента гидрино, необходимого для образования по меньшей мере одного из таких элементов, как катализатор HOH и H, выполняющие функцию реагентов, необходимых для образования гидрино. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере одно из таких веществ, как оксид, например, Ga_2O_3 либо Ga_2O, гидроксид, например, $Ga(OH)_3$, и оксигидроксид, например, GaOOH,

AlOOH либо FeOOH, может служить в качестве матрицы для создания связей гидрино, например, $H_2(1/4)$. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере одно из таких веществ, как GaOOH и оксиды металлов, например, оксиды нержавеющей стали, а также сплавы нержавеющей стали и галлия, будет добавляться в камеру реакционной ячейки для выполнения им функции геттера для поглощения гидрино. Упомянутый геттер может нагреваться до высокой температуры, например, находящейся в диапазоне примерно от 100°C до 1200°C, для высвобождения газообразных молекулярных гидрино, например, $H_2(1/4)$.

В одном из вариантов осуществления во время реакции с образованием сплава происходит по меньшей мере один из таких процессов, как захват и поглощение молекулярного гидрино продуктом сплава, служащим в качестве геттера. Погруженная в жидкий галлий цельнометаллическая деталь, в частности, выполненная из нержавеющей стали (SS), может вступать с галлием в реакцию с образованием сплава металла с галлием, служащего в качестве геттера молекулярного гидрино. В одном из типичных вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как выполненные из нержавеющей стали стенка реакционной камеры и стенки резервуара, может служить в качестве реакционной поверхности, расходуемой на образование по меньшей мере одного сплава нержавеющей стали, в частности, по меньшей мере одного из таких сплавов, как Ga_3Fe, Ga_3Ni и Ga_3Cr, который поглощает либо улавливает молекулярный гидрино. Газообразный молекулярный гидрино может из-за барьера проникновения накапливаться на стенке. Повышенная локальная концентрация продуктов реакции с образованием гидрино, как правило, повышает концентрацию захваченного сплавом газообразного молекулярного гидрино. После поглощения геттером продуктов реакции последний может выступать источником газообразного молекулярного гидрино, который может высвобождаться посредством такой технологии, как нагревание геттера. В одном из вариантов осуществления указанный геттер будет состоять из по меньшей мере одного из таких веществ, как оксид галлия и GaOOH, и по меньшей мере одного сплава нержавеющей стали. Такой геттер может растворяться в водной основе, в частности, NaOH или KOH, с образованием молекулярного гидрино, в частности, $H_2(1/4)$, захватываемого матрицей GaOOH.

В одном из вариантов осуществления описываемое в данном изобретении твердое топливо, в частности, FeOOH, смесь галогенидов и гидроксидов щелочных металлов и смесь галогенидов и гидроксидов переходных металлов, например, $Cu(OH)_2 + FeBr_2$, может быть активировано для вступления в реакцию с образованием гидрино посредством по меньшей мере одной из таких технологий, как приложение тепла и приложение механической энергии. Последнее может быть обеспечено путем измельчения твердого топлива в шаровой мельнице.

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 5c, пьедестал 5c1 и все компоненты, контактирующие с плазмой реакции с образованием гидрино, причем один или несколько 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 30, устройство SunCell® будет оснащено теплоизоляцией либо футеровкой 5b31a, закрепленной внутри камеры 5b31 реакционной ячейки на уровне расплавленного галлия, с целью предотвращения прямого контакта горячего галлия 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. Такая изоляция может выполнять по меньшей мере одну из таких функций, как обеспечение повышения температуры поверхности галлия 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 распределения 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, углерод, 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, 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 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. Такие выполненные из BN блоки будут образовывать в указанном месте непрерывную приподнятую поверхность внутри камеры реакционной ячейки.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуру 25 и фигуру 30) устройство марки SunCell® будет оборудовано шиной 5k2ka1, проходящей сквозь опорную плиту ЭМ-насоса в нижней части резервуара 5c. Указанная шина может подключена к источнику тока поджигания. Эта шина может проходить над уровнем расплавленного металла. Такая шина может служить положительным электродом в дополнение к расплавленному металлу, например, галлию. 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. Шина, например, выполненная в виде вольфрамового стержня, выступающего над поверхностью галлия, может концентрировать плазму на поверхности галлия. 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 25), в котором, например, расплавленный металл будет служить электродом, для увеличения плотности тока может быть минимизирована площадь поперечного сечения такого расплавленного электрода. Таким электродом в виде расплавленного металла может быть выполняющее функцию электрода вспрыскивающее 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 противоэлектрода. Дабы он выступал электродом с высокой плотностью тока, площадь поверхности расплавленного металла может быть минимизирована. Указанное значение площади может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 1 $см^2$ до 100 $см^2$, от 1 $см^2$ до 50 $см^2$, а также от 1 $см^2$ до 20 $см^2$. 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, будет заполнять резервуар до уровня, при котором площадь поперечного сечения галлия у соответствующей поверхности расплавленного металла будет достаточной малой для концентрации тока и увеличения плотности тока. В одном из типичных вариантов осуществления (см. фигуру 31A) по меньшей мере один из таких элементов, как камера реакционной ячейки и резервуар, может иметь форму песочных часов либо выполненного из единого листа гиперболоида, 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 быть 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 круга. Такие круги 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 31B-C), в частности, представляющим собой выполненную из нержавеющей стали трубчатую емкость 5b3, способную функционировать в условиях вакуума либо высокого давления. Давление реакционной смеси внутри указанной емкости может регулироваться путем подачи газов через газовпускной патрубок 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. В порядке альтернативы футеровка из тугоплавкого материала, в частности, W, Ta или Re, может снижать степень образования сплава с галлием. ЭМ-шины 5k2 могут содержать материал, иметь покрытие или плакировку, обладающие электропроводностью и препятствующие образованию сплава с галлием. 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 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 гибрид множества материалов, в частности, множества керамических материалов либо керамики и тугоплавкого металла. Указанная керамика может представлять собой один из описываемых данном изобретении 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, ZrB2, TaC, HfC и WC. Указанный тугоплавкий металл может представлять собой один из описываемых в данном изобретении металлов, в частности, W, Ta, Re, Ir или Mo. В одном из типичных вариантов осуществления трубчатой ячейки (см. фигуры 31B-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 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 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 гидрино, является наиболее интенсивной.

В одном из вариантов осуществления керамические футеровка, покрытие или плакировка по меньшей мере одного компонента устройства марки SunCell®, в частности, резервуара, камеры реакционной ячейки 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, диборида циркония, нитрида кремния (Si_3N_4), стеклокерамического материала, в частности, системы $Li_2O \times Al_2O_3 \times nSiO_2$ (системы LAS), системы $MgO \times Al_2O_3 \times nSiO_2$ (системы MAS), системы $ZnO \times Al_2O_3 \times nSiO_2$ (системы ZAS). По меньшей мере один компонент устройства марки SunCell®, в частности, резервуар, камера реакционной ячейки, патрубок 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 одного из таких соединений, как бориды, карбиды, нитриды и оксиды, например, оксиды ранних переходных металлов, в числе которых борид гафния (HfB_2), диборид циркония (ZrB_2), нитрид гафния (HfN), нитрид циркония (ZrN), карбид титана (TiC), нитрид титана (TiN), диоксид тория (ThO_2), борид ниобия (NbB_2) и 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_2) (т.пл. = 2 715 °C), борид гафния (HfB_2) (т.пл. = 3 380°C), карбид гафния (HfC) (т.пл. = 3 900°C), Ta_4HfC_5 (т.пл. = 4 000°C), $Ta_4HfC_5TaX_4HfCX_5$ (4 215°C), нитрид гафния (HfN) (т.пл. = 3 385°C), диборид циркония (ZrB_2) (т.пл. = 3 246°C), карбид циркония (ZrC) (т.пл. = 3 400°C), нитрид циркония (ZrN) (т.пл. = 2 950°C), борид титана (TiB_2) (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_2) (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), а также материал для изготовления лопастей турбины, в частности, один или несколько из материалов из группы, в которую входят суперсплав, суперсплав на основе никеля, состоящий из хрома, кобальта и рения, 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, MgO и ZrO, может быть устойчива к вступлению в реакцию с H_2.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как каждый из резервуаров 5c, камера 5b31 реакционной ячейки и внутренняя часть патрубка 5k6 ЭМ-насоса, будет иметь керамическое покрытие либо будет оснащен керамической футеровкой, в частности, выполненной из BN, кварца,

графита, пиролитического графита, карбида кремния, диоксида титана, оксида алюминия, оксида иттрия, оксида гафния, диоксида циркония, либо одной из таких смесей, как TiO_2-Yr_2O_3-Al_2O_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 камеры к стенкам камеры реакционной камеры 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° 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 реакционной камеры, 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 высота 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 (Si_3N_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 оксида 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_2, HfO_2 и Al_2O_3. 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 с образованием оксида галлия кварц будет эксплуатироваться при температуре ниже примерно 700°C. Являющиеся предметом испытаний типичные концентрические футеровочные пакеты расположены изнутри наружу в таком порядке: BN-SiC-Si3N4, причем кварц, SiC, графит с покрытием из SiC

либо композитное соединение SiC-C могут заменять собой Si3N4, 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 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 гелем кремниевой кислоты либо другим устойчивым к высоким температурам теплоизолятором, в частности, внутренней кварцевой трубкой.

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 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 уложена друг на друга таким образом, чтобы швы самого внутреннего и внешнего сегментов 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 вследствие закипания галлия, увеличивающего общее давление между присутствующим в резервуаре галлием и электродом 8 до уровня, при котором плазма образоваться не может. По мере увеличения давления может увеличиваться напряжение поджигания, причем до тех пор, пока не уменьшится сопротивление объемного газа с более низким давлением стенке реакционной камеры. В одном из вариантов осуществления испарение галлия может определяться по повышению напряжения поджигания при постоянной силе тока поджигания. Для уменьшения степени такого испарения в ответ на повышение напряжения контроллер может уменьшать энергию поджигания, изменять давление газа, уменьшать энергию плазмы рекомбинатора либо усиливать ЭМ-прокачивание и перемешивание галлия. В еще одном из вариантов осуществления указанный

контроллер может выполнять по меньшей мере одно из таких действий, как периодическая подача тока поджигания для подавления кипения галлия, причем плазма реакции с образованием гидрино может поддерживаться в течение части рабочего цикла при отключенной функции поджигания, а также инициирование поступления аргона из источника в камеру реакционной ячейки для подавления кипения галлия за счет повышения давления без снижения концентрации атомов водорода. В одном из вариантов осуществления, в частности, представленном на фигурах 16.19A-B, ЭМ-насос 5kk будет представлять собой множество ступеней либо насосов, предназначенных для усиления перемешивания расплавленного металла с целью предотвращения образования локальной горячей точки с возможностью закипания. В одном из вариантов осуществления, представленном на фигуре 16.19C, устройство марки SunCell® может быть оборудовано множеством установок ЭМ-насосов 5kk с множеством форсунок 5k61 для впрыска расплавленного металла, каждая из которых с соответствующим противоэлектродом 8. В одном из вариантов осуществления ЭМ-насос может через множество электродов с функцией впрыска 5k61 выполнять впрыск расплавленного галлия 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 прирост мощности реакции с образованием гидрино. Также может быть сокращено повышение давления вследствие закипания галлия из-за чрезмерного локального нагрева поверхности галлия.

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 и оксид галлия, которые могут быть дефлегмированы обратно в камеру реакционной ячейки с одновременным удалением путем откачивания таких газов, как H_2, O_2 и аргон, а также H_2O. Вакуумный трубопровод 711 может иметь вертикальную секцию, предназначенную для улучшения дефлегмации галлия и продуктов галлия в камеру 5b31 реакционной ячейки. В одном из вариантов осуществления в указанный галлий для предотвращения закипания может вводиться присадка к галлию, в частности, по меньшей мере один другой металл, элемент, другое соединение или другой материал. Указанная присадка к галлию 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 концентрация плазмы нет необходимости, поскольку плазма разряда производит эффект повышения температуры, включая подготовку определенного количества образующейся воды, которую можно охарактеризовать как воду, обладающую внутренней энергией, достаточную 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 камеры для улучшения теплопередачи к внешней водяной бане, предотвращающей 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 электроэнергии.

По меньшей мере один сегмент самой внутренней футеровки, в частности, выполненно 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, к внешнему теплоотводу, в частности, к водному хладагенту. 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 реакционной камеры. 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 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 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 выполнен 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 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 проникновения гидрино в материалах 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 сиалоном, которое может увеличить скорость прохождения реакции с образованием гидрино путем снижения степени ингибирования образования гидрино. 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 выполненной из хром-молибденовой нержавеющей стали концентрической стенкой камеры реакционной камеры 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 передачу тепла от расплавленного галлия к воздушной смеси, указанная камера реакционной ячейки может быть оснащена дополнительными внешними

концентрическими теплоизоляционными футеровками, в частности, выполненными из кварца, а также может быть дополнительно оснащена теплоизоляционным основанием, в частности, оснащенным 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. 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 до 1,5 дюймов 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 камеры. Во избежание ингибирования процессе 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 16.19A-B, по меньшей мере одна из частей стенок резервуара и реакционной камеры может быть заменена материалом, в частности, металлом, например, Nb, Mo, Ta или W, который устойчив к образование сплава с галлием. 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, на футеровку для его охлаждения. Указанная система охлаждения расплавленного металла может представлять собой множество раструбов, выполняющих впрыск расплавленного металла на противоэлектрод, 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, 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. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано форсункой для впрыска расплавленного металла, оснащенной несколькими раструбами, либо несколькими 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 несколько 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 сваренную 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 патрубок форсунки, шина поджигания 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 быть представлять собой соединение с прокладкой, в частности, с графитовой или другой, описываемой в данном изобретении, прокладкой, либо клей, в частности, керамический клей для металла, 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 поджигания, могут быть герметично присоединены к кожуху из нержавеющей стали с помощью уплотнений, в частности, марки Swagelok, 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 31A-C). Упомянутый фланец может быть плотно зафиксирован с помощью болтовых соединений, которые могут состоять из подпружиненных шайб, 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 31B-C). Вакуумный трубопровод может быть установлен вертикально, дабы дополнительно служить конденсатором и дефлегматором паров металла либо иного конденсата, который следует подвергнуть дефлегмации. 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. 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 герметичных 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 графитовых герметичных штуцеров.

В одном из вариантов осуществления температура расплавленного металла, в частности, галлия, может регулироваться с помощью термопары, в частности, высокотемпературной термопары, которая может дополнительно обладать устойчивостью к образованию сплава с расплавленным металлом, в частности,

галлием. Указанная термопара может быть выполнена из W, Re либо Ta или может иметь защитную оболочку, в частности, выполненную из W, Re, Ta либо керамики. В одном из вариантов осуществления опорная плита может представлять собой 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 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 31A-C) может представлять собой электрод-пьедестал 8 с проходным соединением и шиной 10, покрытыми электроизоляционной оболочкой 5c2, причем указанное проходное соединение вмонтировано в опорную плиту 409a, которая с помощью фланца 409e 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 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 5k6 ЭМ-насоса может быть сегментирован или может состоять из множества секций, скрепленных вместе с помощью таких технологий, как сварка, причем такой сегментированный 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 либо к окислению. В одном варианте осуществления упомянутое проходное соединение с верхним электродом 8 может охлаждаться, в частности, с помощью воды. Система водяного охлаждения электрода поджигания (см. фигуры 16.19A-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 проходного соединения от камеры 5b31 реакционной ячейки с целью его охлаждения во время 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 нескольких областях, в частности, в той области, где размещается верхний электрод 8, и меньшую площадь поперечного сечения на уровне галлия, предназначенную для увеличения плотности тока на

поверхности галлия. Соотношение площади поперечного сечения в верхней части к площади поперечного сечения в нижней части может находиться в диапазоне от 1,01 до 100 раз.

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 камеры) 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 по давлением, благодаря чему с целью увеличения скорости теплопередачи может быть подавляться 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 применение в системах отопления и выработки электроэнергии. В еще одном из вариантов осуществления теплообменника с воздушным охлаждением расплавленный металл, в частности, галлий, будет по замкнутому контуру выкачиваться из резервуара 5c с помощью ЭМ-насоса, в частности, 5ka, перекачиваться через теплообменник, а затем закачиваться обратно в резервуар 5c.

В одном з вариантов осуществления, в котором передача тепла через стенку камеры реакционной камеры 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 камеры, выполненной из такого материала, как никель или нержавеющая сталь, в частности, хромомолибденовая сталь, который обладает более высокой теплопроводностью, чем альтернативные материалы, в частности, нержавеющая сталь марки 316.

В одном из вариантов осуществления (см. фигуры 31A-D) указанный теплообменник может состоять из резервуара 5c, установки ЭМ-насоса 5kk и патрубка

ЭМ-насоса 5k6 устройства марки SunCell®, причем секция патрубка ЭМ-насоса, расположенная между его входным патрубком и секцией, в которой расположены шины 5k2 патрубка ЭМ-насоса, расширяясь, достигает требуемой площади по меньшей мере одного контура или змеевика в ванне с хладагентом, в частности, водяной бане, ванне с расплавленным металлом либо ванне с расплавленной солью. Несколько контуров или змеевиков могут питаться по меньшей мере от одного подающего коллектора, а поток расплавленного металла может собираться для возврата в ЭМ-насос в меньшей мере один сборный коллектор. Контуры либо змеевики и коллекторы могут быть выполнены из материала, устойчивого к образованию сплавов с расплавленным металлом, в частности, галлием, и могут обладать высоким коэффициентом теплопередачи. Типичными материалами для 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 патрубок насоса ЭМ и трубопровод теплообменника будут выполнены из Ta, который для предотвращения коррозии под воздействием воды будет покрыт CrN, керамикой, в частности, муллитом или ZTY, либо краской, в частности, марки VHT Flameproof™, а шины 5k2 ЭМ-насоса будут выполнены из Ta. В еще одном из вариантов осуществления патрубок насоса ЭМ и трубопровод теплообменника будут выполнены из Nb, который для предотвращения коррозии под воздействием воды будет покрыт CrN, керамикой, в частности, муллитом или ZTY, либо краской, в 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 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 под воздействием хладагента теплоотвода, 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.

Поток в трубопроводе может регулироваться путем регулирования силы тока ЭМ-насоса. Напряжение поджигания, необходимое для поддержания плазмы в требуемом регулируемом диапазоне скорости потока расплавленного металла, как через теплообменник, так и через форсунку реакционной камеры, может регулироваться путем регулирования расстояния между раструбом 5q и противоэлектродом 8. Такое расстояние может находиться в диапазоне примерно от 1 мм до 10 см. Теплообменник может быть дополнительно оборудован управляемыми охлаждающими форсунками трубопровода и по меньшей мере одним из таких элементов, как (i) один или несколько термодатчиков, (ii) один или несколько датчиков расплавленного металла и потока хладагента, а также (iii) контроллер. Процесс теплопередачи, выполняемой одноконтурным теплообменником к ванне с хладагентом, может дополнительно регулироваться путем регулирования охлаждающих трубопровод форсунок.

В еще одном из вариантов осуществления теплообменник может быть оборудован по меньшей мере одним трубопроводным контуром либо змеевиком и по меньшей мере одним насосом, в частности, ЭМ-насосом или механическим насосом для расплавленного металла, которые будут независимыми от установки 5kk ЭМ-насоса-форсунки. Во избежание превышения максимальной рабочей температуры насоса в одном из вариантов осуществления насос может быть расположен на холодной стороне пути рециркуляции расплавленного металла. В одном из вариантов осуществления ЭМ-насос, предназначенный для выполнения по меньшей мере одной из таких операций, как впрыск расплавленного металла и рециркуляция теплообменника, может представлять собой ЭМ-насос переменного тока. Такой ЭМ-насос переменного тока может быть оборудован блоком питания переменного тока, общим для прямой подачи переменного тока на ЭМ-шины либо на катушку индукционного тока, а также на электромагниты ЭМ-насоса переменного тока, чтобы сила тока и магнитное поле, совпадая по фазе, с высокой эффективностью создавали силу накачки по принципу Лоренца в одном направлении.

Температура расплавленного металла, в частности, расплавленного галлия, может поддерживаться на требуемом уровне, в частности, на повышенном уровне, который ниже температуры, при которой образуется сплав. Регулирование температуры галлия может обеспечиваться путем регулирования хотя бы одного из таких параметров, как сила тока ЭМ-насоса, изменяющая скорость потока теплообменника, форсунки на теплообменнике, температура водного хладагента, степень теплоизоляции камеры реакционной ячейки, степень погружения камеры реакционной ячейки в воду, скорость потока реагента H_2, скорость потока реагента O_2,

параметры напряжения и силы тока плазмы рекомбинатора, а также мощность энергии поджигания.

В одном из вариантов осуществления для создания рассеянного потока впрыскиваемого галлия 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 патрубка ЭМ-насоса, а также его впускного канала и ижекционного выпускного канала.

Теплообменник

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано источником тепла для турбинной системы, в частности, системой, состоящей из внешней камеры по типу камеры сгорания, причем тепло от теплообменника будет нагревать воздушную смесь из турбинного компрессора и будет заменять собой тепло от сгорания. Указанный теплообменник может быть расположен внутри газовой турбины для приема воздушной смеси из компрессора, или де он может находиться снаружи турбины, причем воздушная смесь будет направляться от компрессора через теплообменник и обратно в секцию сгорания газовой турбины. Теплообменник может быть оборудован трубной обвязкой ЭМ-насоса, встроенным в ребра, по которым принудительно будет протекать воздушная смесь. Указанная трубная обвязка может иметь змеевидную или зигзагообразную форму.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано теплообменником, в частности, теплообменником с воздушным или водяным охлаждением. В одном из вариантов осуществления такой теплообменник может иметь кожухотрубную конструкцию (см. фигуры 31D-E). Данный теплообменник может иметь множество трубок 801, по которым будет циркулировать расплавленный металл, в частности, расплавленное серебро или расплавленный галлий, из устройства марки SunCell® 812. Теплообменник может состоять из (i) резервуара с расплавленным металлом, в частности, резервуара 5c, в котором будет содержаться расплавленный металл, в частности, расплавленный галлий или расплавленное серебро, получающий тепловую энергию от камеры 5b31 реакционной ячейки, (ii) по меньшей мере одного циркуляционного электромагнитного насоса 810, перекачивающего расплавленный металл из устройства марки SunCell® через теплообменник и обратно в устройство марки SunCell®, (iv) кожуха 806 с впускным патрубком 807 и выпускным патрубком 808 для создания принудительного потока

внешнего хладагента, в частности, воздушной смеси или воды, причем перегородки 809 могут направлять поток внешнего хладагента через кожух, а воздушный поток может быть противотоком потоку расплавленного галлия в трубопроводах, (v) по меньшей мере одного канала или трубопровода 801, расположенного внутри кожуха 806, для потока расплавленного металла внутри, причем указанный внешний хладагент будет, протекая через кожух 806 и по трубопроводам 801, передавать тепло от расплавленного металла к внешнему хладагенту, (v) подводящей линии трубопровода 803 теплообменника и отводящей линии трубопровода 804 теплообменника, причем указанный циркуляционный насос будет подключен к контуру, образованному резервуаром 5c с расплавленным металлом, теплообменником, подводящей и отводящей линиями трубопровода, (vi) насоса либо нагнетателя хладагента, а также (vii) датчика и системы регулирования для регулирования потоков расплавленного металла и хладагента. Указанный теплообменник может быть дополнительно оборудован по меньшей мере одним коллектором 802 теплообменника и распределителем 805. Впускной коллектор 802 может принимать горячий расплавленный металл из циркуляционного ЭМ-насоса 810 и распределять его по множеству каналов или трубопроводов 801. Выпускной коллектор 802 расплавленного металла может принимать расплавленный металл через распределитель 805, объединять распределенный поток из множества трубопроводов и направлять поток расплавленного металла в выпускной трубопровод 804 теплообменника, ведущий обратно к резервуару 5c ячейки. Указанный циркуляционный ЭМ-насос может перекачивать горячий галлий через подводящую линию 803 теплообменника в теплообменник и через отводящую линию 804 обратно в резервуар 5c ячейки. Теплообменник может быть дополнительно оборудован впускным патрубком 807 и выпускным патрубком 808 для подачи внешнего хладагента и может быть дополнительно оборудован перегородками 809, предназначенными для направления потока внешнего хладагента по трубопроводам 801 для расплавленного металла. Поток может создаваться внешним нагнетателем или насосом 811 хладагента, в частности, воздухонагнетателем, компрессор либо водяным насосом. В ответ на введение по меньшей мере одного датчика, в частности термопары и измерителя скорости потока, поток расплавленного металла устройства марки SunCell® и внешнего хладагента через теплообменник может регулироваться по меньшей мере одним контроллером и вычислительной системой, что регулирует скорость накачки либо нагнетания соответствующего насоса либо нагнетателя.

В предмет настоящего изобретения включены и другие внешние хладагенты, в частности, расплавленный металл, солевой расплав либо другой газ или другая жидкость, помимо, соответственно, воздушной смеси и воды, которые известны в данной области техники. В одном из вариантов осуществления, оборудованном

теплообменником водогрейного котла с водным теплоносителем, трубы 801 могут быть выполнены из графита. Во впускной патрубок 807 может поступать вода, а из выпускного патрубка 808 может выходить пар. В одном из вариантов осуществления с паровым котлом в резервуар будет содержаться некоторое количество галлия, и галлий будет рециркулироваться с нижней части резервуара для поддержания требуемого температурного градиента от верха к низу, вследствие чего температура галлия в трубах парового котла будет ниже температуры, приводящей к пленочному закипанию на поверхности труб. Кроме того, впрыскивание галлия с более низкой температурой из нижней части резервуара может подавлять процесс закипания галлия в камере реакционной ячейки, предотвращая тем самым нежелательное повышение давления.

Типичный теплообменник, в тому числе с возможностью теплообмена между внешним хладагентом и расплавленным металлом, представлен на ФИГУРЕ 31D. Некоторые компоненты такого теплообменника, в частности, по меньшей мере один из таких элементов, как трубопроводы 801, коллекторы 802, распределители 805, подводящая линия 803 теплообменника и отводящая линия 804 теплообменника, могут быть выполнены из Ta. Расплавленный металл может поступать через подводящую линию 803, собираться во входном коллекторе 802 и, проходя через распределители 805 и трубопроводы 801, попадать в выходной коллектор 802 с окончательным выходом через отводящую линию 804. Указанный типовой теплообменник будет дополнительно оборудован кожухом 806 из нержавеющей стали, впускным патрубком 807 для внешнего хладагента, выпускным патрубком 808 для внешнего хладагента и перегородками 809. Хладагент может поступать во впускной патрубок 807 и, проходя по внешней поверхности трубопроводов 801, попадать в выпускной патрубок 808. В результате контакта между хладагентом и трубопроводами может происходить передача тепла от расплавленного металла через поверхность трубопроводов к хладагенту перед выходом последнего через выпускной патрубок 804. Выполненные из Ta компоненты могут быть соединены вместе с помощью сварки. Для предотвращения коррозии открытые для воздушной смеси поверхности танталовых компонентов теплообменника, в частности трубопроводы 801, могут быть анодированы. В порядке альтернативы для предотвращения окисления наружной поверхности танталовых трубопроводов 801 последние могут иметь покрытие или плакировку, в частности, с содержанием по меньшей мере одного из таких веществ, как рений, благородный металл, Pt, Pd, Ir, Ru, Rh, TiN, CrN, керамика, диоксидциркония-диоксидтитана-оксидиттрия (ZTY), а также муллит либо другое, описываемое в данном изобретении, вещество. Выполненные из Ta компоненты могут быть плакированы нержавеющей сталью. Плакировка может состоять из множества деталей, соединяемых друг с другом с помощью таких средств, как сварка или клей, в частности, клей, проявляющий устойчивость при по меньшей мере 1000°C, например,

рассчитанный на 1300°C клей марки J-B Weld 37901. Стальной кожух 806 может иметь футеровку либо покрытие, по меньшей мере в нижней части, предназначенной для сбора любого просочившегося галлия, в частности, футеровку из Ta либо покрытие из ZTY или муллита. Во избежание сбоев вследствие теплового расширения упомянутый теплообменник с содержанием Ta, в частности, оборудованный танталовыми каналами 801, может иметь модульную конструкцию, причем в качестве теплообменника будет служит множество модулей теплообменника, а не единый теплообменник, равный по совокупному размеру таким модулям.

В порядке альтернативы по меньшей мере один танталовый компонент может быть заменен компонентом с танталовым покрытием, в частности, с танталовым гальваническим покрытием, причем такой компонент с танталовым покрытием будет выполнен из нержавеющей стали или другого металла, имеющего приблизительно соответствующий коэффициент теплового расширения (например, инвара, ковара либо другой нержавеющий стали или другого металла). Рений (т.пл. 3 185 °C) обладает устойчивостью к воздействию галлия, галинстана, серебра и меди, а также обладает устойчивостью к окислению кислородом и водой. В еще одном из вариантов осуществления в указанном теплообменнике будет по меньшей мере один компонент с рениевым покрытием, в частности, с рениевым гальваническим покрытием, причем такой компонент с рениевым покрытием будет выполнен из нержавеющей стали или другого металла, имеющего приблизительно соответствующий коэффициент теплового расширения (например, инвара, ковара либо другой нержавеющий стали или другого металла). В другом из вариантов осуществления по меньшей мере один танталовый компонент может быть заменен компонентом, состоящим или имеющим покрытие по меньшей мере из одного из таких веществ, как нержавеющая сталь марки 347 или хром-молибденовая нержавеющая сталь, W, Mo, Nb, Nb(94,33 мас.%)-Mo(4,86 мас.%)-Zr(0,81 мас.%), Os, Ru, Hf, Re, а также Mo с силицидным покрытием.

Другой типичный теплообменник будет состоять из выполненных из кварца, SiC, Si_3N_4, стабилизированного оксидом иттрия оксида циркония либо BN трубопроводов 801, коллекторов 802, распределителей 805, подводящей линии 803 теплообменника, отводящей линии 804 теплообменника, кожуха 806, впускного патрубка 807 внешнего хладагента, выпускного патрубка 808 внешнего хладагента, а также перегородок 809. Такие компоненты могут быть соединены между собой посредством сплавления, склеивания с помощью клеящего вещества для кварца, SiC или BN, либо посредством соединений или штуцеров, в частности, с применением фланцев и прокладок, например, графитовых (графойловых) прокладок. Типичные, выполненные из SiC, теплообменники будут представлять собой (i) пластинчатые, (ii) кожухоблочные, (iii) выполненные из SiC кольцевые и (iv) кожухотрубные теплообменники такого производителя, как GAB Neumann (https://www.gab-

neumann.com). Для предотвращения разрушения SiC к расплавленному металлу, в частности, галлию, в небольшом мас.%, в частности, менее 5 мас.%, может добавляться Si. Для целей нагнетания воздушной смеси через каналы его карбидкремниевого блока указанный теплообменник может быть оборудован нагнетателем либо компрессором 811. Типичным ЭМ-насосом 810 является модель 410 марки Pyrotek, имеющая карбидкремниевую футеровку и способная функционировать при температуре 1000°C. В одном из вариантов осуществления, в котором функцию хладагента будет выполнять расплавленный галлий, по меньшей мере одно соединение может быть выполнено из такого материала, что описается в данном изобретении, который обладает устойчивостью к образованию сплава с галлием. В одном из типичных вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как впускной патрубок 803 теплообменника, впускной коллектор 803a теплообменника, подводящая линия 803b теплообменника, выпускной патрубок 804 теплообменника, выпускной коллектор 804a теплообменника и отводящая линия 804 теплообменника, будет выполнен из керамики, в частности, из BN, графита, который может быть покрыт SiC, W, Ta, ванадия, нержавеющей стали марки 347 или хром-молибденовой нержавеющей стали, Mo, Nb, Nb(94,33мас.%)-Mo(4,86 мас.%)-Zr (0,81 мас.%), Os, Ru, Hf, Re, а также Mo с силицидным покрытием.

Уплотнения между компонентами, в частности, соединяющие между собой по меньшей мере два из таких элементов, как насос 810, впускной патрубок 803 теплообменника, впускной коллектор теплообменника 803a, подводящая линия 803b теплообменника, выпускной патрубок 804 теплообменника, выпускной коллектор 804a теплообменника и отводящая линия 804b теплообменника, могут представлять собой клеевые соединения, сварные соединения либо фланцевые соединения с прокладками, в частности, керамическими прокладками, в частности, выполненными из термикулита (например, марки Flexitallic), либо графитовыми прокладками, в частности, грайфойловыми или графилоровыми. Графитовая прокладка может быть герметизирована с помощью покрытия, в частности, с применением материала марки Resbond, карбидкремниевой пасты или термопасты, плакировки либо защищена от окисления кожухом. В одном из вариантов осуществления указанное уплотнение может содержать ковкий металл, в частности, Ta, причем уплотняемый компонент также может содержать такой ковкий металл. В одном из вариантов осуществления такое уплотнение может иметь две керамические поверхности, обработанные на высокоточном станке и сжатые вместе с помощью таких нажимных средств, как пружины.

В одном из вариантов осуществления, в котором расплавленный металл в трубопроводах 801 поддерживается при более низкой температуре, в частности, при температуре ниже по меньшей мере одного из таких значений, как 750°C, 650°C,

550°C, 450°C и 350°C, теплообменный насос 810 может представлять собой механический насос, в частности, во избежание образования сплава, выполненный с керамическими крыльчаткой и корпусом. ЭМ-насос может быть оборудован измерителем потока, в частности, электромагнитным измерителем потока, и контроллером для контроля и регулирования потока расплавленного металла, например, через компоненты теплообменника, в частности, на его входе, выходе, в коллекторах, в распределителях, в трубопроводах либо через их сочетания, причем такие измерители потока могут быть расположены таким образом, чтобы иметь возможность измерять поток, проходящий через один или несколько из таких компонентов.

В одном из типичных вариантов осуществления кожух 806 карбидкремниевого кожухоблочного либо карбидкремниевого кожухотрубного теплообменника может состоять из материала, в частности, нержавеющей стали марки «ковар» или «инвар», имеющего коэффициент теплового расширения, примерно соответствующий коэффициенту теплового расширения SiC, вследствие чего расширение кожуха будет примерно таким же, как у карбидкремниевогоблока или у карбидкремниевых трубок. Кожух 806 может быть оснащен такими средства расширения, как сильфон. В порядке альтернативы кожух 806 теплообменника может быть оснащен двумя секциями, расположенными с напуском для целей расширения. Такое соединение, как соединение внакрой либо шпунтовое соединение, может герметизироваться за счет расширения.

В одном из вариантов осуществления упомянутый теплообменник будет оснащен по меньшей мере одним из таких элементов, как схема защиты и защитное программное обеспечение, предназначенным для регулирования работы ЭМ-насоса с целью предотвращения термического удара по меньшей мере одного компонента теплообменника, в частности, керамического, например, карбидкремниевого блока кожухоблочного теплообменника либо карбидкремниевой трубки кожухотрубного теплообменника.

Некоторые компоненты такого теплообменника, в частности, по меньшей мере один из таких элементов, как трубопроводы 801, коллекторы 802, распределители 805, подводящая линия 803 теплообменника и отводящая линия 804 теплообменника, 806, впускной патрубок 807 для внешнего хладагента, выпускной патрубок 808 для внешнего хладагента и перегородки 809, могут быть выполнены из графита. Графитовые компоненты могут быть соединены между собой с применением по меньшей мере одной из таких технологий, как склеивание либо крепление с помощью прокладочных соединений, в частности, с графойловыми прокладками. Поверхности, подвергающиеся воздействию воздушной смеси, могут быть оснащены устойчивым к окислению покрытием, в частности, выполненным из SiC, например, путем

химического осаждения карбида кремния из паровой фазы либо глазурирования карбидом кремния. Типовым будет теплообменник кожухотрубного типа производства компании GAB Neumann (https://www.gab-neumann.com), в котором внешние поверхности, в частности, трубопроводы 801, будут покрыты карбидом кремния. В порядке альтернативы внешние поверхности могут быть покрыты устойчивым к окислению материалом, в частности, нержавеющей сталью. В еще одном из вариантов компоненты устройства марки SunCell®, в частности, компоненты ЭМ-насоса либо компоненты теплообменника, вступающие в реакцию с воздушной смесью, в частности, выполненные из графита либо Ta, могут быть размещены в герметически закрывающемся либо способном создавать вакуум кожухе, который может либо опорожняться, либо заполняться инертным газом, в частности, благородным газом, например, аргоном, либо азотом, с целью защиты размещенных внутри кожуха компонентов устройства марки SunCell® от окисления при высокой температуре. Линия подачи галлия от ЭМ-насоса к впускному патрубку 803 теплообменника может быть выполнена из металла, не вступающего при рабочей температуре в реакцию с графитом, вследствие чего в соединении такого металла с графитом, в частности, с применением прокладки, например, фланцевое соединение с графитовой прокладкой, не будет происходить реакция с образованием карбида. Типичным металлом, не вступающим в реакцию с графитом при 1000°C, является никель либо металл с никелевым или рениевым покрытием, в частности, нержавеющая сталь с никелевым или рениевым покрытием.

В одном из типичных вариантов осуществления, представленном на фигурах 31E-G, компоненты, контактирующие с расплавленным галлием, будут выполнены из углерода, а компоненты, 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 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 смеси будет контактировать только с нержавеющей сталью. Крышки 802, впускной патрубок 803 и выпускной патрубок 804 будут размещены внутри выполненного из нержавеющей стали корпуса 806a, вваренная подводящая линия 803c и вваренная отводящая линия 804c которого будут соединенные с поводящей линией 803 и отводящей линией 804 графитового теплообменника, расположенными внутри корпуса 806a, 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 805a, состоящей из углерода и приклеенного к концам футеровок 801a, и внутренней части, состоящей из нержавеющей стали и приваренной к корпусу 806a и кожуху 806. Линия 803, ведущая от циркуляционного ЭМ-насоса 810 для перекачивания галлия, и обратная линия 804, ведущая к резервуару 5c, могут быть оснащены компенсационным соединением, в частности, сильфоном либо подпружиненным соединением.

В одном из вариантов осуществления теплообменник, имеющий в своем составе графитовые компоненты, в частности, подвергающиеся воздействию воздушной смеси, например, трубопроводы 801, будет дополнительно оборудован детектором продуктов сгорания углерода, в частности, детектором дыма, а также системой защиты, позволяющей избежать выхода компонента из строя и возможного возгорания с участием расплавленного металла, в частности, галлия. Указанная система защиты может представлять собой противопожарную систему, в частности, известную в данной области техники, например, систему пожаротушения либо набор средств, обеспечивающих перекрытие потока воздушной смеси в камеру кожуха 806, в частности, клапанов, расположенных на впускном патрубке 807 и выпускном патрубке 808 для внешнего хладагента.

На поверхности титана, цинка, магния, ниобия, циркония, гафния и тантала могут образовываться анодные пленки. Типичные оксиды Nb, Ta и Zr обладают большей стабильностью, чем оксид галлия. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один компонент устройства марки SunCell® и теплообменника будет выполнен из металла, образующего анодную либо оксидную пленку или же аналогичное покрытие. Указанное оксидное покрытие может выполнять по меньшей мере одну из таких функций, как (i) защита компонента от образования сплава с расплавленным металлом, в частности, с по меньшей мере одним из таких металлов, как галлий, галинстан, серебро и медь, а также (ii) защита компонента от окисления. В одном из типичных вариантов осуществления такой компонент будет выполнен из по меньшей мере одно из таких металлов, как Nb, Ta и Zr, которые могут иметь защитное оксидное покрытие. В одном из типичных вариантов осуществления компонента устройства марки SunCell® такой компонент может быть анодирован с целью образования защитного оксидного покрытия, которое может защищать компонент от образования сплава с расплавленным металлом, в частности, галлием, галинстаном, серебром и медью, а также защищать компонент от окисления под воздействием смеси для реакции с образованием гидрино. В одном из вариантов осуществления компонента теплообменника такой компонент, подвергающийся воздействию воздушной смеси, может быть анодирован, дабы быть защищенным от окисления в условиях воздушной смеси.

В одном из вариантов осуществления, представленном на фигуре 31H, теплообменник будет состоять из множества модульных блоков 813 теплообменника, описываемого в данном изобретении. Упомянутый расплавленный металл может течь из резервуара 5c через подводящую линию 803b теплообменника во впускной коллектор 803a теплообменника ко впускному патрубку 803 каждого модуля 813 теплообменника. Расплавленный металл может перекачиваться обратно в резервуар 5c с помощью ЭМ-насоса 810, поддерживающего поток расплавленного металла через выпускной патрубок 804, выпускной коллектор 804a и отводящую линию 804b каждого теплообменника.

В одном из вариантов осуществления указанный теплообменник может быть оборудован первичным контуром и вторичным контуром, причем расплавленный металл резервуара 5c будет удерживаться в первичном контуре отдельно от хладагента, в частности, расплавленного металла либо солевого расплава, во вторичном контуре. Теплообмен между первичным контуром к вторичным контуром будет осуществляться с помощью теплообменника первой ступени, при этом к точке нагрузки тепло будет передаваться с помощью теплообменника вторичной ступени. В одном из вариантов осуществления вторичный контур будет представлять собой теплообменник на основе расплавленного металла либо солевого расплава. В одном из вариантов осуществления теплообменник, обеспечивающий передачу тепла от расплавленного галлия к воздушной смеси, может представлять собой промышленный теплообменник, обеспечивающий передачу тепла от расплавленного галлия к воздушной смеси, либо промышленный теплообменник, обеспечивающий передачу тепла от солевого расплава к воздушной смеси, причем последний может быть совместим с модификацией, предусматривающей замену солевого расплава на расплавленный галлий.

Указанный теплообменник может состоять из множества ступеней, в частности, представлять собой двухступенчатый теплообменник, причем первый газ или первая жидкость будет служить внешним хладагентом в первой ступени, а второй газ или вторая жидкость будет служить внешним хладагентом во второй ступени. Теплопередача от первого внешнего хладагента ко второму будет осуществляться через теплообменник, в частности, теплообменник типа «газ-газ». Типичный двухступенчатый теплообменник будет состоять из графитовых трубопроводов 801, коллекторов 802, распределителей 805, подводящей линии 803 теплообменника, отводящей линии 804 теплообменника, кожуха 806, впускного патрубка 807 внешнего хладагента, выпускного патрубка 808 внешнего хладагента, а также перегородок 809. Такие компоненты могут быть соединены между собой посредством склеивания с помощью клеящего вещества для графита либо посредством соединений или штуцеров, в частности, с применением фланцев и прокладок, например, графитовых (графойловых) прокладок. Первый внешний хладагент может представлять собой

благородный газ, в частности, гелий, либо азот, передающий тепло через теплообменник типа «газ-газ» ко второму внешнему хладагенту, представляющему собой воздушную смесь.

В одном из вариантов осуществления теплообменник первой ступени будет выполнен из графита, в частности, будет представлять собой графитовый кольцевой теплообменник, кожухоблочный теплообменник, кожухотрубный теплообменник производства компании GAB Neumann (https://www.gab-neumann.com), причем в первой ступени будет осуществляться обмен тепла между галлием и выступающим в качестве внешнего хладагента серебром, а во второй ступени будет осуществляться обмен тепла между серебром и другим внешним хладагентом, в частности, воздушной смесью. Теплообменник второй ступени может иметь кожухотрубную конструкцию, в частности, представленную на фигуре 31D. В еще одном из вариантов осуществления теплообменник первой ступени, в частности, кожухотрубный теплообменник, будет выполнен из тантала.

В одном из вариантов осуществления нагнетатель 811 внешний хладагента будет представлять собой компрессор газовой турбины, осуществляющий подачу сжатого воздуха через впускной патрубок 807 внешнего хладагента теплообменника. Указанный воздух может проходить по трубопроводам 801. Нагретый воздух может выходить из выпускного патрубка 808 внешнего хладагента теплообменника и поступать в силовую секцию газовой турбины, причем устройство марки SunCell® 812 и теплообменник 813 будут представлять собой источник тепловой энергии механического либо электрического генератора газовой турбины с внешней камерой сгорания.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один компонент теплообменника, в частности, подводящая линия 803 и отводящая линия 804, распределитель 805, коллекторы 802 и трубопроводы 801, будет иметь по меньшей мере покрытие либо футеровку из материала, препятствующего образованию сплава с расплавленным металлом, в частности, галлием, либо иным образом предотвращающего коррозию такого компонента. Указанные покрытие либо футеровка может быть выполнены из описываемых в данном изобретении веществ, в частности, BN, графита, кварца, диоксидциркония-диоксидтитана-оксидиттрия, мулита либо оксида алюминия. В одном из типичных вариантов осуществления упомянутый расплавленный металл будет представлять собой галлий, по меньшей мере один из таких компонентов теплообменника, как подводящая линия 803 и отводящая линия 804 теплообменника, распределитель 805, коллекторы 802 и трубопроводы 801, будет выполнен из нержавеющей стали, а указанная футеровка будет выполнена из кварца либо другой керамики. Во избежание несоответствия по тепловому расширения и сжатию с керамической футеровкой, в частности, выполненной из кварца,

нержавеющая сталь может быть заменена коваром либо инваром. В одном из альтернативных типичных вариантов осуществления упомянутые трубопроводы будут выполнены из никеля, причем каждый из них будет иметь графитовое покрытие.

В одном из вариантов осуществления упомянутый теплообменник может быть внутренним, а не внешним, по отношению к резервуару устройства марки SunCell®. По меньшей мере один коллектор теплообменника может представлять собой резервуар 5c. ЭМ-насос, обеспечивающий циркуляцию расплавленного металла, в частности, галлия, по трубопроводам теплообменника, может состоять из по меньшей мере одного из таких насосов, как инжекторный ЭМ-насос 5ka и насос другого типа.

В одном из вариантов осуществления указанный теплообменник может быть оборудован двумя концевыми коллекторами 802 с множеством труб 801, соединяющих такие коллекторы. В порядке альтернативы такой теплообменник будет оборудован одним или несколькими, соединяющими указанные коллекторы, зигзагообразными трубопроводами. Такие коллекторы могут дополнительно служить резервуарами. Упомянутые трубопроводы могут быть встроены в систему либо массив охлаждающих ребер. Теплообменник может быть выполнен по типу радиатора грузовика, причем водный теплоноситель будет заменена расплавленным металлом, а водяной насос будет заменен насосом расплавленного металла, в частности, ЭМ-насосом. Такой радиатор может охлаждаться с помощью внешнего хладагента, в частности, воздушной смеси либо воды. Указанный внешний хладагент может транспортироваться с помощью, соответственно, нагнетателя либо водяного насоса, нагнетающего поток внешнего хладагента, в частности, воздушной смеси либо воды, через охлаждающие ребра. Такие ребра могут быть выполнены из материала с высоким коэффициентом теплопередачи, в частности, из меди, никеля либо никель-медного сплава.

В еще одном из вариантов осуществления упомянутый теплообменник может представлять собой пластинчатый теплообменник, в частности производства компании Alfa-Laval, состоящий из параллельных пластин с внешним хладагентом, в частности, воздушной смесью, и расплавленным металлом устройства марки SunCell®, протекающим по чередующимся каналам между пластинами.

В одном из вариантов осуществления такой теплообменник может быть оборудован котлом, в частности, паровым котлом. В одном из вариантов осуществления теплообменник на основе жидкого расплавленного металла будет состоять из трубопроводов, представляющих собой котельные трубы 801, служащие для нагрева воды в находящейся под давлением емкости 806, представляющей собой котел. Трубопроводы 801 могут быть расположены внутри находящейся под давлением емкости 806, представляющей собой котел. Указанный расплавленный металл может прокачиваться по трубопроводам 801, причем, тепловая энергия, перетекая в бассейн с водой, будет образовывать в котле по меньшей мере одно из

таких веществ, как перегретая вода и пар. Такая перегретая вода может в парогенераторе быть преобразована в пар.

В одном из типичных вариантов осуществления указанный котел будет оснащен цилиндрическим кожухом с помещенными в такой кожух продольными каналами, причем внешний водный теплоноситель будет протекать в продольном направлении сквозь кожух и по каналам, на поверхностях которых могут иметься выступы, предназначенные по меньшей мере для одного из таких действий, как увеличение площади поверхности каналов и создание турбулентности, необходимой для усиления передачи тепла от каналов к воде. Указанный цилиндрический кожух может быть ориентирован вертикально. В одном из вариантов осуществления опорная плита 5kk1 может иметь отверстия для протекания хладагента. Кроме того, опорная плита 5kk1 может по меньшей мере представлять собой тонкую пластину, в частности, пластину толщиной от примерно 0,1 мм до 5 мм, а также для улучшения ее охлаждения может быть выполнена из металла с более высоким коэффициентом теплопередачи, в частности, из W, Ta, Nb либо хром-молибденовой нержавеющей стали.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® и теплообменник будут оборудованы по меньшей мере одним устройством для измерения температуры, в частности, термопарой либо термистором, которые могут иметь по меньшей мере одну из таких характеристик, как возможность монтажа на поверхности компонента, возможность погружения в расплавленный металл и возможность подвержения воздействию газа или плазмы, присутствующих в камере реакционной ячейки 5b31. Температура по меньшей мере одного из таких компонентов, как стенки камеры реакционной камеры, патрубок 5k6 ЭМ-насоса и компоненты теплообменника, в частности, по меньшей мере один из таких компонентов, как трубопроводы 801, коллекторы 802, распределители 805, подводящая линия 803 теплообменника и отводящая линия 804 теплообменника, может контролироваться с помощью по меньшей мере одной устанавливаемой на поверхности термопары, которая может быть прикреплена к поверхности соответствующего компонента. Крепление может быть выполнено с помощью сварки или керамического клея, например, с высоким коэффициентом теплопередачи. Указанным клеем может быть BN либо SiC.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано вакуумной системой, состоящей из вакуумного трубопровода, ведущего к камере реакционной ячейки, и вакуумного насоса, предназначенного для откачивания газов из камеры реакционной ячейки на периодической или непрерывной основе. В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет оборудовано конденсатором, предназначенным для конденсирования по меньшей мере одного из таких веществ, как реагент и продукт реакции с образованием гидрино. Указанный

конденсатор может располагаться на одной линии с вакуумным насосом либо представлять собой соединение газопровода с вакуумным насосом. Указанная вакуумная система может быть дополнительно оборудована конденсатором, предназначенным для конденсирования по меньшей мере одного из таких вытекающих из камеры реакционной ячейки веществ, как реагент и продукт. Конденсатор может вызывать избирательное перетекание конденсата, конденсированного реагента либо продукта, обратно в камеру реакционной ячейки. Конденсатор может поддерживаться в температурном диапазоне, вызывающем избирательное перетекание конденсата обратно в камеру реакционной ячейки. Такое перетекание может быть активным либо пассивным, например, соответственно, под воздействием насоса или самотеком. В одном из вариантов осуществления указанный конденсатор может быть оснащен средством для предотвращения потока частиц, например, наночастиц галлия либо оксида галлия, из камеры реакционной ячейки в вакуумную систему, например, по меньшей мере одним из таких устройств, как фильтр, зигзагообразный канал и электростатический осадитель. В одном из вариантов осуществления вакуумный насос может охлаждаться с помощью водяного или принудительного воздушного охлаждения.

В одном из типичных прошедших испытания вариантов осуществления в камере реакционной ячейки поддерживали давление в диапазоне примерно от 1 торр до 20 торр, при этом выполняли подачу H_2 со скоростью 10 ст.куб.см/мин и впрыск H_2O со скоростью 4 мл/мин с одновременным применением активного вакуумного перекачивания. Напряжение постоянного тока составляло примерно 28 В, а сила постоянного тока – примерно 1 кА. Камера реакционной ячейки была выполнена в виде куба из нержавеющей стали с краями длиной 9 дюймов (23 см), в котором содержалось 47 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-насоса составляла примерно 30-40 мл/с. Галлий выполнял функцию положительного полюса, а вольфрамовый пьедестал-электрод выполнял функцию отрицательного полюса. 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 150 кВт.

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь может содержать добавку, представляющую собой такое вещество, как металл либо соединение, что вступает в реакцию с по меньшей мере одним из таких веществ, как кислород и вода. Указанная добавка может быть регенерирована. Регенерация может быть

осуществляться с помощью по меньшей мере одной системы устройства марки SunCell®. В качестве системы регенерации может выступать по меньшей мере одна из таких систем, как термическая, плазменная либо электролизная система. Указанная добавка может добавляться к реакционной смеси, представляющей собой расплавленное серебро. В одном из вариантов осуществления добавка может представлять собой галлий, который может добавляться в расплавленное серебро, представляющее собой расплавленный металл. В одном из вариантов осуществления в камеру реакционной ячейки может подаваться вода. Эта вода может подаваться с помощью форсунки. Галлий может вступать в реакцию с подаваемой в реакционную смесь водой с образованием водорода и галлия. Водород может вступать в реакцию с некоторым количеством остаточной HOH, которая служит катализатором гидрино. Оксид галлия может регенерироваться с помощью системы электролиза. Металлический галлий и кислород, производимые в результате восстановления с помощью системы электролиза, могут, соответственно, перекачиваться обратно в камеру реакционной ячейки и отводиться из ячейки.

В одном из вариантов осуществления для удаления пленки из оксида галлия, образующейся в результате реакции нагнетаемой воды с галлием, в реакционную смесь может добавляться газообразный водород. Присутствующий в камере реакционной ячейки газообразный водород может находиться по меньшей мере в одном из таких диапазонов давлений, как примерно от 0,1 торр до 100 атм., от 1 торр до 1 атм. и от 1 торр до 10 торр. Такой газообразный водород может подаваться в камеру реакционной ячейки со скоростью из расчета на литр объема камеры реакционной ячейки, находящейся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 0,001 ст.куб.см/мин до 10 л/мин, от 0,001 ст.куб.см/мин до 10 л/мин, а также от 0,001 ст.куб.см/мин до 10 л/мин.

В одном из вариантов осуществления в качестве катализатора может служить водород. Источником водорода для подачи nH (n представляет собой целое число) в качестве катализатора, а также атомов H для образования гидрино может быть газообразный H_2, который может подаваться через проницаемую для водорода мембрану, например, из Pd или Pd-Ag, в частности, мембрану на основе сплава, на 23% состоящего из Ag и на 77% – из Pd, расположенную в стенке патрубка 5k4 ЭМ-насоса, с использованием регулятора массового расхода, предназначенного для регулирования потока водорода из электролизера для разложения воды под высоким давлением. Использование в качестве катализатора водорода вместо катализатора HOH может предотвратить реакцию окисления по меньшей мере одного компонента ячейки, например, камеры 5b31 углеродной реакционной ячейки. Плазма, поддерживаемая в камере реакционной ячейки, может диссоциировать H_2 с образованием атомов H.

Углерод может представлять собой пиролитический углерод, предназначенный для подавления взаимодействия между углеродом и водородом.

Твердотопливное устройство марки SunCell®

В одном из вариантов осуществления устройством марки SunCell® будет использоваться твердое топливо, вступающее в реакцию с образованием по меньшей мере одного реагента, необходимого для образования гидрино. К реагентам для реакции с образованием гидрино могут относиться атомарный H и катализатор для образования гидрино. Указанным катализатором может выступать образующаяся вода, HOH. Упомянутый реагент может по меньшей мере частично регенерироваться на месте в устройстве марки SunCell®. Указанное твердое топливо может регенерироваться с помощью плазменной либо термической реакции в камере 5b31 реакционной ячейки. Такая регенерация может обеспечиваться энергией по меньшей мере одного из таких видов, как плазменная энергия и тепловая энергия, которая будет поддерживаться и высвобождаться в камере 5b31 реакционной ячейки. Твердотопливные реагенты могут регенерироваться путем подачи источника элемента, потребляемого в процессе образования гидрино либо продуктов, содержащих гидрино, например, соединений водорода и составов химических связанных веществ с более низкой энергией. Устройство марки SunCell® может быть оборудовано по меньшей мере одним из источников H и кислорода, необходимых для возмещения любых потерь со стороны твердого топлива во время прохождения реакции с образованием гидрино в таком устройстве марки SunCell®. Указанный источник по меньшей мере одного из таких элементов, как H и O, может представлять собой по меньшей мере одно из таких веществ, как H_2, H_2O и O_2. В типичном восстанавливающемся варианте осуществления H_2, потребляемый для образования $H_2(1/4)$, будет заменяться путем добавления по меньшей мере одного из таких веществ, как H_2 и H_2O, причем H_2O может дополнительно служить источником по меньшей мере одного из таких веществ, как катализатор HOH и O_2. В оптимальных условиях по меньшей мере одно из таких веществ, как CO_2 и благородный газ, например, аргон, может быть компонентом реакционной смеси, причем CO_2 может служить источником кислорода, необходимого для образования катализатора HOH.

В одном из вариантов осуществления устройство марки SunCell® будет дополнительно оборудовано электролизной ячейкой для регенерации по меньшей мере некоторой части по меньшей мере одного исходного материала из любых образующихся в камере реакционной ячейки продуктов. Указанный исходный материал может содержать по меньшей мере один из твердотопливных реагентов, причем продукт может образовываться в результате реакции с участием твердого топлива с образованием реагентов гидрино. Исходный материал может представлять

собой расплавленный металл, например, галлий либо серебро. В одном из вариантов осуществления такой расплавленный металл будет обладать инертностью в присутствии расплавленного металла. Типичным инертным расплавленным металлом выступает серебро. Электролизная ячейка может состоять из по меньшей мере одного из таких элементов, как резервуар 5c, камера 5b31 реакционной ячейки и отдельная камера, расположенная за пределами по меньшей мере одного из таких элементов, как резервуар 5c и камера 5b31 реакционной ячейки. Электролизная ячейка может включать в себя по меньшей мере (i) два электрода, (ii) впускной и выпускной каналы и транспортеры для отдельной камеры, (iii) электролит, который может содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как расплавленный металл, а также реагенты и продукты в по меньшей мере одной из таких емкостей, как резервуар, камера реакционной ячейки и отдельная камера, (iv) источник питания системы электролиза, а также (v) контроллер системы электролиза, а также контроллеры и источники питания транспортеров, ведущих, соответственно, в электролизную ячейку и из нее. Транспортер может быть выполнен в варианте, описываемом в настоящем изобретении.

В одном из вариантов осуществления в результате реакции с участием твердого топлива в качестве продуктов либо промежуточных продуктов реакции будут образовываться H_2O и H. H_2O может служить в качестве катализатора для образования гидрино. В числе таких реагентов будут по меньшей мере один окислитель и один восстановитель, а реакция будет представлять собой по меньшей мере одну реакцию окисления-восстановления. Указанный восстановитель может представлять собой металл, например, щелочной металл. Реакционная смесь может дополнительно содержать источник водорода и источник H_2O, а также может в необязательном порядке содержать носитель, например, углерод, карбид, борид, нитрид, карбонитрил, в частности, TiCN, либо нитрил. Носителем может быть порошкообразный металл. Источник H может быть выбран из группы, в состав которой входят гидриды щелочных, щелочноземельных, переходных, внутренних переходных, редкоземельных металлов, а также гидриды, описываемые в настоящем изобретении. Источником водорода может быть газообразный водород, который может дополнительно содержать диссоциатор, например, из числа описываемых в настоящем изобретении, в частности, благородный металл на носителе, например, выполненном из углерода либо оксида алюминия, а также других, описываемых в настоящем изобретении, веществ. Источник воды может представлять собой соединение, выполняющее функции обезвоживания, например, гидроксид либо гидроксидный комплекс, включая, гидроксиды либо гидроксидные комплексы Al, Zn, Sn, Cr, Sb и Pb. Источник воды может включать в себя источник водорода и источник кислорода. Источник кислорода может представлять собой соединение, содержащее кислород. Типичными

соединениями либо молекулами являются O_2, оксид, пероксид либо супероксид щелочного либо щелочноземельного металла, TeO_2, SeO_2, PO_2, P_2O_5, SO_2, SO_3, M_2SO_4, $MHSO_4$, CO_2, $M_2S_2O_8$, $MMnO_4$, $M_2Mn_2O_4$, $M_xH_yPO_4$ (x, y = целое число), $POBr_2$, $MClO_4$, MNO_3, NO, N_2O, NO_2, N_2O_3, Cl_2O_7, а также O_2 (M = щелочной металл; причем щелочноземельный либо другой катион может заменять собой M). К числу других типичных реагентов относят реагенты, выбранные из группы, в которую входят Li, LiH, $LiNO_3$, LiNO, $LiNO_2$, Li_3N, Li_2NH, $LiNH_2$, LiX, NH3, $LiBH_4$, $LiAlH_4$, Li_3AlH_6, LiOH, Li_2S, LiHS, LiFeSi, Li_2CO_3, $LiHCO_3$, Li_2SO_4, $LiHSO_4$, Li_3PO_4, Li_2HPO_4, LiH_2PO_4, Li_2MoO_4, $LiNbO_3$, $Li_2B_4O_7$ (литий тетраборат), $LiBO_2$, Li_2WO_4, $LiAlCl_4$, $LiGaCl_4$, Li_2CrO_4, $Li_2Cr_2O_7$, Li_2TiO_3, $LiZrO_3$, $LiAlO_2$, $LiCoO_2$, $LiGaO_2$, Li_2GeO_3, $LiMn_2O_4$, Li_4SiO_4, Li_2SiO_3, $LiTaO_3$, $LiCuCl_4$, $LiPdCl_4$, $LiVO_3$, $LiIO_3$, $LiBrO_3$, $LiXO_3$ (X = F, Br, Cl, I), $LiFeO_2$, $LiIO_4$, $LiBrO_4$, $LiIO_4$, $LiXO_4$ (X = F, Br, Cl, I), $LiScO_n$, $LiTiO_n$, $LiVO_n$, $LiCrO_n$, $LiCr_2O_n$, $LiMn_2O_n$, $LiFeO_n$, $LiCoO_n$, $LiNiO_n$, $LiNi_2O_n$, $LiCuO_n$, а также $LiZnO_n$, где n = 1, 2, 3 либо 4, оксианион, оксианион сильной кислоты, окислитель, молекулярный окислитель, например, V_2O_3, I_2O_5, MnO_2, Re_2O_7, CrO_3, RuO_2, AgO, PdO, PdO_2, PtO, PtO_2, а также NH_4X, где X представляет собой нитрат либо другой подходящий анион, указанный в справочнике CRC, а также восстановитель. Li может быть заменен другим щелочным металл либо другим катионом. Дополнительные источники кислорода могут быть выбраны из группы, в которую входят $MCoO_2$, $MGaO_2$, M_2GeO_3, MMn_2O_4, M_4SiO_4, M_2SiO_3, $MTaO_3$, MVO_3, MIO_3, $MFeO_2$, MIO_4, $MClO_4$, $MScO_n$, $MTiO_n$, MVO_n, $MCrO_n$, MCr_2O_n, MMn_2O_n, $MFeO_n$, $MCoO_n$, $MNiO_n$, MNi_2O_n, $MCuO_n$, а также $MZnO_n$, где n = 1, 2, 3 либо 4, оксианион, оксианион сильной кислоты, окислитель, молекулярный окислитель, например, V_2O_3, I_2O_5, MnO_2, Re_2O_7, CrO_3, RuO_2, AgO, PdO, PdO_2, PtO, PtO_2, I_2O_4, I_2O_5, I_2O_9, SO_2, SO_3, CO_2, N_2O, NO, NO_2, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5, Cl_2O, ClO_2, Cl_2O_3, Cl_2O_6, Cl_2O_7, PO_2, P_2O_3, а также P_2O_5. Реагенты могут иметь любое необходимое соотношение, при котором образуются гидрино. Типичная реакционная смесь будет включать в себя 0,33 г LiH, 1,7 г $LiNO_3$, а также смесь 1 г MgH_2 и 4 г активированного порошкообразного C. Дополнительные подходящие типичные реакции с образованием по меньшей мере одного из таких реагентов, как катализатор H_2O и H_2 приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 Термически обратимые реакционные циклы, касающиеся катализатора H_2O и H_2. [L.C. Brown, G.E. Besenbruch, K.R. Schultz, A.C. Marshall, S.K. Showalter, P.S. Pickard and J.F. Funk, Nuclear Production of Hydrogen Using Thermochemical Water-Splitting Cycles, препринт доклада, который должен быть представлен на Международном конгрессе по перспективным атомным электростанциям (ICAPP) в г. Голливуд, штат Флорида, 19–13 июня 2002 года, с публикацией в *Материалах конференции*.]

Название цикла	T/E*	T (°C)	Реакция
1 Westinghouse	T	850	$2H_2SO_4$(газ.) → $2SO_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) + O_2(газ.)
	E	77	SO_2(газ.) + $2H_2O$(вод.) → → H_2SO_4(вод) + H_2(газ.)
2 Ispra Mark 13	T	850	$2H_2SO_4$(газ.) → $2SO_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) + O_2(газ.)
	E	77	2HBr(вод.) → Br_2(вод.) + H_2(газ.)
	T	77	Br_2(жид.) + SO_2(газ.) + $2H_2O$(жид.) → 2HBr(газ.) + H_2SO_4(вод.)
3 UT-3 Univ. of Tokyo	T	600	$2Br_2$(газ.) + 2CaO → $2CaBr_2$ + O_2(газ.)
	T	600	$3FeBr_2$ + $4H_2O$ → Fe_3O_4 + 6HBr + H_2(газ.)
	T	750	$CaBr_2$ + H_2O → CaO + 2HBr
	T	300	Fe_3O4 + 8HBr → Br_2 + $3FeBr_2$ + $4H_2O$
4 Серно-йодный	T	850	$2H_2SO_4$(газ.) → $2SO_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) + O_2(газ.)
	T	450	2HI → I_2(газ.) + H_2(газ.)
	T	120	I_2 + SO_2(вод.) + $2H_2O$ → 2HI(вод.) + H_2SO_4(вод.)
5 Julich Center EOS	T	800	$2Fe_3O_4$ + $6FeSO_4$ → $6Fe_2O_3$ + $6SO_2$ + O_2(газ.)
	T	700	3FeO + H_2O → Fe_3O_4 + H_2(газ.)
	T	200	Fe_2O_3 + SO_2 → FeO + $FeSO_4$
6 Tokyo Inst. Tech. Ferrite	T	1000	$2MnFe_2O_4$ + $3Na_2CO_3$ + H_2O → $2Na_3MnFe_2O_6$ + $3CO_2$(газ.) + H_2(газ.)
	T	600	$4Na_3MnFe_2O_6$ + $6CO_2$(газ.) → $4MnFe_2O_4$ + $6Na_2CO_3$ + O_2(газ.)
7 Hallett Air Products 1965	T	800	$2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) → 4HCl(газ.) + O_2(газ.)
	E	25	2HCl → Cl_2(газ.) + H_2(газ.)
8 Gaz de France	T	725	2K + 2KOH → $2K_2O$ + H_2(газ.)
	T	825	$2K_2O$ → 2K + K_2O_2
	T	125	$2K_2O_2$ + $2H_2O$ → 4KOH + O_2(газ.)
9 Никель-ферритовый	T	800	$NiMnFe_4O_6$ + $2H_2O$ → $NiMnFe_4O_8$ + $2H_2$(газ.)
	T	800	$NiMnFe_4O_8$ → $NiMnFe_4O_6$ + O_2(газ.)
10 Aachen Univ Julich 1972	T	850	$2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) → 4HCl(газ.) + O_2(газ.)
	T	170	$2CrCl_2$ + 2HCl → $2CrCl_3$ + H_2(газ.)
	T	800	$2CrCl_3$ → $2CrCl_2$ + Cl_2(газ.)
11 Ispra Mark 1C	T	100	$2CuBr_2$ + $Ca(OH)_2$ → 2CuO + $2CaBr_2$ + H_2O
	T	900	4CuO(тв.) → $2Cu_2O$(тв.) + O_2(газ.)
	T	730	$CaBr_2$ + $2H_2O$ → $Ca(OH)_2$ + 2HBr
	T	100	Cu_2O + 4HBr → $2CuBr_2$ + H_2(газ.) + H_2O
12 LASL- U	T	25	$3CO_2$ + U_3O_8 + H_2O → $3UO_2CO_3$ + H_2(газ.)
	T	250	$3UO_2CO_3$ → $3CO_2$(газ.) + $3UO_3$
	T	700	$6UO_3$(тв.) → $2U_3O_8$(тв.) + O_2(газ.)
13 Ispra Mark 8	T	700	$3MnCl_2$ + $4H_2O$ → Mn_3O_4 + 6HCl + H_2(газ.)
	T	900	$3MnO_2$ → Mn_3O_4 + O_2(газ.)
	T	100	4HCl + Mn_3O_4 → $2MnCl_2$(вод.) + MnO_2 + $2H_2O$
14 Ispra Mark 6	T	850	$2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) → 4HCl(газ.) + O_2(газ.)
	T	170	$2CrCl_2$ + 2HCl → $2CrCl_3$ + H_2(газ.)
	T	700	$2CrCl_3$ + $2FeCl_2$ → $2CrCl_2$ + $2FeCl_3$
	T	420	$2FeCl_3$ → Cl_2(газ.) + $2FeCl_2$
15 Ispra Mark 4	T	850	$2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) → 4HCl(газ.) + O_2(газ.)
	T	100	$2FeCl_2$ + 2HCl + S → $2FeCl_3$ + H_2S

		T 420	$2FeCl_3 \rightarrow Cl_2$(газ.) + $2FeCl_2$
		T 800	$H_2S \rightarrow S + H_2$(газ.)
	16 Ispra Mark 3	T 850	$2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) $\rightarrow$ 4HCl(газ.) + O_2(газ.)
		T 170	$2VOCl_2 + 2HCl \rightarrow 2VOCl_3 + H_2$(газ.)
		T 200	$2VOCl_3 \rightarrow Cl_2$(газ.) + $2VOCl_2$
	17 Ispra Mark 2 (1972)	T 100	$Na_2O.MnO_2 + H_2O \rightarrow 2NaOH$(вод.) + MnO_2
		T 487	$4MnO_2$(тв.) $\rightarrow 2Mn_2O_3$(тв.) + O_2(газ.)
		T 800	$Mn_2O_3 + 4NaOH \rightarrow 2Na_2O.MnO_2 + H_2$(газ.) + H_2O
	18 Ispra CO/Mn3O4	T 977	$6Mn_2O_3 \rightarrow 4Mn_3O_4 + O_2$(газ.)
		T 700	C(тв.) + H_2O(газ.) $\rightarrow$ CO(газ.) + H_2(газ.)
		T 700	CO(газ.) + $2Mn_3O_4 \rightarrow C + 3Mn_2O_3$
	19 Ispra Mark 7B	T 1000	$2Fe_2O_3 + 6Cl_2$(газ.) $\rightarrow 4FeCl_3 + 3O_2$(газ.)
		T 420	$2FeCl_3 \rightarrow Cl_2$(газ.) + $2FeCl_2$
		T 650	$3FeCl_2 + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 6HCl + H_2$(газ.)
		T 350	$4Fe_3O_4 + O_2$(газ.) $\rightarrow 6Fe_2O_3$
		T 400	$4HCl + O_2$(газ.) $\rightarrow 2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$
	20 Ванадий-хлоридный	T 850	$2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) $\rightarrow$ 4HCl(газ.) + O_2(газ.)
		T 25	$2HCl + 2VCl_2 \rightarrow 2VCl_3 + H_2$(газ.)
		T 700	$2VCl_3 \rightarrow VCl_4 + VCl_2$
		T 25	$2VCl_4 \rightarrow Cl_2$(газ.) + $2VCl_3$
	21 Ispra Mark 7A	T 420	$2FeCl_3$(жид.) $\rightarrow Cl_2$(газ.) + $2FeCl_2$
		T 650	$3FeCl_2 + 4H_2O$(газ.) $\rightarrow Fe_3O_4 + 6HCl$(газ.) + H_2(газ.)
		T 350	$4Fe_3O_4 + O_2$(газ.) $\rightarrow 6Fe_2O_3$
		T 1000	$6Cl_2$(газ.) + $2Fe_2O_3 \rightarrow 4FeCl_3$(газ.) + $3O_2$(газ.)
		T 120	Fe_2O_3 + 6HCl(вод.) $\rightarrow 2FeCl_3$(вод.) + $3H_2O$(жид.)
	22 GA Cycle 23	T 800	H_2S(газ.) $\rightarrow$ S(газ.) + H_2(газ.)
		T 850	$2H_2SO_4$(газ.) $\rightarrow 2SO_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) + O_2(газ.)
		T 700	$3S + 2H_2O$(газ.) $\rightarrow 2H_2S$(газ.) + SO_2(газ.)
		T 25	$3SO_2$(газ.) + $2H_2O$(жид.) $\rightarrow 2H_2SO_4$(вод.) + S
		T 25	S(газ.) + O_2(газ.) $\rightarrow SO_2$(газ.)
	23 US -Chlorine	T 850	$2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) $\rightarrow$ 4HCl(газ.) + O_2(газ.)
		T 200	$2CuCl + 2HCl \rightarrow 2CuCl_2 + H_2$(газ.)
		T 500	$2CuCl_2 \rightarrow 2CuCl + Cl_2$(газ.)
	24 Ispra Mark	T 420	$2FeCl_3 \rightarrow Cl_2$(газ.) + $2FeCl_2$
		T 150	$3Cl_2$(газ.) + $2Fe_3O_4$ + 12HCl $\rightarrow 6FeCl_3 + 6H_2O + O_2$(газ.)
		T 650	$3FeCl_2 + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 6HCl + H_2$(газ.)
	25 Ispra Mark 6C	T 850	$2Cl_2$(газ.) + $2H_2O$(газ.) $\rightarrow$ 4HCl(газ.) + O_2(газ.)
		T 170	$2CrCl_2 + 2HCl \rightarrow 2CrCl_3 + H_2$(газ.)
		T 700	$2CrCl_3 + 2FeCl_2 \rightarrow 2CrCl_2 + 2FeCl_3$
		T 500	$2CuCl_2 \rightarrow 2CuCl + Cl_2$(газ.)
		T 300	$CuCl + FeCl_3 \rightarrow CuCl_2 + FeCl_2$

*T = термохимический, E = электрохимический.

Таблица 2 Термически обратимые реакционные циклы, касающиеся катализатора H_2O и H_2. [C. Perkins and A.W. Weimer, Solar-Thermal Production of Renewable Hydrogen, AIChE Journal, 55 (2), (2009), стр. 286-293.]

Цикл	Этапы прохождения реакции
Высокотемпературные циклы	
Zn/ZnO	$ZnO \xrightarrow{1600-1800\ ^\circ C} Zn + \frac{1}{2}O_2$
	$Zn + H_2O \xrightarrow{400\ ^\circ C} ZnO + H_2$
FeO/Fe_3O_4	$Fe_3O_4 \xrightarrow{2000-2300\ ^\circ C} 3FeO + \frac{1}{2}O_2$
	$3FeO + H_2O \xrightarrow{400\ ^\circ C} Fe_3O_4 + H_2$
Карбонат кадмия	$CdO \xrightarrow{1450-1500\ ^\circ C} Cd + \frac{1}{2}O_2$
	$Cd + H_2O + CO_2 \xrightarrow{350\ ^\circ C} CdCO_3 + H_2$
	$CdCO_3 \xrightarrow{500\ ^\circ C} CO_2 + CdO$
Гибридный кадмий	$CdO \xrightarrow{1450-1500\ ^\circ C} Cd + \frac{1}{2}O_2$
	$Cd + 2H_2O \xrightarrow{25\ ^\circ C,\ electrochemical} Cd(OH)_2 + H_2$
	$Cd(OH)_2 \xrightarrow{375\ ^\circ C} CdO + H_2O$
Натрий-марганцевый	$Mn_2O_3 \xrightarrow{1400-1600\ ^\circ C} 2MnO + \frac{1}{2}O_2$
	$2MnO + 2NaOH \xrightarrow{627\ ^\circ C} 2NaMnO_2 + H_2$
	$2NaMnO_2 + H_2O \xrightarrow{25\ ^\circ C} Mn_2O_3 + 2NaOH$
M-феррит (M = Co, Ni, Zn)	$Fe_{3-x}M_xO_4 \xrightarrow{1200-1400\ ^\circ C} Fe_{3-x}M_xO_{4-\delta} + \frac{\delta}{2}O_2$

$$Fe_{3-x}M_xO_{4-\delta} + \delta H_2O \xrightarrow{1000-1200\ ^\circ C} Fe_{3-x}M_xO_4 + \delta H_2$$

Низкотемпературные циклы	
Серно-йодный	$H_2SO_4 \xrightarrow{850\ ^\circ C} SO_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2$
	$I_2 + SO_4 + 2H_2O \xrightarrow{100\ ^\circ C} 2HI + H_2SO_4$
	$2HI \xrightarrow{300\ ^\circ C} I_2 + H_2$
Гибридная сера	$H_2SO_4 \xrightarrow{850\ ^\circ C} SO_2 + H_2O + \frac{1}{2}O_2$
	$SO_2 + 2H_2O \xrightarrow{77\ ^\circ C,\ electrochemical} H_2SO_4 + H_2$
Гибридный хлорид меди	$Cu_2OCl_2 \xrightarrow{550\ ^\circ C} 2CuCl + \frac{1}{2}O_2$
	$2Cu + 2HCl \xrightarrow{425\ ^\circ C} H_2 + 2CuCl$
	$4CuCl \xrightarrow{25\ ^\circ C,\ electrochemical} 2Cu + 2CuCl_2$
	$2CuCl_2 + H_2O \xrightarrow{325\ ^\circ C} Cu_2OCl_2 + 2HCl$

Таблица 3 Термически обратимые реакционные циклы, касающиеся катализатора H_2O и H_2. [S. Abanades, P. Charvin, G. Flamant, P. Neveu, Screening of Water-Splitting Thermochemical Cycles Potentially Attractive for Hydrogen Production by Concentrated Solar Energy, Energy, 31, (2006), стр. 2805–2822.]

Инд.№	Название цикла	Перечень элементов	Количество химических этапов	Максимальная температура (°C)	Реакции	
6	ZnO/Zn	Zn	2	2000	$ZnO \rightarrow Zn + 1/2O_2$	(2000 °C)
					$Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$	(1100 °C)
7	Fe_3O_4/FeO	Fe	2	2200	$Fe_3O_4 \rightarrow 3FeO + 1/2O_2$	(2200 °C)
					$3FeO + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2$	(400 °C)
194	In_2O_3/In_2O	In	2	2200	$In_2O_3 \rightarrow In_2O + O_2$	(2200 °C)
					$In2O + 2H_2O \rightarrow In_2O_3 + 2H_2$	(800 °C)
194	SnO_2/Sn	Sn	2	2650	$SnO_2 \rightarrow Sn + O_2$	(2650 °C)
					$Sn + 2H_2O \rightarrow SnO_2 + 2H_2$	(600 °C)
83	MnO/$MnSO_4$	Mn, S	2	1100	$MnSO_4 \rightarrow MnO + SO_2 + 1/2O_2$	(1100 °C)
					$MnO + H_2O + SO_2 \rightarrow MnSO_4 + H_2$	(250 °C)
84	FeO/$FeSO_4$	Fe, S	2	1100	$FeSO_4 \rightarrow FeO + SO_2 + 1/2O_2$	(1100 °C)
					$FeO + H_2O + SO_2 \rightarrow FeSO_4 + H_2$	(250 °C)
86	CoO/$CoSO_4$	Co, S	2	1100	$CoSO_4 \rightarrow CoO + SO_2 + 1/2O_2$	(1100 °C)
					$CoO + H_2O + SO_2 \rightarrow CoSO_4 + H_2$	(200 °C)
200	$Fe_3O_4/FeCl_2$	Fe, Cl	2	1500	$Fe_3O_4 + 6HCl \rightarrow 3FeCl_2 + 3H_2O + 1/2O_2$	(1500 °C)
					$3FeCl_2 + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 6HCl + H_2$	(700 °C)
14	$FeSO_4$ Julich	Fe, S	3	1800	$3FeO(тв.) + H_2O \rightarrow Fe_3O_4(тв.) + H_2$	(200 °C)
					$Fe_3O_4(тв.) + FeSO_4 \rightarrow 3Fe_2O_3(тв.) + 3SO_2(газ.) + 1/2O_2$	(800 °C)
					$3Fe_2O_3(тв.) + 3SO_2 \rightarrow 3FeSO_4 + 3FeO(тв.)$	(1800 °C)
85	$FeSO_4$	Fe, S	3	2300	$3FeO(тв.) + H_2O \rightarrow Fe_3O_4(тв.) + H_2$	(200 °C)
					$Fe_3O_4(тв.) + 3SO_3(газ.) \rightarrow 3FeSO_4 + 1/2O_2$	(300 °C)
					$FeSO_4 \rightarrow FeO + SO_3$	(2300 °C)
109	C7 IGT	Fe, S	3	1000	$Fe_2O_3(тв.) + 2SO_2(газ.) + H_2O \rightarrow 2FeSO_4(тв.) + H_2$	(125 °C)
					$2FeSO_4(тв.) \rightarrow Fe_2O_3(тв.) + SO_2(газ.) + SO_3(газ.)$	(700 °C)
					$SO_3(газ.) \rightarrow SO_2(газ.) + 1/2O_2(газ.)$	(1000 °C)
21	Shell Process	Cu, S	3	1750	$6Cu(тв.) + 3H_2O \rightarrow 3Cu_2O(тв.) + 3H_2$	(500 °C)
					$Cu_2O(тв.) + 2SO_2 + 3/2O_2 \rightarrow 2CuSO_4$	(300 °C)
					$2Cu_2O(тв.)+2CuSO_4 \rightarrow 6Cu+2SO_2+3O_2$	(1750 °C)

87	$CuSO_4$	Cu, S	3	1500	Cu_2O(тв.)+H_2O(газ.) → Cu(тв.)+$Cu(OH)_2$	(1500 °C)
					$Cu(OH)_2$+SO_2(газ.) → $CuSO_4$+H_2	(100 °C)
					$CuSO_4$ + Cu(тв.) → Cu_2O(тв.) + SO_2 + 1/2O_2	(1500 °C)
110	LASL $BaSO_4$	Ba, Mo, S	3	1300	SO_2 + H_2O + $BaMoO_4$ → $BaSO_3$ + MoO_3 + H_2O	(300 °C)
					$BaSO_3$ + H_2O → $BaSO_4$ + H_2	
					$BaSO_4$(тв.) + MoO_3(тв.) → $BaMoO_4$(тв.) + SO_2(газ.) + 1/2O_2	(1300 °C)
4	Mark 9	Fe, Cl	3	900	3$FeCl_2$ + 4H_2O → Fe_3O_4 + 6HCl + H_2	(680 °C)
					Fe_3O_4 + 3/2Cl_2 + 6HCl → 3$FeCl_3$ + 3H_2O + 1/2O_2	(900 °C)
					3$FeCl_3$ → 3$FeCl_2$ + 3/2Cl_2	(420 °C)
16	Euratom 1972	Fe, Cl	3	1000	H_2O + Cl_2 → 2HCl + 1/2O_2	(1000 °C)
					2HCl + 2$FeCl_2$ → 2$FeCl_3$ + H_2	(600 °C)
					2$FeCl_3$ → 2$FeCl_2$ + Cl_2	(350 °C)
20	Cr, Cl Julich	Cr, Cl	3	1600	2$CrCl_2$(s, T_f = 815 °C) + 2HCl → 2$CrCl_3$(тв.) + H_2	(200 °C)
					2$CrCl_3$ (s, T_f = 1150 °C) → 2$CrCl_2$(тв.) + Cl_2	(1600 °C)
					H_2O + Cl_2 → 2HCl + 1/2O_2	(1000 °C)
27	Mark 8	Mn, Cl	3	1000	6$MnCl_2$(жид.) + 8H_2O → 2Mn_3O_4 + 12HCl + 2H_2	(700 °C)
					3Mn_3O_4(тв.) + 12HCl → 6$MnCl_2$(тв.) + 3MnO_2(тв.)+6H_2O	(100 °C)
					3MnO_2(тв.) → Mn_3O_4(тв.) + O_2	(1000 °C)
37	Ta Funk	Ta, Cl	3	2200	H_2O + Cl_2 → 2HCl + 1/2O_2	(1000 °C)
					2$TaCl_2$ + 2HCl → 2$TaCl_3$ + H_2	(100 °C)
					2$TaCl_3$ → 2$TaCl_2$ + Cl_2	(2200 °C)
78	Mark 3 Euratom JRC Ispra (Италия)	V, Cl	3	1000	Cl_2(газ.) + H_2O(газ.) → 2HCl(газ.) + 1/2O_2(газ.)	(1000 °C)
					2$VOCl_2$(тв.) + 2HCl(газ.) → 2$VOCl_3$(газ.) + H_2(газ.)	(170 °C)
					2$VOCl_3$(газ.) → Cl_2(газ.) + 2$VOCl_2$(тв.)	(200 °C)
144	Bi, Cl	Bi, Cl	3	1700	H_2O + Cl_2 → 2HCl + 1/2O_2	(1000 °C)
					2$BiCl_2$ + 2HCl → 2$BiCl_3$ + H_2	(300 °C)
					2$BiCl_3$(T_f = 233 °C,T_{eb} = 441 °C) → 2$BiCl_2$ + Cl_2	(1700 °C)
146	Fe, Cl Julich	Fe, Cl	3	1800	3Fe(тв.) + 4H_2O → Fe_3O4(тв.) + 4H_2	(700 °C)
					Fe_3O_4 + 6HCl → 3$FeCl_2$(газ.) + 3H_2O + 1/2O_2	(1800 °C)
					3$FeCl_2$+3H_2 → 3Fe(тв.)+6HCl	(1300 °C)
147	Fe, Cl Cologne	Fe, Cl	3	1800	3/2FeO(тв.) + 3/2Fe(тв.) + 2.5H_2O → Fe_3O_4(тв.) + 2.5H_2	(1000 °C)
					Fe_3O_4 + 6HCl → 3$FeCl_2$(газ.) + 3H_2O + 1/2O_2	(1800 °C)
					3$FeCl_2$ + H_2O + 3/2H_2 → $_{3/2}$FeO(тв.) + 3/2Fe(тв.) + 6HCl	(700 °C)
25	Mark 2	Mn, Na	3	900	Mn_2O_3(тв.)+4NaOH → 2$Na_2O \cdot MnO_2$ + H_2O + H_2	(900 °C)
					2$Na_2O \cdot MnO_2$ + 2H_2O → 4NaOH + 2MnO_2(тв.)	(100 °C)
					2MnO_2(тв.) → Mn_2O_3(тв.) + 1/2O_2	(600 °C)

28	Li, Mn LASL	Mn, Li	3	1000	$6LiOH + 2Mn_3O_4 \rightarrow 3Li_2O \cdot Mn_2O_3 + 2H_2O + H_2$	(700 °C)
					$3Li_2O \cdot Mn_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 6LiOH + 3Mn_2O_3$	(80 °C)
					$3Mn_2O_3 \rightarrow 2Mn_3O_4 + 1/2O_2$	(1000 °C)
199	Mn PSI	Mn, Na	3	1500	$2MnO + 2NaOH \rightarrow 2NaMnO_2 + H_2$	(800 °C)
					$2NaMnO_2 + H_2O \rightarrow Mn_2O_3 + 2NaOH$	(100 °C)
					Mn_2O_3(жид.) $\rightarrow 2MnO$(тв.) $+ 1/2O_2$	(1500 °C)
178	Fe, M ORNL	Fe, (M = Li, K, Na)	3	1300	$2Fe_3O_4 + 6MOH \rightarrow 3MFeO_2 + 2H_2O + H_2$	(500 °C)
					$3MFeO_2 + 3H_2O \rightarrow 6MOH + 3Fe_2O_3$	(100 °C)
					$3Fe_2O_3$(тв.) $\rightarrow 2Fe_3O_4$(тв.) $+ 1/2O_2$	(1300 °C)
33	Sn Souriau	Sn	3	1700	Sn(жид.) $+ 2H_2O \rightarrow SnO_2 + 2H_2$	(400 °C)
					$2SnO_2$(тв.) $\rightarrow 2SnO + O_2$	(1700 °C)
					$2SnO$(тв.) $\rightarrow SnO_2$ + Sn(жид.)	(700 °C)
177	Co ORNL	Co, Ba	3	1000	CoO(тв.)$+x$Ba(OH)$_2$(тв.) $\rightarrow$	
					Ba_xCoO_y(тв.)$+(y-x-1)H_2+(1+2x-y)\ H_2O$	(850 °C)
					Ba_xCoO_y(тв.)$+xH_2O \rightarrow x$Ba(OH)$_2$(тв.)$+$CoO$(y-x)$(тв.)	(100 °C)
					CoO$(y-x)$(тв.) $\rightarrow$ CoO(тв.) $+ (y-x-1)/2O_2$	(1000 °C)
183	Ce, Ti ORNL	Ce, Ti, Na	3	1300	$2CeO_2$(тв.) $+ 3TiO_2$(тв.) $\rightarrow Ce_2O_3 \cdot 3TiO_2 + 1/2O_2$	(800–1300 °C)
					$Ce_2O_3 \cdot 3TiO_2 + 6NaOH \rightarrow 2CeO_2 + 3Na_2TiO_3 + 2H_2O + H_2$	(800 °C)
					$CeO_2 + 3NaTiO_3 + 3H_2O \rightarrow CeO_2$(тв.) $+ 3TiO_2$(тв.) $+ 6NaOH$	(150 °C)
269	Ce, Cl GA	Ce, Cl	3	1000	$H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 1/2O_2$	(1000 °C)
					$2CeO_2 + 8HCl \rightarrow 2CeCl_3 + 4H_2O + Cl_2$	(250 °C)
					$2CeCl_3 + 4H_2O \rightarrow 2CeO_2 + 6HCl + H_2$	(800 °C)

К реагентам, необходимым для образования катализатора H_2O, могут относиться источник O, например, частиц O, а также источник H. Источник частиц O может представлять собой по меньшей мере одно из таких веществ, как O_2, воздух и соединение или примесь соединений с содержанием O. Таким соединением с содержанием кислорода может выступать окислитель. Соединение с содержанием кислорода может содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как оксид, оксигидроксид, гидроксид, пероксид и супероксид. Подходящими типичными оксидами металлов являются оксиды щелочных металлов, например Li_2O, Na_2O и K_2O, оксиды щелочноземельных металлов, например, MgO, CaO, SrO и BaO, оксиды переходных металлов, например, NiO, Ni_2O_3, FeO, Fe_2O_3 и CoO, и оксиды внутренних переходных и редкоземельных металлов, а также оксиды других металлов и металлоидов, например, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se и Te, а также смеси этих и других элементов с содержанием кислорода. К указанным оксидам могут относиться оксидный анион, например, из числа описываемых в настоящем изобретении, в частности, анион оксида металла, а также катион, например, катион щелочного, щелочноземельного, переходного, внутреннего переходного и редкоземельного металла, а также катионы других металлов и металлоидов, например, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se и Te, в частности $MM'_{2x}O_{3x+1}$ либо $MM'_{2x}O_4$ (M = щелочноземельный металл, M' = переходный металл, например, Fe, Ni либо Mn, x = целое число), а также $M_2M'_{2x}O_{3x+1}$ либо $M_2M'_{2x}O_4$ (M = щелочной металл, M' = переходный металл, например. Fe, Ni либо Mn, x = целое число). Подходящими типичными оксигидроксидами металлов являются AlO(OH), ScO(OH), YO(OH), VO(OH), CrO(OH), MnO(OH) (гроутит α-MnO(OH) и манганит γ-MnO(OH)), FeO(OH), CoO(OH), NiO(OH), RhO(OH), GaO(OH), InO(OH), $Ni_{1/2}Co_{1/2}O(OH)$, а также $Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}O(OH)$. Подходящими типичными гидроксидами являются гидроксиды металлов, например, щелочных, щелочноземельных, переходных, внутренних переходных и редкоземельных металлов, а также гидроксиды других металлов и металлоидов, например, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se и Te, а также их смеси. Подходящими гидроксидами комплексных ионов являются $Li_2Zn(OH)_4$, $Na_2Zn(OH)_4$, $Li_2Sn(OH)_4$, $Na_2Sn(OH)_4$, $Li_2Pb(OH)_4$, $Na_2Pb(OH)_4$, $LiSb(OH)_4$, $NaSb(OH)_4$, $LiAl(OH)_4$, $NaAl(OH)_4$, $LiCr(OH)_4$, $NaCr(OH)_4$, $Li_2Sn(OH)_6$, а также $Na_2Sn(OH)_6$. К дополнительным типичным подходящим гидроксидам относят по меньшей мере один из таких гидроксидов, как $Co(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Ni(OH)_2$, гидроксиды других переходных металлов, $Cd(OH)_2$, $Sn(OH)_2$, а также Pb(OH). Подходящими типичными пероксидами являются H_2O_2, пероксиды органических соединений и пероксиды металлов, например, M_2O_2, где M представляет собой щелочной металл, в частности Li_2O_2, Na_2O_2, K_2O_2, другие ионные пероксиды, например, пероксиды щелочноземельных металлов, в частности, пероксиды Ca, Sr либо Ba, пероксиды других электроположительных

металлов, например, лантаноидов, а также пероксиды ковалентных металлов, например, Zn, Cd и Hg. Подходящими типичными супероксидами являются супероксиды металлов MO_2, где M представляет собой щелочной металл, например, NaO_2, KO_2, RbO_2 и CsO_2, а также супероксиды щелочноземельных металлов. В одном из вариантов осуществления твердое топливо будет содержать пероксид щелочного металла и источник водорода, например, гидрид, углеводород либо материал-накопитель водорода, в частности, BH_3NH_3. Реакционная смесь может содержать гидроксид, например, гидроксиды щелочных, щелочноземельных, переходных, внутренних переходных и редкоземельных металлов, а также Al, Ga, In, Sn, Pb и других элементов, образующих гидроксиды, а также источник кислорода, например, соединение, содержащее по меньшей мере один оксианион, в частности, карбонат, например, с содержанием щелочных, щелочноземельных, переходных, внутренних переходных и редкоземельных металлов, а также Al, Ga, In, Sn, Pb и других элементов, описываемых в настоящем изобретении. В числе других подходящих соединений с содержанием кислорода будет по меньшей мере одно из оксианионных соединений из группы, в которую входят алюминаты, вольфраматы, цирконаты, титанаты, сульфаты, фосфаты, карбонаты, нитраты, хроматы, дихроматы и манганаты, оксиды, оксигидроксиды, пероксиды, супероксиды, силикаты, титанаты, вольфраматы и другие, описываемые в настоящем изобретении, соединения. Типичная реакция с участием гидроксида и карбоната может быть представлена следующим образом:

$Ca(OH)_2 + Li_2CO_3$ с образованием $CaO + H_2O + Li_2O + CO_2$ (60)

В других вариантах осуществления источником кислорода будет выступать газообразное вещество либо вещество, с легкостью образующее газ, например, NO_2, NO, N_2O, CO_2, P_2O_3, P_2O_5 и SO_2. Продукт восстановленного оксида, получаемый в результате образования катализатора H_2O, например, C, N, NH_3, P либо S, может преобразовываться обратно в оксид путем сжигания в присутствии кислорода либо его источника в порядке, приведенном в предыдущих заявках Миллса. Ячейкой может вырабатываться избыточное тепло, которое может использоваться для целей обогрева, или же такое тепло может с помощью таких средств, как система, работающая по циклу Ренкина либо Брайтона, преобразоваться в электричество. В порядке альтернативы ячейка может использоваться для синтеза видов водорода с более низкой энергией, например, молекулярного гидрино и гидрино-гидридных ионов, а также соответствующих соединений.

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь для образования гидрино, предназначенных по меньшей мере для одной из таких целей, как производство видов и соединений водорода с более низкой энергией и производство энергии, будет содержать источник атомарного водорода и источник катализатора с содержанием по меньшей мере одного из таких элементов, как H и O, например,

описываемого в настоящем изобретении, в частности, катализатора H_2O. Реакционная смесь может дополнительно содержать кислоту, например, H_2SO_3, H_2SO_4, H_2CO_3, HNO_2, HNO_3, $HClO_4$, H_3PO_3 и H_3PO_4, либо источник кислоты, например, кислотный ангидрид или безводную кислоту. Последний может содержать по меньшей мере одно вещество из группы, в которую входят SO_2, SO_3, CO_2, NO_2, N_2O_3, N_2O_5, Cl_2O_7, PO_2, P_2O_3, а также P_2O_5. Реакционная смесь может содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как основа и основной ангидрид, например, M_2O (M= щелочной металл), M'O (M' = щелочноземельный металл), ZnO либо другой оксид переходного металла, CdO, CoO, SnO, AgO, HgO или Al_2O_3. Дополнительные типичные ангидриды включают в себя металлы, устойчивые к H_2O, например, Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr и In. Указанный ангидрид может быть оксидом щелочного либо щелочноземельного металла, а гидратированное соединение может представлять собой гидроксид. Реакционная смесь может включать в себя оксигидроксид, например, FeOOH, NiOOH либо CoOOH. Реакционная смесь может включать в себя по меньшей мере одно из таких веществ, как источник H_2O и H_2O. H_2O может в обратимом порядке образовываться в результате реакций гидратации и дегидратации в присутствии атомарного водорода. Типичные реакции с образованием катализатора H_2O:

$Mg(OH)_2$ с образованием $MgO + H_2O$ (61)

2LiOH с образованием $Li_2O + H_2O$ (62)

H_2CO_3 с образованием $CO_2 + H_2O$ (63)

2FeOOH с образованием $Fe_2O_3 + H_2O$ (64)

В одном из вариантов осуществления катализатор H_2O будет образовываться путем дегидратации по меньшей мере одного из соединений с содержанием фосфатов, например, солей фосфатов, гидрофосфатов и дигидрофосфатов, в частности, солей катионов, например, катионов, содержащих металлы, в частности, щелочные, щелочноземельные, переходные, внутренние переходные и редкоземельные металлы, а также другие металлы и металлоиды, например, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se и Te, а также смесей, необходимых для образования конденсированных фосфатов, например, по меньшей мере одного из полифосфатов, в частности, $[P_nO_{3n+1}]^{(n+2)-}$, длинноцепочечных метафосфатов, в частности, $[(PO_3)_n]^{n-}$, циклических метафосфатов, в частности, $[(PO_3)_n]^{n-}$, где n□3, а также ультрафосфатов, в частности, P_4O_{10}. Типичными реакциями являются

$(n-2)NaH_2PO_4 + 2Na_2HPO_4 \xrightarrow{heat} Na_{n+2}P_nO_{3n+1}$ (полифосфат) $+ (n-1)H_2O$ (65)

$nNaH_2PO_4 \xrightarrow{heat} (NaPO_3)_n$ (метафосфат) $+ nH_2O$ (66)

К реагентам реакции дегидратации может относиться R-Ni, что может представлять собой по меньшей мере одно из таких веществ, как $Al(OH)_3$ и Al_2O_3.

Такие реагенты могут дополнительно содержать металл M, например, из числа описываемых в настоящем изобретении, в частности, щелочной металл, гидрид металла MH, гидроксид металла, например, из числа описываемых в настоящем изобретении, в частности, гидроксид щелочного металла, а также источник водорода, например, H_2, а также собственный водород. Типичными реакциями являются

$2Al(OH)_3$ + с образованием $Al_2O_3 + 3H_2O$ (67)

$Al_2O_3 + 2NaOH$ с образованием $2NaAlO_2 + H_2O$ (68)

$3MH + Al(OH)_3$ + с образованием $M_3Al + 3H_2O$ (69)

$MoCu + 2MOH + 4O_2$ с образованием $M_2MoO_4 + CuO + H_2O$ (M = Li, Na, K, Rb, Cs) (70)

Продукт реакции может представлять собой сплав. R-Ni может регенерироваться посредством регидратации. Реакционная смесь и реакция дегидратации с образованием катализатора H_2O могут включать в себя и задействовать оксигидроксид, например, из числа описываемых в настоящем изобретении, указанный в такой типичной реакции:

$3Co(OH)_2$ с образованием $2CoOOH + Co + 2H_2O$ (71)

Атомарный водород может посредством диссоциации образовываться из газообразного H_2. Диссоциатором водорода может выступать диссоциатор из числа описываемых в настоящем изобретении, например, R-Ni либо благородный металл или переходный металл, нанесенный на носитель, в частности Ni, Pt или Pd, нанесенный на углерод, либо Al_2O_3. В порядке альтернативы указанный атомарный H может получаться в результате проникновения H через мембрану, например, мембрану, описываемую в настоящем изобретении. В одном из вариантов осуществления ячейка будет оборудована мембраной, например, керамической мембраной, обеспечивающей избирательную диффузию H_2 с предотвращением диффузии H_2O. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один из таких элементов, как H_2 и атомарный H, будет подаваться в ячейку посредством электролиза электролита, содержащего источник водорода, например, электролита на водной основе либо на основе расплава с содержанием H_2O. В одном из вариантов осуществления катализатор H_2O будет в обратимом порядке образоваться посредством дегидратации кислоты либо основы до ангидридной формы. В одном из вариантов осуществления реакция с образованием катализатора H_2O и гидрино будет проходить в результате изменения по меньшей мере одного из таких значений, как уровень pH или активность, температура и давление в ячейке, причем давление может изменяться посредством изменения температуры. Активность такого вещества, как кислота, основа либо ангидрид, может изменяться посредством добавления соли из числа известных специалистам в данной области техники. В одном из вариантов осуществления реакционная смесь может содержать материал, например, углерод, который может

выступать поглотителем либо источником газа, например, H_2 либо газообразного ангидрида кислоты, необходимого для реакции с образованием гидрино. Реагенты могут быть в любых необходимых концентрациях и соотношениях. Реакционная смесь может быть в виде расплава либо представлять собой водную суспензию.

В еще одном из вариантов осуществления источником катализатора H_2O будет выступать реакция, проходящая между кислотой и основой, например, реакция, происходящая между по меньшей мере одним из таких веществ, как галогеноводородная, серная, азотная и азотистая кислота, и основой. Другими подходящими кислотными реагентами будут выступать водные растворы H_2SO_4, HCl, HX (X-галогенида), H_3PO_4, $HClO_4$, HNO_3, HNO, HNO_2, H_2S, H_2CO_3, H_2MoO_4, $HNbO_3$, $H_2B_4O_7$ (M-тетрабората), HBO_2, H_2WO_4, H_2CrO_4, $H_2Cr_2O_7$, H_2TiO_3, $HZrO_3$, $MAlO_2$, HMn_2O_4, HIO_3, HIO_4, $HClO_4$ либо органической кислоты, в частности, муравьиной либо уксусной кислоты. Подходящими типичными основами будут выступать гидроксид, оксигидроксид либо оксид с содержанием щелочного, щелочноземельного, переходного, внутреннего переходного либо редкоземельного металла или Al, Ga, In, Sn либо Pb.

В одном из вариантов осуществления указанные реагенты могут включать в себя кислоту либо основу, которые вступают в реакцию, соответственно, с основой либо ангидридом кислоты с образованием катализатора H_2O и соединения, соответственно, катиона основы с анионом ангидрида кислоты либо катиона основного ангидрида с анионом кислоты. Типичная реакция кислого ангидрида SiO_2 с основой NaOH будет иметь такой вид:

$4NaOH + SiO_2$ с образованием $Na_4SiO_4 + 2H_2O$ (72)

где реакция дегидратации соответствующей кислоты будет иметь такой вид:

H_4SiO_4 с образованием $2H_2O + SiO_2$ (73)

В число других подходящих типичных ангидридов могут входить элемент, металл, сплав либо смесь, например, из группы, в которую входят Mo, Ti, Zr, Si, Al, Ni, Fe, Ta, V, B, Nb, Se, Te, W, Cr, Mn, Hf, Co и Mg. Соответствующим оксидом может выступать по меньшей мере один из таких оксидов, как MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, NiO, Ni_2O_3, FeO, Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, MnO, Mn_3O_4, Mn_2O_3, MnO_2, Mn_2O_7, HfO_2, Co_2O_3, CoO, Co_3O_4, Co_2O_3, а также MgO. В одном из типичных вариантов осуществления основой будет выступать гидроксид, например, гидроксид щелочного металла, в частности, MOH (M = щелочной металл), например, LiOH, который может образовывать соответствующий основной оксид, например, M_2O, в частности, Li_2O и H2O. Такой основной оксид может вступать в реакцию с оксидом ангидрида с образованием оксида продукта. В рамках типичной реакции LiOH с оксидом ангидрида с выделением H_2O, продуктом оксидного соединения может

выступать Li_2MoO_3 or Li_2MoO_4, Li_2TiO_3, Li_2ZrO_3, Li_2SiO_3, $LiAlO_2$, $LiNiO_2$, $LiFeO_2$, $LiTaO_3$, $LiVO_3$, $Li_2B_4O_7$, Li_2NbO_3, Li_2SeO_3, Li_3PO_4, Li_2SeO_4, Li_2TeO_3, Li_2TeO_4, Li_2WO_4, Li_2CrO_4, $Li_2Cr_2O_7$, Li_2MnO_4, Li_2HfO_3, $LiCoO_2$, а также MgO. Другими подходящими типичными оксидами будут выступать по меньшей мере один оксид из группы, в которую входят As_2O_3, As_2O_5, Sb_2O_3, Sb_2O_4, Sb_2O_5, Bi_2O_3, SO_2, SO_3, CO_2, NO_2, N_2O_3, N_2O_5, Cl_2O_7, PO_2, P_2O_3 и P_2O_5, а также другие аналогичные оксиды, известные специалистам в данной области техники. Еще един типичный вариант представлен в уравнении (91). Подходящие реакции оксидов металлов:

$2LiOH + NiO$ с образованием $Li_2NiO_2 + H_2O$ (74)

$3LiOH + NiO$ с образованием $LiNiO_2 + H_2O + Li_2O + 1/2H_2$ (75)

$4LiOH + Ni_2O_3$ с образованием $2Li_2NiO_2 + 2H_2O + 1/2O_2$ (76)

$2LiOH + Ni_2O_3$ с образованием $2LiNiO_2 + H_2O$ (77)

Другие переходные металлы, например, Fe, Cr и Ti, внутренние переходные и редкоземельные металлы, а также другие металлы или металлоиды, например, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se и Te, могут заменять собой Ni, а другой щелочной металл, например, Li, Na, Rb и Cs, может заменять собой K. В одном из вариантов осуществления оксид может содержать Mo, причем во время реакции с образованием H_2O катализатор на основе образующейся H_2O и H могут образовывать продукт, вступающий далее в реакцию с образованием гидрино. Типичные реакции с участием твердого топлива и возможные пути окислительного восстановления:

$$3MoO_2 + 4LiOH \rightarrow 2Li_2MoO_4 + Mo + 2H_2O \quad (78)$$

$$2MoO_2 + 4LiOH \rightarrow 2Li_2MoO_4 + 2H_2 \quad (79)$$

$$O^{2-} \rightarrow 1/2O_2 + 2e^- \quad (80)$$

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H_2 \quad (81)$$

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^- + H + H(1/4) \quad (82)$$

$$Mo^{4+} + 4e^- \rightarrow Mo \quad (83)$$

В указанной реакции может дополнительно участвовать источник водорода, например, газообразного водорода, а также диссоциатор, например, Pd/Al_2O_3. Водород может быть в любом из таких видов как протий, дейтерий либо тритий или сочетания таковых. Реакция с образованием катализатора H_2O может представлять собой реакцию двух гидроксидов с образованием воды. Катионы гидроксидов могут иметь разные степени окисления, например, на уровне реакции гидроксида щелочного металла с гидроксидом переходного металла либо щелочноземельного металла. Реакционная смесь и реакция могут дополнительно включать в себя и задействовать H_2, поступающий из источника, приведенного в такой типичной реакции:

$LiOH + 2Co(OH)_2 + 1/2H_2$ с образованием $LiCoO_2 + 3H_2O + Co$ (84)

Реакционная смесь и реакция могут дополнительно включать в себя и задействовать металл M, например, щелочной либо щелочноземельный металл, приведенный в такой типичной реакции:

$M + LiOH + Co(OH)_2$ с образованием $LiCoO_2 + H_2O + MH$ (85)

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя оксид металла и гидроксид, который может служить источником H, а также, в необязательном порядке, другой источник H, причем металл, например, Fe, в составе указанного оксида металла может иметь несколько степеней окисления, в результате чего он будет подвергаться реакции окисления-восстановления во время прохождения реакции с образованием H_2O, которая будет служить катализатором реакции с участием H с образованием гидрино. Типичным вариантом является FeO, при использовании которого во время прохождения реакции с образованием катализатора Fe^{2+} может окисляться до уровня Fe^{3+}. Типичная реакция:

$FeO + 3LiOH$ с образованием $H_2O + LiFeO_2 + H(1/p) + Li_2O$ (86)

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один реагент, например, оксид, гидроксид либо оксигидроксид металла, будет служить в качестве окислителя, причем атом металла, например, Fe, Ni, Mo либо Mn, может находиться в степени окисления, которая выше, чем другая возможная степень окисления. Реакция с образованием катализатора и гидрино может приводить к восстановлению атома до состояния по меньшей мере одной более низкой степени окисления. Типичные реакции оксидов, гидроксидов и оксигидроксидов металлов с образованием катализатора H_2O:

$2KOH + NiO$ с образованием $K_2NiO_2 + H_2O$ (87)

$3KOH + NiO$ с образованием $KNiO_2 + H_2O + K_2O + 1/2H_2$ (88)

$2KOH + Ni_2O_3$ с образованием $2KNiO_2 + H_2O$ (89)

$4KOH + Ni_2O_3$ с образованием $2K_2NiO_2 + 2H_2O + 1/2O_2$ (90)

$2KOH + Ni(OH)_2$ с образованием $K_2NiO_2 + 2H_2O$ (91)

$2LiOH + MoO_3$ с образованием $Li_2MoO_4 + H_2O$ (92)

$3KOH + Ni(OH)_2$ с образованием $KNiO_2 + 2H_2O + K_2O + 1/2H_2$ (93)

$2KOH + 2NiOOH$ с образованием $K_2NiO_2 + 2H_2O + NiO + 1/2O_2$ (94)

$KOH + NiOOH$ с образованием $KNiO_2 + H_2O$ (95)

$2NaOH + Fe_2O_3$ с образованием $2NaFeO_2 + H_2O$ (96)

Другие переходные металлы, например, Ni, Fe, Cr и Ti, внутренние переходные и редкоземельные металлы, а также другие металлы либо металлоиды, например, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se и Te, могут заменять собой Ni либо Fe, а другие щелочные металлы, например, Li, Na, K, Rb и Cs, могут заменять собой K либо Na. В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя по меньшей мере одно из таких веществ, как оксид и гидроксид одного из металлов,

которые устойчивы к H_2O, например, Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr и In. Кроме того, реакционная смесь будет включать в себя источник водорода, например, газообразный H_2, а также, в необязательном порядке, диссоциатор, например, нанесенный на носитель благородный металл. В одном из вариантов осуществления твердое топливо либо энергоноситель будет представлять собой смесь по меньшей мере одного из таких веществ, как галогенид металла, например, по меньшей мере одного из галогенида переходного металла, в частности, бромида, например, $FeBr_2$, и металла, образующего оксигидроксид, гидроксид либо оксид, и H_2O. В одном из вариантов осуществления твердое топливо либо энергоноситель будет представлять собой смесь по меньшей мере одного из таких веществ, как оксид, гидроксид и оксигидроксид металла, например, по меньшей мере переходного металла, в частности, Ni_2O_3, и H_2O.

Типичная реакция основного ангидрида NiO с кислотой HCl:

$2HCl + NiO$ с образованием $H_2O + NiCl_2$ (97)

где реакция дегидратации соответствующей основы будет иметь такой вид:

$Ni(OH)_2$ с образованием $H_2O + NiO$ (98)

В число указанных реагентов может входить по меньшей мере одно из таких веществ, как кислота либо основа Льюиса и кислота либо основа Бренстеда-Лоури. Реакционная смесь и реакция могут дополнительно могут включать в себя и задействовать соединение с содержанием кислорода, причем кислота будет вступать в реакцию с таким соединением с содержанием кислорода с образованием воды в порядке, отображаемом в такой типичной реакции:

$2HX + POX_3$ с образованием $H_2O + PX_5$ (99)

(X = галогенид). Подходящими будут соединения, аналогичные POX_3, соединения, в которых P будет заменен на S. В число других подходящих типичных ангидридов могут входить оксид элемента, металла, сплава либо смеси, что обладает растворимостью в кислоте, например, гидроксид, оксигидроксид либо оксид с содержанием щелочного, щелочноземельного, переходного, внутреннего переходного либо редкоземельного металла или Al, Ga, In, Sn либо Pb, в частности, из группы, в которую входят Mo, Ti, Zr, Si, Al, Ni, Fe, Ta, V, B, Nb, Se, Te, W, Cr, Mn, Hf, Co и Mg. Соответствующим оксидом может выступать MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, NiO, FeO or Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, MnO, Mn_3O_4, Mn_2O_3, MnO_2, Mn_2O_7, HfO_2, Co_2O_3, CoO, Co_3O_4, Co_2O_3, а также MgO. В число других подходящих типичных оксидов входят оксиды из группы, в которую входят Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr и In. В одном из типичных вариантов осуществления кислота будет представлять собой галогеноводородную кислоту, а продукт – H_2O и галогенид металла оксида.

Реакционная смесь будет дополнительно включать в себя источник водорода, например, газообразного H_2, и диссоциатор, например, Pt/C, причем H и катализатор на основе H_2O будут вступать в реакцию с образованием гидрино.

В одном из вариантов осуществления твердое топливо будет включать в себя источник H_2, например, проницаемую мембрану либо газообразный H_2, и диссоциатор, например, Pt/C, а также источник катализатора H_2O, содержащий оксид либо гидроксид, который восстанавливается до уровня H_2O. Металл указанного оксида либо гидроксида может образовывать гидрид металла, который будет служить источником H. Типичные реакции с участием гидроксида и оксида щелочного металла, например, LiOH и Li_2O:

$LiOH + H_2$ с образованием $H_2O + LiH$ (100)

$Li_2O + H_2$ с образованием $LiOH + LiH$ (101)

Реакционная смесь может включать в себя оксиды либо гидроксиды металлов, которые восстанавливаются водородом до уровня H_2O, например, оксиды либо гидроксиды Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr и In, а также источник водорода, например, газообразного H_2, и диссоциатор, например, Pt/C.

В еще одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя источник H_2, например, газообразного H_2, и диссоциатор, например, Pt/C, а также пероксидное соединение, например, H_2O_2, которое будет распадаться до уровня катализатора H_2O и других продуктов с содержанием кислорода, например, O_2. Некоторая часть упомянутых H_2 и продукта распада, например, O_2, может вступать в реакцию с образованием катализатора H_2O.

В одном из вариантов осуществления реакция с образованием H_2O в качестве катализатора будет представлять собой реакцию дегидратации органического вещества, например, реакцию дегидратации спирта, например, полиспирта, в частности, сахара, до уровня альдегида и H_2O. В одном из вариантов осуществления реакция дегидратации будет предусматривать выделение из концевого спирта H_2O с образованием альдегида. Указанный концевой спирт может представлять собой сахар либо его производное, выделяющее H_2O, которая может служить катализатором. Подходящими типичными спиртами будут выступать мезоэритрит, галактит либо дульцит, а также поливиниловый спирт (ПВС). Типичная реакционная смесь будет включать в себя диссоциатор типа сахар + водород, например, $Pd/Al_2O_3 + H_2$. В порядке альтернативы реакция будет заключаться в дегидратации соли металла, например, имеющей по меньшей мере одну гидратационную воду. В одном из вариантов осуществления такая дегидратация будет заключаться в потере служащей в качестве катализатора H_2O гидратами, например, акваионами и гидратами солей, в частности, BaI_2 $2H_2O$, а также $EuBr_2$ nH_2O.

В одном из вариантов осуществления реакция с образованием катализатора H_2O будет заключаться в восстановлении водородом соединения с содержанием кислорода, например, CO, оксианиона, в частности, MNO_3 (M = щелочной металл), оксида металла, в частности, NiO, Ni_2O_3, Fe_2O_3 либо SnO, гидроксида, в частности, $Co(OH)_2$, оксигидроксидов, в частности, FeOOH, CoOOH и NiOOH, а также соединений, оксианионов, оксидов, гидроксидов, оксигидроксидов, пероксидов, супероксидов и других смесей химически связанных веществ с содержанием кислорода, например, описываемых в настоящем изобретении, которые при восстановлении водородом дают H_2O. Типичными соединениями с содержанием кислорода либо оксианиона будут выступать $SOCl_2$, $Na_2S_2O_3$, $NaMnO_4$, $POBr_3$, $K_2S_2O_8$, CO, CO_2, NO, NO_2, P_2O_5, N_2O_5, N_2O, SO_2, I_2O_5, $NaClO_2$, NaClO, K_2SO_4, а также $KHSO_4$. Источником водорода, необходимого для восстановления водородом, может быть по меньшей мере одно из таких веществ, как газообразный H_2 и гидрид, например, гидрид металла, в частности, из числа описываемых в настоящем изобретении. Реакционная смесь может дополнительно содержать восстановитель, который может образовывать соединение либо ион с содержанием кислорода. Катион оксианиона может образовывать производное соединение, содержащее другой анион, например, галогенид, другой халькогенид, фосфид, другой оксианион, нитрид, силицид, арсенид либо другой, описываемый в настоящем изобретении, анион. Типичными реакциями являются

$4NaNO_3$(тв.) + $5MgH_2$(тв.) с образованием 5MgO(тв.) + 4NaOH(тв.) + $3H_2O$(жид.) + $2N_2$(газ.) (102)

P_2O_5(тв.) + 6NaH(тв.) с образованием $2Na_3PO_4$(тв.) + $3H_2O$(газ.) (103)

$NaClO_4$(тв.) + $2MgH_2$(тв.) с образованием 2MgO(тв.) + NaCl(тв.) + $2H_2O$(жид.) (104)

$KHSO_4$ + $4H_2$ с образованием KHS + $4H_2O$ (105)

K_2SO_4 + $4H_2$ с образованием 2KOH + $2H_2O$ + H_2S (106)

$LiNO_3$ + $4H_2$ с образованием $LiNH_2$ + $3H_2O$ (107)

GeO_2 + $2H_2$ с образованием Ge + $2H_2O$ (108)

CO_2 + H_2 с образованием C + $2H_2O$ (109)

PbO_2 + $2H_2$ с образованием $2H_2O$ + Pb (110)

V_2O_5 + $5H_2$ с образованием 2V + $5H_2O$ (111)

$Co(OH)_2$ + H_2 с образованием Co + $2H_2O$ (112)

Fe_2O_3 + $3H_2$ с образованием 2Fe + $3H_2O$ (113)

$3Fe_2O_3$ + H_2 с образованием $2Fe_3O_4$ + H_2O (114)

Fe_2O_3 + H_2 с образованием 2FeO + H_2O (115)

Ni_2O_3 + $3H_2$ с образованием 2Ni + $3H_2O$ (116)

$3Ni_2O_3$ + H_2 с образованием $2Ni_3O_4$ + H_2O (117)

Ni_2O_3 + H_2 с образованием 2NiO + H_2O (118)

$3FeOOH + 1/2H_2$ с образованием $Fe_3O_4 + 2H_2O$ (119)

$3NiOOH + 1/2H_2$ с образованием $Ni_3O_4 + 2H_2O$ (120)

$3CoOOH + 1/2H_2$ с образованием $Co_3O_4 + 2H_2O$ (121)

$FeOOH + 1/2H_2$ с образованием $FeO + H_2O$ (122)

$NiOOH + 1/2H_2$ с образованием $NiO + H_2O$ (123)

$CoOOH + 1/2H_2$ с образованием $CoO + H_2O$ (124)

$SnO + H_2$ с образованием $Sn + H_2O$ (125)

Реакционная смесь может содержать источник аниона либо анион, а также источник кислорода либо кислород, например, соединение с содержанием кислорода, причем реакция с образованием катализатора H_2O будет представлять собой реакцию анион-кислородного обмена с необязательным участием H_2, поступающего из источника, который вступает в реакцию с кислородом с образованием H_2O. Типичными реакциями являются

$2NaOH + H_2 + S$ с образованием $Na_2S + 2H_2O$ (126)

$2NaOH + H_2 + Te$ с образованием $Na_2Te + 2H_2O$ (127)

$2NaOH + H_2 + Se$ с образованием $Na_2Se + 2H_2O$ (128)

$LiOH + NH_3$ с образованием $LiNH_2 + H_2O$ (129)

В еще одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет вызывать реакцию обмена между халькогенидами, например, между реагентами с содержанием O и S. Типичный халькогенидный реагент, например, тетраэдрический тетратиомолибдат аммония, будет содержать анион ($[MoS_4]^{2-}$). Типичная реакция с получением катализатора на основе образующейся H_2O и необязательным получением образующегося H будет представлять собой реакцию молибдата $[MoO_4]^{2-}$ с сероводородом в присутствии аммиака:

$[NH_4]_2[MoO_4] + 4H_2S$ с образованием $[NH_4]_2[MoS_4] + 4H_2O$ (130)

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет содержать источник водорода, соединение с содержанием кислорода, а также по меньшей мере один элемент, способный образовывать сплав по меньшей мере с одним другим элементом такой реакционной смеси. Реакция с образованием катализатора H_2O может представлять собой реакцию обмена кислорода с участием соединения с содержанием кислород и элемента, способного образовывать сплав с катионом такого кислородного соединения, причем кислород будет вступать в реакцию с поступающим из соответствующего источника водородом с образованием H_2O. Типичными реакциями являются

$NaOH + 1/2H_2 + Pd$ с образованием $NaPb + H_2O$ (131)

$NaOH + 1/2H_2 + Bi$ с образованием $NaBi + H_2O$ (132)

$NaOH + 1/2H_2 + 2Cd$ с образованием $Cd_2Na + H_2O$ (133)

$NaOH + 1/2H_2 + 4Ga$ с образованием $Ga_4Na + H_2O$ (134)

$NaOH + 1/2H_2 + Sn$ с образованием $NaSn + H_2O$ (135)

$NaAlH_4 + Al(OH)_3 + 5Ni$ с образованием $NaAlO_2 + Ni_5Al + H_2O + 5/2H_2$ (136)

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя соединение с содержанием кислорода, например, оксигидроксид, и восстановитель, например, металл, который образует оксид. Реакция с образованием катализатора H_2O может представлять собой реакцию оксигидроксида с металлом с образованием оксида металла и H_2O. Типичными реакциями являются

$2MnOOH + Sn$ с образованием $2MnO + SnO + H_2O$ (137)

$4MnOOH + Sn$ с образованием $4MnO + SnO_2 + 2H_2O$ (138)

$2MnOOH + Zn$ с образованием $2MnO + ZnO + H_2O$ (139)

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя соединение с содержанием кислорода, например, гидроксид, источник водорода и по меньшей мере одно другое соединение с содержанием другого аниона, в частности, галогенид либо другой элемент. Реакция с образованием катализатора H_2O может представлять собой реакцию гидроксида с другим соединением либо элементом, во время которой будет происходить замена указанного аниона либо элемента на гидроксид с образованием другого соединения указанного аниона либо элемента, а в результате реакции гидроксида с H_2 будет образовываться H_2O. Таким анионом может выступать галогенид. Типичными реакциями являются

$2NaOH + NiCl_2 + H_2$ с образованием $2NaCl + 2H_2O + Ni$ (140)

$2NaOH + I_2 + H_2$ с образованием $2NaI + 2H_2O$ (141)

$2NaOH + XeF_2 + H_2$ с образованием $2NaF + 2H_2O + Xe$ (142)

BiX_3 (X=halide) + $4Bi(OH)_3$ с образованием $3BiOX + Bi_2O_3 + 6H_2O$ (143)

Гидроксидные и галогенидные соединения могут подбираться таким образом, чтобы реакция с образованием H_2O и другого галогенида имела термически обратимый характер. В одном из вариантов осуществления общая реакция обмена будет иметь такой вид:

$$NaOH + 1/2H_2 + 1/yM_xCl_y = NaCl + 6H_2O + x/yM \quad (171)$$

где типичными соединениями M_xCl_y будут выступать $AlCl_3$, $BeCl_2$, $HfCl_4$, $KAgCl_2$, $MnCl_2$, $NaAlCl_4$, $ScCl_3$, $TiCl_2$, $TiCl_3$, UCl_3, UCl_4, $ZrCl_4$, $EuCl_3$, $GdCl_3$, $MgCl_2$, $NdCl_3$, а также YCl_3. При повышенной температуре, например, в диапазоне от примерно 100°C до 2000°C, реакция проходящая согласно уравнению (171), будет иметь по меньшей мере одно из таких свойств, как энтальпия и свободная энергии в объеме примерно 0 кДж, а также обратимость. Обратимая температура будет рассчитываться на основе соответствующих термодинамических параметров каждой реакции. Репрезентативными температурными диапазонами будут для $NaCl-ScCl_3$ примерно 800K-900K, для $NaCl-TiCl_2$ примерно 300K-400K, для $NaCl-UCl_3$ примерно 600K-800K, для $NaCl-UCl_4$ примерно 250K-300K, для $NaCl-ZrCl_4$ примерно 250K-300K, для NaCl-

$MgCl_2$ примерно 900K-1300K, для NaCl-$EuCl_3$ примерно 900K-1000K, для NaCl-$NdCl_3$ примерно >1000K, а для NaCl-YCl_3 примерно >1000 K.

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя оксид, например, оксид металла, в частности, оксид щелочного, щелочноземельного, переходного, внутреннего переходного и редкоземельного металла, а также оксиды других металлов и металлоидов, например, оксиды Al, Ga, In, Si. , Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se и Te, пероксид, например, M_2O_2, где M будет представлять собой щелочной металл, например, Li_2O_2, Na_2O_2 и K_2O_2, и супероксид, например, MO_2, где M будет представлять собой щелочной металл, например, NaO_2, KO_2, RbO_2 и CsO_2, и супероксиды щелочноземельных металлов, а также источник водорода. К указанным ионным пероксидам могут дополнительно относиться пероксиды Ca, Sr либо Ba. Реакция с образованием катализатора H_2O может происходить в виде восстановления оксида, пероксида либо супероксида водородом с образованием H_2O. Типичными реакциями являются

$Na_2O + 2H_2$ с образованием $2NaH + H_2O$ (144)

$Li_2O_2 + H_2$ с образованием $Li_2O + H_2O$ (145)

$KO_2 + 3/2H_2$ с образованием $KOH + H_2O$ (146)

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя источник водорода, например, по меньшей мере источник H_2, гидрид, например, по меньшей мере гидрид щелочного, щелочноземельного, переходного, внутреннего переходного и редкоземельного металла, и гидриды, описываемые в настоящем изобретении, а также источник водорода либо другого соединения с содержанием горючего водорода, например, амид металла, и источник кислорода, например, O_2. Реакция с образованием катализатора H_2O может производиться в виде окисления H_2, гидрида либо соединения водорода, например, амида металла, с образованием H_2O. Типичными реакциями являются

$2NaH + O_2$ с образованием $Na_2O + H_2O$ (147)

$H_2 + 1/2O_2$ с образованием H_2O (148)

$LiNH_2 + 2O_2$ с образованием $LiNO_3 + H_2O$ (149)

$2LiNH_2 + 3/2O_2$ с образованием $2LiOH + H_2O + N_2$ (150)

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя источник водорода и источник кислорода. Реакция с образованием катализатора H_2O может производиться в виде разложения по меньшей мере одного из таких веществ, как источник водорода и источник кислорода, с образованием H_2O. Типичными реакциями являются

NH_4NO_3 с образованием $N_2O + 2H_2O$ (151)

NH_4NO_3 с образованием $N_2 + 1/2O_2 + 2H_2O$ (152)

H_2O_2 с образованием $1/2O_2 + H_2O$ (153)

$H_2O_2 + H_2$ с образованием $2H_2O$ (154)

Описываемые в настоящем изобретении реакционные смеси будут дополнительно содержать источник водорода, необходимого для образования гидрино. Указанным источником может выступать источник атомарного водорода, например, диссоциатор водорода и газообразный H_2 либо гидрид металла, в частности, из числа диссоциаторов и гидридов металлов, описываемых в настоящем изобретении. Источником водорода, необходимого для получения атомарного водорода, может выступать соединение с содержанием водорода, например, гидроксид либо оксигидроксид. H, вступающим в реакцию с образованием гидрино, может выступать возникающий H, образующийся в результате реакции одного или нескольких реагентов, причем по меньшей мере один из них будет содержать источник водорода, как, например, в рамках реакции гидроксида с оксидом. В результате указанной реакции также может образовываться катализатор H_2O. Указанные оксид и гидроксид могут представлять собой одно и то же соединение. Например, оксигидроксид, в частности, FeOOH, может производить дегидратацию с получением катализатора H_2O, а также обеспечивать в процессе такой дегидратации образующийся H, необходимый для реакции с образованием гидрино:

4FeOOH с образованием $H_2O + Fe_2O_3 + 2FeO + O_2 + 2H(1/4)$ (155)

причем получаемый в процессе реакции образующийся H будет преобразовываться в гидрино. Другими типичными реакциями будут реакции гидроксида и оксигидроксида либо оксида, например, NaOH + FeOOH либо Fe_2O_3, с образованием оксида щелочного металла, например, $NaFeO_2 + H_2O$, причем получаемый в процессе реакции образующийся H может образовывать гидрино, а H_2O при этом будет служить катализатором. Указанные оксид и гидроксид могут представлять собой одно и то же соединение. Например, оксигидроксид, в частности, FeOOH, может производить дегидратацию с получением катализатора H_2O, а также обеспечивать в процессе такой дегидратации образующийся H, необходимый для реакции с образованием гидрино:

4FeOOH с образованием $H_2O + Fe_2O_3 + 2FeO + O_2 + 2H(1/4)$ (156)

причем получаемый в процессе реакции образующийся H будет преобразовываться в гидрино. Другими типичными реакциями будут реакции гидроксида и оксигидроксида либо оксида, например, NaOH + FeOOH либо Fe_2O_3, с образованием оксида щелочного металла, например, $NaFeO_2 + H_2O$, причем получаемый в процессе реакции образующийся H может образовывать гидрино, а H_2O при этом будет служить катализатором. При образовании H_2O и оксид-иона гидроксидний ион проходит как процесс восстановления, так и процесс окисления. Оксидный ион может вступать в реакцию с H_2O с образованием OH^-. Тем же путем может проходить и реакция гидроксидно-галогенидного обмена, например, следующего типа:

$$2M(OH)_2 + 2M'X_2 \rightarrow H_2O + 2MX_2 + 2M'O + 1/2O_2 + 2H(1/4) \quad (157)$$

где типичные металлы M и M' представляют собой, соответственно, щелочноземельные и переходные металлы, например, $Cu(OH)_2 + FeBr_2$, $Cu(OH)_2 + CuBr_2$ либо $Co(OH)_2 + CuBr_2$. В одном из вариантов осуществления твердое топливо может содержать гидроксид металла и галогенид металла, причем по меньшей мере один из металлов будет выступать Fe. Для регенерации реагентов может производиться добавление по меньшей мере одного из таких веществ, как H_2O и H_2. В одном из вариантов осуществления M и M' могут быть подобраны из группы, в которую входят щелочные, щелочноземельные, переходные, внутренние переходные и редкоземельные металлы, Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, элементы 13-й, 14-й, 15-й и 16-й групп, а также другие катионы гидроксидов либо галогенидов, например, описываемые в настоящем изобретении. Типичная реакция с образованием по меньшей мере одного из таких веществ, как катализатор HOH, образующийся H и гидрино:

$$4MOH + 4M'X \rightarrow H_2O + 2M'_2O + M_2O + 2MX + X_2 + 2H(1/4) \quad (158)$$

В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет включать в себя по меньшей мере одно из таких веществ, как гидроксид и галогенидное соединение, например, из числа описываемых в настоящем изобретении. В одном из вариантов осуществления галогенид может служить для способствования прохождению по меньшей мере одного из таких процессов, как образование и поддержание по меньшей мере одного из таких веществ, как катализатор на основе образующегося HOH и H. В одном из вариантов осуществления указанная смесь может служить для понижения температуры плавления реакционной смеси.

Кислотно-основная реакция представляет собой еще один способ получения катализатора H_2O. Типичными смесями галогенидов и гидроксидов являются будут выступать смеси Bi, Cd, Cu, Co, Mo и Cd, а также смеси гидроксидов и галогенидов металлов с низкой реакционной способностью к воде из группы, в которую входят Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W и Zn. В одном из вариантов осуществления реакционная смесь будет дополнительно содержит H_2O, которая может служить источником по меньшей мере одного из таких веществ, как H и катализатор, например, образующаяся H_2O. Вода может пребывать в форме гидрата, который распадается либо иным образом преобразовывается в процессе реакции.

В одном из вариантов осуществления твердое топливо будет представлять собой реакционную смесь H_2O и неорганического соединения, при использовании которого получают образующийся H и образующуюся H_2O. Указанное неорганическое соединение может представлять собой галогенид, например, галогенид металла, который вступает в реакцию с H_2O. Продуктом такой реакции может быть по меньшей мере одно из таких веществ, как гидроксид, оксигидроксид, оксид, оксигалогенид, гидроксигалогенид и гидрат. Другими продуктами могут выступать

анионы с содержанием кислорода и галогена, например, XO^-, XO_2^-, XO_3^-, а также XO_4^- (X = галоген). Указанным продуктом также может быть по меньшей мере одно из таких веществ, как восстановленный катион и газообразный галоген. Галогенидом может выступать галогенид металла, например, щелочного, щелочноземельного, переходного, внутреннего переходного и редкоземельного металла, а также Al, Ga, In, Sn, Pb, S, Te, Se, N, P, As, Sb, Bi, C, Si, Ge и B, а также другие элементы, образующие галогениды. Указанным металлом либо элементом может дополнительно выступать металл либо элемент, образующий по меньшей мере одно из таких веществ, как гидроксид, оксигидроксид, оксид, оксигалогенид, гидроксигалогенид, гидрат, а также металл либо элемент, образующий соединение, включающее в себя анион с содержанием кислорода и галогена, например, XO^-, XO_2^-, XO_3^-, а также XO_4^- (X = галоген). В число подходящих типовых металлов и элементов относят по меньшей мере одно из таких веществ, как щелочной, щелочноземельный, переходный, внутренний переходный и редкоземельный металлы, а также Al, Ga, In, Sn, Pb, S, Te, Se, N, P, As, Sb. , Bi, C, Si, Ge и B. Типовая реакция:

$5MX_2 + 7H_2O$ с образованием $MXOH + M(OH)_2 + MO + M_2O_3 + 11H(1/4) + 9/2X_2$ (159)

где M представляет собой металл, например, переходный металл, в частности, Cu, а X представляет собой галоген, например, Cl.

В одном из вариантов осуществления твердое топливо либо энергоноситель будет представлять собой источник синглетного кислорода. Типичная реакция с образованием синглетного кислорода:

$NaOCl + H_2O_2$ с образованием $O_2 + NaCl + H_2O$ (160)

В еще одном из вариантов осуществления твердое топливо либо энергоноситель будет представлять собой источник либо реагенты, необходимые для прохождения реакции Фентона, например, H_2O_2.

В числе указанных видов твердого топлива и реакций могут быть по меньшей мере один из регенеративных и обратимых видов, поддерживаемых по меньшей мере с помощью одного из таких способов, как плазменная либо тепловая энергия устройств марки SunCell®, а также способов, описываемых в настоящем изобретении и в предыдущих заявках Миллса, например, 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, поданная в соответствии с PCT 18.03.2010г.; заявка на энергетическую систему электрохимического катализа водорода № PCT/US11/28889, поданная в соответствии с PCT 17.03.2011г.; заявка на энергетическую систему электрохимического катализа водорода на основе H_2O, №

PCT/US12/31369, поданная 30.03.2012г., а также заявка на энергетическую системой CIHT № PCT/US13/041938 поданная 21.05.2013г., которые во всей своей полноте включены в настоящий документ посредством ссылки.

В одном из вариантов осуществления реакция регенерации смеси гидроксида и галогенидного соединения, например, $Cu(OH)_2 + CuBr_2$, может осуществляться путем добавления по меньшей мере одного из таких веществ, как H_2 и H_2O. Типичные термически обратимые твердотопливные циклы:

T 100 $2CuBr_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CuO + 2CaBr_2 + H_2O$ (161)

T 730 $CaBr_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2HBr$ (162)

T 100 $CuO + 2HBr \rightarrow CuBr_2 + H_2O$ (163)

T 100 $2CuBr_2 + Cu(OH)_2 \rightarrow 2CuO + 2CaBr_2 + H_2O$ (164)

T 730 $CuBr_2 + 2H_2O \rightarrow Cu(OH)_2 + 2HBr$ (165)

T 100 $CuO + 2HBr \rightarrow CuBr_2 + H_2O$ (166)

В одном из вариантов осуществления, в котором по меньшей мере один из таких элементов, как щелочной металл M, например, K либо Li, и nH (n = целое число), OH, O, 2O, O_2 и H_2O, будет служить катализатором, источником H будет выступать по меньшей мере одно из таких элементов, как гидрид металла, например, MH, и реакция по меньшей мере одного из таких элементов, как металл M и гидрид металла MH, с источником H с образованием H. Одним из продуктов может быть окисленный M, например, оксид либо гидроксид. Реакция с созданием по меньшей мере одного из таких веществ, как атомарный водород и катализатор, может представлять собой реакцию с передачей электронов либо реакцию окисления-восстановления. Указанная реакционная смесь может дополнительно содержать по меньшей мере один из таких элементов, как H_2, диссоциатор H_2, например, по меньшей мере диссоциатор марки SunCell®, а также из числа описываемых в настоящем изобретении, например, Ni-экран либо R-Ni, а также электропроводящий носитель, в частности, указанные диссоциаторы и другие, а также носители, описываемые в настоящем изобретении, например, углерод и карбид, борид и карбонитрид. Типичная реакция окисления M или MH:

$4MH + Fe_2O_3$ с образованием $+ H_2O + H(1/p) + M_2O + MOH + 2Fe + M$ (167)

причем по меньшей мере одно из таких веществ, как H_2O и M, может служить катализатором для образования H (1/p).

В одном из вариантов осуществления источником кислорода будет выступать соединение, обладающее теплотой образования, аналогичной теплоте образования воды, дабы кислородный обмен между восстановленным продуктом соединения-источника кислорода и водородом происходил с минимальным высвобождением энергии. Подходящими типичными соединениями-источниками кислорода будут

выступать CdO, CuO, ZnO, SO_2, SeO_2, а также TeO_2. Другими соединениями-источниками кислорода, например, оксидами металлов, которыми также могут выступать ангидриды кислот либо основ, которые могут подвергаться реакциям дегидратации в качестве источника катализатора H_2O, будут выступать MnO_x, AlO_x, а также SiO_x. В одном из вариантов осуществления источник кислорода с оксидным слоем может перекрывать собой источник водорода, например, гидрид металла, в частности, гидрид палладия. Реакция с образованием катализатора H_2O и атомарного H, который далее вступает в реакцию с образованием гидрино, может быть инициирована нагреванием покрытого оксидом источника водорода, например, покрытого оксидом металла гидрида палладия. В одном из вариантов осуществления реакция с образованием катализатора гидрино и реакция регенерации будут производиться в виде кислородного обмена, соответственно, между соединением-источником кислорода и водородом, а также между водой и соединением-источником восстановленного кислорода. Подходящими источниками восстановленного кислорода будут выступать Cd, Cu, Zn, S, Se и Te. В одном из вариантов осуществления реакция кислородного обмена может производиться в виде реакций, сопряженных, как правило, с термическим образованием газообразного водорода. К типичным термическим способам относят цикл оксида железа, цикл оксид церия (IV) – оксид церия (III), цикл цинк – оксид цинка, серно-йодный цикл, медь-хлорный цикл и цикл гибридной серы, а также другие, известные специалистам в данной области техники, циклы. В одном из вариантов осуществления реакция с образованием катализатора гидрино и реакция регенерации, например, реакция кислородного обмена, будут происходить одновременно в одном и том же реакционном сосуде. Для обеспечения одновременности прохождения реакций могут регулироваться такие условия, как, например, температура и давление. В порядке альтернативы получаемые при этом продукты могут удаляться и регенерироваться по меньшей мере в одном другом отдельном сосуде, что может происходить в условиях, отличных от условий прохождения реакции формирования энергии, приведенных в настоящем изобретении и предыдущих заявках Миллса.

Твердое топливо может содержать различные ионы, например, щелочные, щелочноземельные и другие катионы с анионами, в частности, галогениды и оксианионы. Катионом твердого топлива может выступать по меньшей мере один из таких элементов, как щелочные металлы, щелочноземельные металлы, переходные металлы, внутренние переходные металлы, редкоземельные металлы, Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Ga, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, Sn, In, Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, W, а также другие известные в данной области техники, катионы, образующие ионные соединения. Анионом может выступать по меньшей мере одно из

таких веществ, как гидроксид, галогенид, оксид, халькогенид, сульфат, фосфат, фосфид, нитрат, нитрид, карбонат, хромат, силицид, арсенид, борид, перхлорат, периодат, оксид кобальта-магния, оксид никеля-магния, оксид меди-магния, алюминат, вольфрамат, цирконат, титанат, манганат, карбид, оксид металла, оксид неметалла; оксид щелочного, щелочноземельного, переходного, внутреннего переходного и редкоземельного металла, а также Al, Ga, In, Sn, Pb, S, Te, Se, N, P, As, Sb, Bi, C, Si, Ge и B и другие элементы, образующие оксид либо оксианион; $LiAlO_2$, MgO, CaO, ZnO, CeO_2, CuO, CrO_4, Li_2TiO_3 либо $SrTiO_3$, оксид с содержанием элемента, металла, сплава либо смеси, взятых из группы, в которую входят Mo, Ti, Zr, Si, Al, Ni, Fe, Ta, V, B, Nb, Se, Te, W, Cr, Mn, Hf, а также Co; MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, NiO, FeO либо Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, B_2O_3, NbO, NbO_2, Nb_2O_5, SeO_2, SeO_3, TeO_2, TeO_3, WO_2, WO_3, Cr_3O_4, Cr_2O_3, CrO_2, CrO_3, MnO, Mn_3O_4, Mn_2O_3, MnO_2, Mn_2O_7, HfO_2, CoO, Co_2O_3, Co_3O_4, Li_2MoO_3 либо Li_2MoO_4, Li_2TiO_3, Li_2ZrO_3, Li_2SiO_3, $LiAlO_2$, $LiNiO_2$, $LiFeO_2$, $LiTaO_3$, $LiVO_3$, $Li_2B_4O_7$, Li_2NbO_3, Li_2PO_4, Li_2SeO_3, Li_2SeO_4, Li_2TeO_3, Li_2TeO_4, Li_2WO_4, Li_2CrO_4, $Li_2Cr_2O_7$, Li_2MnO_3, Li_2MnO_4, Li_2HfO_3, $LiCoO_2$, Li_2MoO_4, MoO_2, Li_2WO_4, Li_2CrO_4, а также $Li_2Cr_2O_7$, S, Li_2S, MoO_2, TiO_2, ZrO_2, SiO_2, Al_2O_3, NiO, FeO либо Fe_2O_3, TaO_2, Ta_2O_5, VO, VO_2, V_2O_3, V_2O_5, P_2O_3, P_2O_5, B_2O_3, а также другие известные в данной области техники анионы, образующие ионные соединения.

В одном из вариантов осуществления группа NH_2 амида, например, $LiNH_2$, будет служить катализатором, причем потенциальная энергия будет составлять примерно 81,6 эВ либо примерно 3X27,2 эВ. Подобно обратимой реакции отщепления либо присоединения H_2O с участием кислоты либо основы с образованием ангидрида и наоборот, указанная обратимая реакция с участием амида и имида или нитрида будет приводить к образованию катализатора NH_2, который будет далее вступать в реакцию с атомарным H с образованием гидрино. Такая обратимая реакция с участием амида и по меньшей мере одного из таких веществ, как имид и нитрид, может также служить источником водорода, например, атомарного H.

Ячейка с расплавом твердого топлива и электролизная ячейка

В одном из вариантов осуществления в реакторе, предназначенном для образования тепловой энергии и видов водорода с более низкой энергией, например, H (1/p) и H_2(1/p), где p будет представлять собой целое число, будет использоваться солевой расплав, который будет служить источником по меньшей мере одного из таких веществ, как H и катализатор HOH. Такой солевой расплав может представлять собой смесь солей, например, эвтектическую смесь. Указанная смесь может содержать по меньшей мере одно из таких веществ, как гидроксид и галогенид, в частности, смесь по меньшей мере одного из таких веществ, как гидроксиды и галогениды щелочных и щелочноземельных металлов, например, LiOH-LiBr либо KOH-KCl. Для поддержания

соли в расплавленном состоянии данный реактор может быть дополнительно оборудован нагревателем, источником питания нагревателя и регулятором температуры. Источником по меньшей мере одного из таких веществ, как H и катализатор HOH, может выступать вода. Такая вода может диссоциировать в упомянутом солевом расплаве. Для обеспечения по меньшей мере одного из таких веществ, как H и катализатор HOH, солевой расплав может дополнительно содержать добавку, например, по меньшей мере одно из таких веществ, как оксид и металл, например, металл-диссоциатор водорода, в частности, по меньшей мере содержащий Ti, Ni, и благородный металл, например, Pt либо Pd. В одном из вариантов осуществления H и HOH могут образовываться в результате реакции с участием по меньшей мере одного из таких присутствующих в солевом расплаве веществ, как гидроксид, галогенид и вода. В одном из типичных вариантов осуществления по меньшей мере одно из таких веществ, как H и HOH, может образовываться путем дегидратации MOH (M = щелочной металл): 2MOH с образованием M_2O + HOH; MOH + H2O с образованием MOOH + 2H; MX + H2O (X = галогенид) с образованием MOX + 2H, причем реакция дегидратации и обмена может катализироваться с помощью MX. Другие варианты осуществления реакций с участием солевого расплава приводятся в описании изобретения в части, посвященной видам твердого топлива, причем такие реакции могут также включать в себя твердотопливные реагенты марки SunCell® и соответствующие реакции.

В одном из вариантов осуществления для поддержания необходимой температуры, а также источника по меньшей мере одного из таких веществ, как H и катализатор HOH, реактор, предназначенный для образования тепловой энергии и видов водорода с более низкой энергией, например H (1/p) и H_2(1/p), где p будет представлять собой целое число, будет оборудован системой электролиза, состоящей по меньшей мере из двух электродов, а также источника необходимой для электролиза энергии, контроллера электролиза, электролита на основе солевого расплава, нагревателя, датчика температуры и контроллера нагревателя. Указанные электроды могут обладать стабильностью в упомянутом электролите. Типичны электроды будут выполнены из никеля и благородных металлов. В ячейку может подаваться вода, а на электроды может подаваться напряжение, например, напряжение постоянного тока. На катоде может образовываться водород, а на аноде – кислород. Водород может вступать в реакцию с катализатором HOH, также образующимся в ячейке, с образованием гидрино. Катализатор HOH может получаться из добавляемой воды. Энергия образования гидрино может производить в ячейке тепло. Ячейка может иметь изоляцию, достаточную для того, чтобы тепло, получаемое в результате реакции с образованием гидрино, могло уменьшать количество энергии, требующееся нагревателю для поддержания солевого расплава. Такой изоляцией может выступать

вакуумная рубашку либо другая, известная в данной области техники, теплоизоляция, например, изоляция, выполненная из керамического волокна. Указанный реактор может быть дополнительно оборудован теплообменником. Такой теплообменник может выполнять отвод передаваемого внешней нагрузке избыточного тепла.

Указанный молевой расплав может содержать гидроксид с по меньшей мере одной другой солью, например, выбранной из перечня, в который входят один или несколько других гидроксидов, галогенидов, нитратов, сульфатов, карбонатов и фосфатов. В одном из вариантов осуществления упомянутая смесь солей может содержать гидроксид металла и тот же металл с другим, описываемым в настоящем изобретении, анионом, например, галогенидом, нитратом, сульфатом, карбонатом и фосфатом. Солевой расплав может содержать по меньшей мере одну смесь солей, выбранную из перечня, в которую входят $CsNO_3$-CsOH, CsOH-KOH, CsOH-LiOH, CsOH-NaOH, CsOH-RbOH, K_2CO_3-KOH, KBr-KOH, KCl-KOH, KF-KOH, KI-KOH, KNO_3-KOH, KOH-K_2SO_4, KOH-LiOH, KOH-NaOH, KOH-RbOH, Li_2CO_3-LiOH, LiBr-LiOH, LiCl-LiOH, LiF-LiOH, LiI-LiOH, $LiNO_3$-LiOH, LiOH-NaOH, LiOH-RbOH, Na_2CO_3-NaOH, NaBr-NaOH, NaCl-NaOH, NaF-NaOH, NaI-NaOH, $NaNO_3$-NaOH, NaOH-Na_2SO_4, NaOH-RbOH, RbCl-RbOH, $RbNO_3$-RbOH, LiOH-LiX, NaOH-NaX, KOH-KX, RbOH-RbX, CsOH-CsX, $Mg(OH)_2$-MgX_2, $Ca(OH)_2$-CaX_2, $Sr(OH)_2$-SrX_2 либо $Ba(OH)_2$-BaX_2, где X =F, Cl, Br либо I, а также LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, $Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$ либо $Ba(OH)_2$, а также одно или несколько из таких веществ, как AlX_3, VX_2, ZrX_2, TiX_3, MnX_2, ZnX_2, CrX_2, SnX_2, InX_3, CuX_2, NiX_2, PbX_2, SbX_3, BiX_3, CoX_2, CdX_2, GeX_3, AuX_3, IrX_3, FeX_3, HgX_2, MoX_4, OsX_4, PdX_2, ReX_3, RhX_3, RuX_3, SeX_2, AgX_2, TcX_4, TeX_4, TlX и WX_4, где X =F, Cl, Br либо I. Такой солевой расплав может содержать катион, общий для анионов электролита на основе смеси солей, либо анион, общий для катионов, а также гидроксид, устойчивый по отношению к другим солям смеси. Указанная смесь может быть эвтектической смесью. Электролизная ячейка может функционировать при температуре, примерно равной температуре плавления такой эвтектической смеси, но может функционировать и при более высоких температурах. Напряжение электролиза может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 1 В до 50 В, от 2 В до 25 В, от 2 В до 10 В, от 2 В до 5 В и от 2 В до 3,5 В. Плотность тока может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 10 мА/см^2 до 100 А/см^2, от 100 мА/см^2 до 75 А/см^2, от 100 мА/см^2 до 50 А/см^2, от 100 мА/см^2 до 20 А/см^2, а также от 100 мА/см^2 до 10 А/см^2.

В еще одном из вариантов осуществления теплоэнергетическая система электролиза будет дополнительно оборудована водородным электродом, например, проницаемым для водорода электродом. Такой водородный электрод может содержать газообразный H_2, проникающий через металлическую мембрану, например, из Ni, V,

Ti, Nb, Pd, PdAg либо Fe с такими обозначениями, как $Ni(H_2)$, $V(H_2)$, $Ti(H_2)$, $Nb(H_2)$, $Pd(H_2)$, $PdAg(H_2)$, $Fe(H_2)$ либо 430 $SS(H_2)$. Подходящими водородопроницаемыми электродами для щелочного электролита будут выступать Ni и сплавы, например, LaNi5, благородные металлы, например, Pt, Pd и Au, а также покрытые никелем либо благородным металлом проницаемые для водорода металлы, например, V, Nb, Fe, сплав Fe-Mo, W, Mo, Rh, Zr, Be, Ta, Rh, Ti, Th, Pd, покрытый Pd Ag, покрытый Pd V, покрытый Pd Ti, редкоземельные металлы, другие тугоплавкие металлы, нержавеющая сталь (НС), например, марки 430 SS, а также другие такие, известные специалистам в данной области техники, металлы. Водородный электрод с обозначением $M(H_2)$, где M представляет собой металл, через который проникает H_2, может быть выполнен из по меньшей мере одного из таких веществ, как $Ni(H_2)$, $V(H_2)$, $Ti(H_2)$, $Nb(H_2)$, $Pd(H_2)$, $PdAg(H_2)$, $Fe(H_2)$, а также 430 $SS(H_2)$. Такой водородный электрод может представлять собой пористый электрод, который может барботировать H_2. Такой водородный электрод может содержать гидрид, например, гидрид, выбранный из перечня, в который входят R-Ni, $LaNi_5H_6$, $La_2Co_1Ni_9H_6$, $ZrCr_2H_{3.8}$, $LaNi_{3.55}Mn_{0.4}Al_{0.3}Co_{0.75}$, $ZrMn_{0.5}Cr_{0.2}V_{0.1}Ni_{1.2}$, а также другие сплавы, способные к накоплению водорода, типа AB_5 (LaCePrNdNiCoMnAl) либо AB_2 (VTiZrNiCrCoMnAlSn), где обозначение «AB_x» указывает на соотношение элементов типа A (LaCePrNd либо TiZr) к элементам типа B (VNiCrCoMnAlS), типа AB_5: $MmNi_{3.2}Co_{1.0}Mn_{0.6}Al_{0.11}Mo_{0.09}$ (Mm = мишметалл: 25 мас.% La, 50 мас.% Ce, 7 мас.% Pr, 18 мас.% Nd), типа AB_2: сплавы $Ti_{0.51}Zr_{0.49}V_{0.70}Ni_{1.18}Cr_{0.12}$, сплавы на основе магния, сплав $Mg_{1.9}Al_{0.1}Ni_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}$, $Mg_{0.72}Sc_{0.28}(Pd_{0.012} + Rh_{0.012})$, а также $Mg_{80}Ti_{20}$, $Mg_{80}V_{20}$, $La_{0.8}Nd_{0.2}Ni_{2.4}Co_{2.5}Si_{0.1}$, $LaNi_{5-x}M_x$ (M= Mn, Al), (M= Al, Si, Cu), (M= Sn), (M= Al, Mn, Cu) и $LaNi_4Co$, $MmNi_{3.55}Mn_{0.44}Al_{0.3}Co_{0.75}$, $LaNi_{3.55}Mn_{0.44}Al_{0.3}Co_{0.75}$, $MgCu_2$, $MgZn_2$, $MgNi_2$, AB-соединения, TiFe, TiCo, а также TiNi, AB_n-соединения (n = 5, 2, или 1), AB_{3-4}-соединения, AB_x (A = La, Ce, Mn, Mg; B = Ni, Mn, Co, Al), $ZrFe_2$, $Zr_{0.5}Cs_{0.5}Fe_2$, $Zr_{0.8}Sc_{0.2}Fe_2$, YNi_5, $LaNi_5$, $LaNi_{4.5}Co_{0.5}$, (Ce, La, Nd, Pr)Ni_5, сплав мишметалл-никель, $Ti_{0.98}Zr_{0.02}V_{0.43}Fe_{0.09}Cr_{0.05}Mn_{1.5}$, $La_2Co_1Ni_9$, FeNi, а также $TiMn_2$. В одном из вариантов осуществления катодом для проведения электролиза будет выступать по меньшей мере один из таких элементов, как электрод восстановления H_2O и водородный электрод. В одном из вариантов осуществления анодом для проведения электролиза будет выступать по меньшей мере одно из таких элементов, как электрод окисления OH^- и водородный электрод.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения теплоэнергетическая система электролиза будет содержит по меньшей мере одно из таких веществ, как [M'''/MOH-M'галогенид/M''(H_2)], [M'''/$M(OH)_2$-M'галогенид/M''(H_2)], [M''(H_2)/MOH-M'галогенид/M'''], а также [M''(H_2) /$M(OH)_2$-M'галогенид/M'''], где M будет представлять собой щелочной либо щелочноземельный металл, M' – металл, гидроксиды и оксиды которого будут

обладать по меньшей мере одним из таких свойств, как более низкая стабильность, чем у гидроксидов и оксидов щелочных либо щелочноземельных металлов, либо низкая способность взаимодействовать с водой, M'' – проницаемый для водорода металл, а M''' – проводящий материал. В одном из вариантов осуществления M' будет представлять собой металл, например, металл, выбранный из перечня, в который входят Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, Sn, W, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, In, Pt, и Pb. В порядке альтернативы M и M' могут быть металлами, в частности, металлами, независимо выбранными из перечня, в который входят Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, Sn, In, Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, а также W. К числу других типичных систем относят [M''/MOH M''X/M'(H_2)] и [M'(H_2)/MOH M'X/M'')], где M, M', M'' и M''' представляют собой катионы металлов либо металлы, X – анион, например, анион, выбранный из числа гидроксидов, галогенидов, нитратов, сульфатов, карбонатов и фосфатов, а M' обладает проницаемостью для H_2. В одном из вариантов осуществления указанный водородный электрод будет выполнен из металла, например, по меньшей мере металла, выбранного из перечня, в который входят V, Zr, Ti, Mn, Zn, Cr, Sn, In, Cu, Ni, Pb, Sb, Bi, Co, Cd, Ge, Au, Ir, Fe, Hg, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru, Se, Ag, Tc, Te, Tl, W и благородный металл. В одном из вариантов осуществления электрохимическая энергетическая система будет состоять из источника водорода, водородного электрода, способного обеспечивать либо образовывать атомарный H, электрода, способного образовывать по меньшей мере одно из таких веществ, как H, H_2, OH, OH^- и катализатор H_2O, источника по меньшей мере одного из таких веществ, как O_2 и H_2O, катода, способного восстанавливать по меньшей мере одно из таких веществ, как H_2O и O_2, щелочного электролита и системы для сбора и рециркуляции по меньшей мере одного из таких веществ, как пары H_2O, N_2 и O_2, а также H_2. Источниками H_2, воды и кислорода могут выступать источники, описываемые в настоящем изобретении.

В одном из вариантов осуществления H_2O, подаваемая в систему электролиза, может служить в качестве катализатора HOH, который катализирует образующиеся на катоде атомы H до состояния гидрино. H, обеспечиваемый водородным электродом, также может служить H-реагентом, необходимым для образования гидрино, например, H(1/4) и H_2 (1/4). В еще одном из вариантов осуществления катализатор H_2O может образовываться в результате окисления OH^- на аноде и реакции с участием поступающего из соответствующего источника H. Таким источником H может выступать по меньшей мере один из таких элементов, как электролиз электролита, например, с содержанием по меньшей мере одного из таких веществ, как гидроксид и H_2O, и водородный электрод. Указанный H может диффундировать от катода к аноду. Типичные катодные и анодные реакции:

Реакция катодного электролиза

$2H_2O + 2e-$ с образованием $H_2 + 2OH-$ (168)

Реакции анодного электролиза

$1/2H_2 + OH^-$ с образованием $H_2O + e^-$ (169)

$H_2 + OH^-$ с образованием $H_2O + e^- + H(1/4)$ (170)

$OH^- + 2H$ с образованием $H_2O + e^- + H(1/4)$ (171)

Что касается реакции окисления OH^- на аноде с образованием катализатора HOH, то OH^- можно заменять путем восстановления на катоде источника кислорода, например, O_2. В одном из вариантов осуществления анион электролитного расплава может служить источником кислорода на катоде. Подходящими анионами будут выступать оксианионы, например, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, а также PO_4^{3-}. Такой анион, как, например, CO_3^{2-} может образовывать основной раствор. Типична катодная реакция:

Катод

$CO_3^{2-} + 4e^- + 3H_2O$ с образованием $C + 6OH^-$ (172)

Такая реакция может представлять собой обратимую реакцию окисления-восстановления в полуэлементе, например,

$CO_3^{2-} + H_2O$ с образованием $CO_2 + 2OH^-$ (173)

Восстановление H_2O до уровня $OH^- + H$ может приводить к катодной реакции с образованием гидрино, причем катализатором будет служить H_2O. В одном из вариантов осуществления в ячейку в качестве источника кислорода могут добавляться CO_2, SO_2, NO, NO_2, PO_2 и другие аналогичные реагенты.

Помимо расплавленных электролитических ячеек, существует возможность генерировать катализатор H_2O в расплавленных либо водных щелочных либо карбонатных электролитических ячейках, в которых H будет образовываться на катоде. Переход между электродами H, образующегося на катоде в результате восстановления H_2O до уровня $OH^- + H$, может инициировать реакцию, представленную уравнением (171). В порядке альтернативы существует несколько реакций с участием карбоната, в результате которых может образоваться катализатор H_2O, например, реакций, предусматривающих обратимую реакцию внутреннего окисления-восстановления, в частности,

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightarrow CO_2 + 2OH^- \quad (174)$$

а также реакций в полуэлементе, в частности,

$$CO_3^{2-} + 2H \rightarrow H_2O + CO_2 + 2e^- \quad (175)$$

$$CO_2 + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow CO_3^{2-} \quad (176)$$

Соединения гидрино или либо смеси химически связанных веществ

Соединения гидрино, включающие в себя виды водорода с более низкой энергией, например, молекулярный гидрино, могут быть идентифицированы по (i) времени полета при масс-спектроскопии вторичных ионов (ToF-SIMS) и времени полета при масс-спектроскопии вторичных ионов с применением метода электрораспыления (ESI-ToF), которыми могут фиксироваться уникальные гидриды металлов, гидридные ионы и кластеры неорганических ионов со связанным $H_2(1/4)$, например, в виде мономера M + 2 либо мультимерных комплексов, в частности, $K^+\left[H_2\left(1/4\right):K_2CO_3\right]_n$ и $K^+\left[H_2\left(1/4\right):KOH\right]_n$, где n представляет собой целое число; (ii) инфракрасному спектру с преобразованием Фурье (FTIR), которым может фиксироваться по меньшей мере один из таких параметров, как энергия вращения $H_2(1/4)$ примерно при 1940 $см^{-1}$, а также полосы либрационных колебаний в характеристической области, при этом другие признаки высокой энергии известных функциональных групп могут отсутствовать, (iii) спектру протонного ядерного магнитного резонанса с вращением под магическим углом (^{1}H MAS ЯМР), которым может фиксироваться пик матрицы со сдвигом в сторону сильного поля, например, в области от -4 до - 6 ч/млн, (iv) дифракции рентгеновских лучей (ДРЛ), которой могут фиксироваться необычные пики, обусловленные уникальным составом, который может иметь полимерную структуру, (v) данным термогравиметрического анализа (ТГА), которыми может фиксироваться разложение водородных полимеров при очень низкой температуре, находящейся, например, в диапазоне от 200°C до 900°C, и определяться уникальная стехиометрия или уникальный состав водорода, например, FeH либо K_2CO_3 H_2, (vi) данным спектроскопии с применением возбужденного электронным пучком излучения, которыми в области 260 нм может фиксироваться ротационно-вибрационная полоса $H_2(1/4)$ с пиками, разнесенными на расстоянии 0,25 эВ друг от друга; (vii) данным фотолюминесцентной спектроскопии комбинационного рассеяния, которыми в области 260 нм может фиксироваться ротационно-вибрационная полоса $H_2(1/4)$ второго порядка с пиками, разнесенными на расстоянии 0,25 эВ друг от друга; (viii) данным о наличии по меньшей мере одной из ротационно-вибрационной полосы $H_2(1/4)$ первого порядка в области 260 нм с пиками, разнесенными на расстоянии 0,25 эВ друг от друга, зафиксированной методом эмиссионной спектроскопии с возбуждением электронным пучком, и ротационно-вибрационной полосы $H_2(1/4)$ второго порядка, зафиксированной методом фотолюминесцентной спектроскопии комбинационного рассеяния, интенсивность которых может обратимо снижаться при изменении температуры в условиях охлаждения с помощью криоохладителя; (ix) данным ротационно-вибрационной эмиссионной спектроскопии, при которой ротационно-вибрационная полоса $H_2(1/p)$, например, $H_2(1/4)$, может возбуждаться высокоэнергетическим световым излучением, например, световым излучением,

обладающим по меньшей мере энергией ротационно-вибрационного излучения; (x) данным спектроскопии комбинационного рассеяния, которыми может фиксироваться по меньшей мере один из таких показателей, как непрерывный спектр Рамана в диапазоне от 40 до 8000 $см^{-1}$ и пик в диапазоне от 1500 до 2000 $см^{-1}$, обусловленный по меньшей мере одним из таких явлений, как парамагнитный сдвиг и сдвиг наночастиц; (xi) данным спектроскопии по ротационно-вибрационной полосе $H_2(1/4)$, пребывающего в газовой фазе либо заключенного в жидкую или твердую фазу, например, в кристаллическую матрицу, в частности, в матрицу, представляющую собой KCl, которая возбуждается плазмой, например, гелиевой либо водородной плазмой, в частности, плазмой микроволнового излучения, радиочастотного излучения либо тлеющего разряда; (xii) данным спектроскопии комбинационного рассеяния, которыми может фиксироваться ротационный пик $H_2(1/4)$ примерно на одном или нескольких из таких уровней, как 1940 $см^{-1}$ ±10% и 5820 $см^{-1}$ ±10%, (xiii) данным рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС), которыми может фиксироваться полная энергия $H_2(1/4)$ на уровне примерно 495-500 эВ, (xiv) данным газовой хроматографии, которыми может фиксироваться отрицательный пик, причем такой пик может иметь более быстрое время миграции, чем гелий или водород, (xv) данными электронной парамагнитной резонансной (ЭПР) спектроскопии, которыми может фиксироваться по меньшей мере один из таких показателей, как пик $H_2(1/4)$ с g-фактором примерно на уровне 2,0046 ±20%, расщепление ЭПР-спектра на два основных пика 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, и расщепление протонов, в частности, энергия протон-электронного дипольного расщепления, на уровне примерно 1,6 $X10^{-2}$ эВ ±20%, а также продукт водорода, содержащий димер из молекул водорода $[H_2(1/4)]_2$, причем ЭПР-спектр показывает энергию электрон-электронного дипольного расщепления на уровне примерно 9,9$X10^{-5}$ эВ ±20% и энергию протон-электронного дипольного расщепления на уровне примерно 1,6 $X10^{-2}$ эВ ±20%, (xvi) измерениям квадрупольного момента, например, по измерениям магнитной восприимчивости и g-фактора, которыми фиксируется квадрупольный момент $H_2(1/p)$ примерно на уровне $\frac{1.70127 a_0^2}{p^2}$, а также (xvii) данным жидкостной хроматографии высокого давления (ЖХВД), на которой отображаются хроматографические пики с показателем времени удерживания выше показателя времени удерживания свободного объема носителя, полученного с использованием органической колонки с растворителем, в частности, содержащим воду либо смесь вода-метанол-муравьиная кислота и элюенты, например, градиентную воду + ацетат аммония + муравьиную кислоту и ацетонитрил/воду + ацетат аммония + муравьиную кислоту, причем определение пиков с помощью такого метода масс-спектроскопии,

как ESI-ToF, демонстрирует фрагменты по меньшей мере одного из таких соединений, как ионное либо неорганическое, в частности, фрагменты типа $NaGaO_2$, полученные из образца, приготовленного путем растворения Ga_2O_3, полученного из устройства марки SunCell®, в NaOH. Молекулы гидрино могут образовывать по меньшей мере одно из таких веществ, как димеры и твердый $H_2(1/p)$. В одном из вариантов осуществления энергия вращения от одного конца к другому для целочисленного перехода от J к J + 1 димера $H_2(1/4)$ ($[H_2(1/4)]_2$) и димера $D_2(1/4)$ ($[D_2(1/4)]_2$) будет составлять примерно (J+1)44,30 $см^{-1}$ и (J+1)22,15 $см^{-1}$, соответственно. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один параметр $[H_2(1/4)]_2$) будет представлять собой (i) расстояние разноса молекул $H_2(1/4)$ примерно на уровне 1,028 Å, (ii) энергию колебания между молекулами $H_2(1/4)$ примерно на уровне 23 $см^{-1}$, а также (iii) энергию Ван-дер-Ваальса между молекулами $H_2(1/4)$ примерно на уровне 0,0011 эВ. В одном из вариантов осуществления по меньшей мере один параметр твердого $H_2(1/4)2$ будет представлять собой (i) расстояние разноса молекул $H_2(1/4)$ примерно на уровне 1,028 Å, (ii) энергию колебания между молекулами $H_2(1/4)$ примерно на уровне 23 $см^{-1}$, а также (iii) энергию Ван-дер-Ваальса между молекулами $H_2(1/4)$ примерно на уровне 0,019 эВ. В одном из вариантов осуществления соединение гидрино, в частности, $GaOOH:H_2(1/4)$, будет иметь новую кристаллическую структуру, в отличие от негидринового аналога GaOOH, в частности, гексагональную структуру, в отличие от орторомбической структуры, которая была зафиксирована с помощью дифракционного рентгеновского микроскопа (XRD) и просвечивающего электронного микроскопа (TEM), то есть новый кристаллический рисунок, подтверждаемый с помощью TEM либо XRD. По меньшей мере один из таких параметров, как вращательный и колебательный спектры, может фиксироваться по меньшей мере одним из таких методов, как из FTIR и спектроскопия комбинационного рассеяния, причем по таким спектрам можно также определять энергию диссоциации связи и расстояние разноса. Решение по параметрам продуктов гидрино дано в публикации Mills GUTCP [которая включен в настоящей документ посредством ссылки, и с которой можно ознакомиться по адресу https://brilliantlightpower.com], например, в Главах 5-6, 11--12 и 16.

В одном из вариантов осуществления устройство для сбора молекулярного гидрино в газообразном, физически абсорбированном, сжиженном или другом состоянии оборудовано источником макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, камерой для содержания таких макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, средством термического разложения таких макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, в упомянутой камере, а также средством сбора газа, высвобождаемого из указанных макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией. Указанное средство разложения может

представлять собой нагреватель. Такой нагреватель может выполнять нагрев первой камеры до температуры, превышающей температуру разложения макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, например, до температуры, находящейся в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 10°C до 3000°C, 100°C до 2000°C, а также от 100°C до 1000°C. Упомянутое средство сбора газа в результате разложения макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, может представлять собой вторую камеру. Такая вторая камера может быть оборудована по меньшей мере один из таких узлов, как газовый насос, газовый клапан, манометр и регулятор массового расхода, предназначенные для выполнения по меньшей мере одного из таких действий, как хранение и транспортировка собранного газообразного молекулярного гидрино. Вторая камера может быть дополнительно оборудована геттером для поглощения газообразного молекулярного гидрино либо охладителем, например, криогенной системой, предназначенной для сжижения молекулярного гидрино. Указанный охладитель может быть оборудован криогенным насосом или дьюаровским сосудом, содержащий криогенную жидкость, например, жидкий гелий или жидкий азот.

Указанное средство образования макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, может быть дополнительно оснащено источником поля, например, источником по меньшей мере одного из таких полей, как электрическое поле или магнитное поле. Источник электрического поля может быть оборудован по меньшей мере двумя электродами, а также источником напряжения, необходимого для приложения электрического поля к реакционной камере, в которой образуются агрегат либо полимеры. В порядке альтернативы, источник электрического поля может содержать электростатически заряженный материал. Такой электростатически заряженный материал может представлять собой камеру реакционной ячейки, например, камеру, содержащую углерод, в частности, камеру из плексигласа. Описываемая в настоящем изобретении детонация может приводить к электростатическому заряжанию камеры реакционной ячейки. Источник магнитного поля может быть оборудован по меньшей мере одним магнитом, например, постоянным, электрическим или сверхпроводящим магнитом, предназначенным для приложения магнитного поля к реакционной камере, в которой образуются агрегат либо полимеры.

Молекулярные гидрино (в частности, гидрино, которые могут генерироваться в описанных в настоящем документе энергогенерирующих системах) могут быть однозначно идентифицированы по их спектроскопическим признакам, в частности, определяемым методом электронной парамагнитной резонансной (ЭПР) спектроскопии, а также методом двойной электронно-ядерной резонансной (ДЭЯР)

спектроскопии. В одном из вариантов осуществления продукт водорода с более низкой энергией может содержать металл в диамагнитном химическом состоянии, например, оксид металла, при дополнительном отсутствии в нем каких-либо свободных негидриновых радикальных частиц, причем на электронной парамагнитной резонансной (ЭПР) спектрограмме будет наблюдаться пик, обусловленный присутствием $H_2(1/p)$, например, $H_2(1/4)$. Камера ячейки для прохождения реакции с образованием гидрино, оборудованная средством для детонации проволоки, служащей по меньшей мере одним из источников реагентов, а также средством для распространения реакции с образованием гидрино, предназначенным для образования по меньшей мере одного из таких веществ, как молекулы $H_2(1/4)$, неорганические соединения, например, оксиды, гидроксиды, гидратированные неорганические соединения металлов, например, гидратированные оксиды и гидроксиды металлов, дополнительно содержащие $H_2(1/p)$, например, $H_2(1/4)$, а также макроагрегаты либо полимеры, содержащие виды водорода с более низкой энергией, например, молекулярный гидрино, будет оборудована системой детонации проволоки, представленной на фигуре 33. В одном из вариантов осуществления атмосфера в камере реакционной ячейки может кондиционироваться с образованием продукта с тканеобразной структурой в результате детонации провода, который помимо водяного пара будет содержать диоксид углерода. Такой диоксид углерода может усиливать связывание молекулярного гидрино с растущими волокнами ткани, причем CO_2 может вступать в реакцию с оксидом металла, образующимся из металла провода во время взрыва, с образованием соответствующего карбоната либо гидрокарбоната металла.

Магнитные моменты электронов множества молекул гидрино, например, $H_2(1/4)$, могут создавать постоянную намагниченность. Молекулярные гидрино могут создавать объемный магнетизм, когда магнитные моменты множества молекул гидрино совместно взаимодействуют, в результате чего могут возникать такие мультимеры, как димеры. Магнитные свойства у димеров, агрегатов или полимеров, содержащих молекулярный гидрино, могут возникать в результате взаимодействий совместно выровненных магнитных моментов. Указанный магнетизм может быть намного сильнее в том случае, когда этот магнетизм обусловлен взаимодействием постоянного магнитного момента электронов дополнительных видов, обладающих по меньшей мере одним неспаренным электроном, например, атомов железа.

Механизм самоорганизации может заключаться в магнитном упорядочении, действующем в дополнение к силам Ван-дер-Ваальса. Широко известным является тот факт, что приложение внешнего магнитного поля приводит к тому, что коллоидные магнитные наночастицы, например, магнетит (Fe_2O_3), суспендированные в растворителе, например, в толуоле, организуются в линейные структуры. Благодаря малой массе и большому магнитному моменту молекулярного гидрино магнитная

самоорганизация в нем происходит даже в отсутствие магнитного поля. В одном из вариантов осуществления с целью усиления процесса самоорганизации и регулирования процесса образования альтернативных структур продуктов гидрино к реакции с образованием гидрино, например, детонации провода, прилагается внешнее магнитное поле. Такое магнитное поле может прилагаться путем помещения по меньшей мере одного постоянного магнита в реакционную камеру. В порядке альтернативы, детонационный провод может содержать металл, служащий источником магнитных частиц, например, магнетит, необходимый для возбуждения магнитной самоорганизации молекулярного гидрино, причем таким источником может быть детонация провода в водяном паре либо другой источник.

В одном из вариантов осуществления продукты гидрино, например, соединения гидрино или макроагрегаты, могут содержать по меньшей мере один другой, отличный от водорода, элемент периодической таблицы. Указанные продукты гидрино могут содержать молекулы гидрино и по меньшей мере один другой элемент, например, по меньшей мере один атом металла, ион металла, атом кислорода и ион кислорода. Типичные продукты гидрино могут содержать $H_2(1/p)$, например, $H_2(1/4)$, и по меньшей мере одно из таких веществ, как Sn, Zn, Ag, Fe, Ga, Ga_2O_3, GaOO, SnO, ZnO, AgO, FeO и Fe_2O_3.

Молекулярный гидрино также может образовывать димеры, которые удалось обнаружить методом ЭПР-спектроскопии. Рассмотрим расщепляющую энергию взаимодействия с двумя аксиально ориентированными магнитными моментами димера $H_2(1/4)$. При подстановке магнетона Бора μ_B для каждого аксиально ориентированного магнитного момента и разнесения димеров $H_2(1/4)$, определяемого уравнением Миллса (16.202) для $|\mathbf{r}|$, в уравнение Миллса (16.223) энергия $E_{mag\ [H_2(1/4)]_2\ e\text{-}dipole}$, необходимая для изменения направления вращения двух магнитных моментов электронов $\left[H_2\left(1/4\right)\right]_2$, будет равна

$$\begin{aligned} E_{mag\ [H_2(1/4)]_2\ e\text{-}dipole} &= -\frac{2\mu_0\mu_B^2}{4\pi r^3} \\ &= -\frac{\mu_0\left(9.27400949X10^{-24}\,JT^{-1}\right)^2}{2\pi\left(1.028X10^{-10}\,m\right)^3} \\ &= -1.584X10^{-23}\ J = -9.885X10^{-5}\ eV = 23.90\ GHz \end{aligned} \tag{16.244}$$

На энергию (см. уравнение Миллса (16.220)) может дополнительно влиять присутствие мультимеров более высокого порядка, чем два, например, триммеров, тетрамеров, пентамеров, гексамеров и т.д., а также внутренний объемный магнетизм соединения гидрино. Обусловленный множеством мультимеров энергетический сдвиг может быть определен путем сложения векторов наложенных магнитных дипольных

взаимодействий, задаваемых уравнением Миллса (16.223), при соответствующих расстояниях и углах. Неспаренный электрон молекулярного гидрино может производить ненулевой либо конечный объемный магнетизм, например, парамагнетизм, суперпарамагнетизм и даже ферромагнетизм, когда магнитные моменты множества молекул гидрино будут взаимодействовать совместно. Молекулярный гидрино может производить ненулевой либо конечный объемный магнетизм, например, парамагнетизм, суперпарамагнетизм и даже ферромагнетизм, когда магнитные моменты множества молекул гидрино будут взаимодействовать совместно. Суперпарамагнетизм и ферромагнетизм предпочтительно возникают, когда макроагрегат молекулярного гидрино дополнительно содержит атомы ферромагнитного металла, например, железа. Макроагрегаты, обладающие устойчивостью за пределами комнатной температуры, могут образовываться за счет магнитного агрегирования и связывания. Указанные магнитные энергии достигают порядка 0,01 эВ, что сравнимо с тепловыми энергиями окружающей лаборатории. ЭПР-спектр соединений, обладающих намагниченностью, вызывающей возбуждение в более низком поле B и девозбуждение в более высоком поле B, согласно наблюдениям, может иметь соответствующие сдвиги спектральных характеристик в сторону, соответственно, слабого и сильного поля. Несмотря на то, что данный эффект может быть незначительным, его все же можно наблюдать под действием очень малых энергий расщепления, которые в 1000-10 000 раз меньше лэмбовского сдвига H. В случае с образцом GaOOH:$H_2(1/4)$ на ЭПР-спектре, зафиксированном в Делфтском университете [F. Hagen, R. Mills, “Distinguishing Electron Paramagnetic Resonance signature of molecular hydrino” («Отличительный признак молекулярного гидрино при проведении спектроскопии электронного парамагнитного резонанса»), Nature, (2020), дорабатывается] были обнаружены линии чрезвычайно малой ширины, обусловленной разбавленным присутствием молекул $H_2(1/4)$, захваченных в клетках GaOOH, представляющих собой диамагнитную матрицу.

Связывание молекул $H_2\left(1/4\right)$ молекулярного гидрино с образованием твердого вещества при температуре, находящейся в диапазоне от комнатной до повышенной, обусловлено силами Ван-дер-Ваальса, которые в связи с уменьшенными размерами и большей упаковкой для молекулярного гидрино намного больше, чем для молекулярного водорода, как показано в публикации Mills GUTCP. Под действием своего собственного магнитного момента и сил Ван-дер-Ваальса молекулярный гидрино может самоорганизоваться в макроагрегаты. В одном из вариантов осуществления гидрино, в частности $H_2(1/p)$, например, $H_2(1/4)$, может образовывать полимеры, трубки, цепочки, кубы, фуллереновые и другие макроструктуры.

В одном из вариантов осуществления смеси химически связанных веществ, включающие в себя виды водорода с более низкой энергией, например, молекулярный

гидрино (в дальнейшем – «соединение гидрино»), могут разделяться магнитным способом. Перед разделением магнитным способом соединение гидрино может охлаждаться для дополнительного усиления магнитных свойств. Способ магнитного разделения может предусматривать перемещение смеси соединений, содержащей нужное соединение гидрино, через магнитное поле с тем, чтобы соединение гидрино предпочтительно снижало свою подвижность по сравнению с остальной частью смеси, либо перемещение над такой смесью магнита с отделением от смеси соединения гидрино. В одном из типичных вариантов осуществления соединение гидрино отделяется от негидриновых продуктов детонации провода посредством погружения производного от детонации материала в жидкий азот и использования метода магнитного разделения, причем криотемпература увеличивает магнитные свойства продукта с содержанием соединения гидрино. Процесс отделения может усиливаться на кипящей поверхности жидкого азота.

Помимо обладания отрицательным зарядом, в одном из вариантов осуществления гидрино-гидридный ион $H^-(1/p)$ будет иметь дублетное состояние с неспаренным электроном, которое будет создавать магнетон Бора магнитного момента. Сепаратор гидрино-гидридных ионов может быть оборудован по меньшей мере одним из таких элементов, как источник электрического поля и магнитного поля, необходимых для отделения гидрино-гидридных ионов от смеси ионов на основе дифференциальных и избирательных сил, поддерживающихся на гидрино-гидридном ионе в зависимости от по меньшей мере одного из таких параметров, как заряд и магнитный момент гидрино-гидридного иона. В одном из вариантов осуществления гидрино-гидридный ион может ускоряться в электрическом поле и отклоняться к накопителю в зависимости от уникального сототношения массы к заряду такого гидрино-гидридного иона. Указанный сепаратор может быть оборудован полусферическим анализатором либо устройством типа анализатора времени пролета. В еще одном из вариантов осуществления гидрино-гидридный ион может собираться с помощью системы магнитной сепарации, причем к образцу с помощью магнита будет прикладываться магнитное поле, а гидрино-гидридные ионы будут избирательно прилипать к магниту для дальнейшего отделения. Гидрино-гидридные ионы могут отделяться вместе с противоионами.

В одном из вариантов осуществления такой вид гидрино, как, например, атомный гидрино, молекулярный гидрино или гидрино-гидридный ион, синтезируется в результате взаимодействия H с по меньшей мере одним из таких веществ, как OH и катализатор H_2O. В одном из вариантов осуществления продукт по меньшей мере одной из таких реакций, как реакция в устройстве марки SunCell® и энергетические реакции, например, реакции, предусматривающие воспламенения доз либо проводов, описываемые в настоящем изобретении, с образованием гидрино представляет собой

соединение гидрино либо вещество, содержащее в себе вид гидрино, например, $H_2(1/p)$, в комплексе с по меньшей мере одним из таким элементом, как (i) элемент, отличный от водорода, (ii) обычный вид водорода, например, по меньшей мере один из таких видов, как H^+, обычный H_2, обычный H^- и обычный H_3^+, органический молекулярный вид, в частности, органический ион или органическая молекула, а также (iv) неорганический вид, например, неорганический ион или неорганическое соединение. Соединение гидрино может представлять собой оксианионное соединение, например, карбонат или гидроксид щелочного или щелочноземельного металла, оксигидроксид, например, GaOOH, AlOOH и FeOOH, либо другое, описываемое в настоящем изобретении, соединение. В одном из вариантов осуществления продукт будет представлять собой по меньшей мере один из таких комплексов, как $M_2CO_3 \cdot H_2(1/4)$ и $MOH \cdot H_2(1/4)$ (M= катион щелочного метала либо другой, описываемый в настоящем изобретении, катион). Продукт может быть идентифицирован с помощью пикового времени полета при масс-спектроскопии вторичных ионов (ToF-SIMS) либо времени полета при масс-спектроскопии вторичных ионов с применением метода электрораспыления (ESI-ToF) как серия ионов в положительном спектре, включающая в себя, соответственно, $M\left(M_2CO_3 \cdot H_2(1/4)\right)_n^+$ и $M\left(MOH \cdot H_2(1/4)\right)_n^+$, где n представляет собой целое число, а целое число и целочисленное значение $p > 1$ может быть заменены на 4. В одном из вариантов осуществления соединение, содержащее кремний и кислород, например, SiO_2 или кварц, может служить в качестве геттера для поглощения $H_2(1/4)$. Геттер для поглощения $H_2(1/4)$ может содержать переходный металл, щелочной металл, щелочноземельный металл, внутренний переходный металл, редкоземельный металл, сочетания металлов, сплавы, например, сплав Mo, в частности, MoCu, а также аккумулирующие водород материалы, например, описываемые в настоящем изобретении.

Соединения, содержащие виды гидрино, синтезированные способами, описываемые в настоящем изобретении, могут иметь формулу MH, MH_2 либо M_2H_2, где M представляет собой катион щелочного металла, а H – вид гидрино. Такое соединение может иметь формулу MH_n , где n равно 1 или 2, M представляет собой катион щелочноземельного металла, а H – вид гидрино. Соединение может иметь формулу 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 – вид гидрино. Соединение может иметь формулу MHX, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион, а H –

вид гидрино. Соединение может иметь формулу MHX, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, X – двукратно отрицательно заряженный анион, а H – вид гидрино. Соединение может иметь формулу M_2HX, где M представляет собой катион щелочного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион, а H – вид гидрино. Соединение может иметь формулу MH_n, где n представляет собой целое число, M – катион щелочного металла, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу M_2H_n, где n представляет собой целое число, M – катион щелочноземельного металла, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу M_2XH_n, где n представляет собой целое число, M – катион щелочноземельного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу $M_2X_2H_n$, где n равно 1 или 2, M – катион щелочноземельного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу M_2X_3H, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион, а H – вид гидрино. Соединение может иметь формулу M_2XH_n, где n равно 1 или 2, M – катион щелочноземельного металла, X – двукратно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу $M_2XX'H$, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион, X' – двукратно отрицательно заряженный анион, а H – вид гидрино. Соединение может иметь формулу $MM'H_n$, где n представляет собой целое число от 1 до 3, M – катион щелочноземельного металла, M' – катион щелочного металла, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу $MM'XH_n$, где n равно 1 либо 2, M – катион щелочноземельного металла, M' – катион щелочного металла, X – однократно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу MM'XH, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, M' – катион щелочного металла, X – двукратно отрицательно заряженный анион, а H – вид гидрино. Соединение может иметь формулу MM'XX'H, где M представляет собой катион щелочноземельного металла, M' – катион щелочного металла, X и X' – однократно отрицательно заряженный анион, а H – вид гидрино. Соединение может иметь формулу $MXX'H_n$, где n представляет собой целое число от 1 до 5, M – катион щелочного либо щелочноземельного металла, X – однократно либо двукратно отрицательно заряженный анион, X' – металл или

металлоид, переходный элемент, внутренний переходный элемент либо редкоземельный элемент, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу MH_n, где n представляет собой целое число, M – катион, например, переходный элемент, внутренний переходный элемент либо редкоземельный элемент, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу MXH_n, где n представляет собой целое число, M – катион, например, катион щелочного металла, катион щелочноземельного металла, X – другой катион, например, катион переходного элемента, внутреннего переходного элемента либо редкоземельного элемента, а содержащийся в соединении водород H_n включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу $\left(MH_mMCO_3\right)_n$, где M представляет собой катион щелочного металла либо другой катион с зарядом +1, каждый m и n представляет собой целое число, а содержащийся в соединении водород H_m включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу $\left(MH_mMNO_3\right)_n^+ \; nX^-$, где M где M представляет собой катион щелочного металла либо другой катион с зарядом +1, m и n каждый представляет собой целое число, X – однократно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород H_m включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу $\left(MHMNO_3\right)_n$, где M представляет собой катион щелочного металла либо другой катион с зарядом +1, n представляет собой целое число, а содержащийся в соединении водород H включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение может иметь формулу $\left(MHMOH\right)_n$, где M представляет собой катион щелочного металла либо другой катион с зарядом +1, n представляет собой целое число, а содержащийся в соединении водород H включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение, включающее в себя анион или катион, может иметь формулу $\left(MH_mM'X\right)_n$, где каждый из m и n представляет собой целое число, каждый из M и M' – катион щелочного или щелочноземельного металла, X – однократно или двукратно отрицательно заряженный анион, а содержащийся в соединении водород H_m включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Соединение, включающее в себя анион или катион, может иметь формулу $\left(MH_mM'X'\right)_n^+ \; nX^-$, где каждый из m и n представляет собой целое число, каждый из M и M' – катион щелочного или щелочноземельного металла, X и X' – однократно либо двукратно отрицательно заряженные анионы, а содержащийся в соединении водород H_m включает в себя по меньшей мере один вид гидрино. Упомянутый анион может представлять собой один из анионов, описываемых в настоящем изобретении. К подходящим типичным однократно

отрицательно заряженным анионам относятся галогенид-ион, гидроксид-ион, гидрокарбонат-ион либо нитрат-ион. К подходящим типичным двукратно отрицательно заряженным анионам относятся карбонат-ион, оксид или сульфат-ион.

Описываемые в настоящем изобретении соединения гидрино предпочтительно имеют чистоту более 0,1 атомного процента. Более предпочтительно, чтобы такие соединения имели чистоту более 1 атомного процента. Еще более предпочтительно, чтобы такие соединения имели чистоту более 10 атомных процентов. Наиболее предпочтительно, чтобы такие соединения имели чистоту более 50 атомных процентов. В еще одном из вариантов осуществления такие соединения имеют чистоту более 90 атомных процентов. В еще одном из вариантов осуществления такие соединения имеют чистоту более 95 атомных процентов.

Свойства продуктов реакции

Поскольку соединения гидрино (либо продукты реакции, имеющие описанные здесь спектроскопические признаки) вступают в реакцию с колонной с органической насадкой, в частности, колонной C18, во время проведения хроматографии, в частности, высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), соединения гидрино (например, образующиеся в процессе работы устройства марки SunCell®) могут быть экстрагированы из водного раствора, в частности, водного раствора основы, например, водного раствора NaOH либо KOH, с применением органического растворителя, в частности, по меньшей мере одного из таких растворителей, как углеводород, спирт, эфир, диметилформамид и карбонат. В одном из вариантов осуществления хроматография с неподвижной фазой, представляющей собой органическое соединение, в частности ВЭЖХ с насадкой колонны C18, будет применяться для выполнения по меньше мере одной их таких операций, как разделение, очистка и идентификация соединений, содержащих в себе водород с более низкой энергией, в частности, соединений, включающих в себя молекулярный гидрино, ввиду реакции, происходящей между такими соединениями, включающих в себя водород с более низкой энергией, и указанной неподвижной фазой. Низкоэнергетическая водородная часть указанного соединения, также включающего в себя по меньшей мере одну неорганическую часть, может приводить к возникновению реакции с неподвижной фазой колонны, обладающей по меньшей мере некоторыми органическими свойствами, причем в отсутствие такой низкоэнергетической водородной части подобная реакция была бы ничтожной либо ж отсутствовала бы. В одном из вариантов осуществления соединение, включающее в себя водород с более низкой энергией, в частности, молекулярный гидрино, может выводиться по меньшей мере из одного из таких веществ, как раствор и смесь соединений, с помощью колоночной или пленочной хроматографии. Элюант может представлять собой по меньшей мере один растворитель на водной основе и по меньшей мере один

органический растворитель, в частности, ацетонитрил, муравьиную кислоту, спирт, простой эфир, ДМСО и другой известный в данной области техники подобный растворитель. Насадка колонны может представлять собой неподвижную фазу органического типа.

Джозефсоновские переходы, в частности, сверхпроводящие квантовые интерференционные устройства (СКВИДы), сцепляют магнитный поток, выражающийся в таких квантованных единицах, как квант магнитного потока или флюксон $\frac{h}{2e}$. Идентичное поведение было предсказано и наблюдалось в случае со сцеплением магнитного потока гидрино-гидридным ионом и молекулярным гидрино. С участием первого оно наблюдалось в видимом спектре излучения $H^-\left(1/2\right)$ в процессе связывании свободного электрона с соответствующим атомом, $H\left(1/2\right)$. Сцепление флюксонов молекулярным гидрино наблюдалось с помощью электронной парамагнитной резонансной спектроскопии с применением микроволнового облучения $H_2\left(1/4\right)$ в приложенном магнитном поле, причем резонансное поглощение вызывало спин-флип-переход, предусматривающий спин-орбитальную связь с квантованным сцеплением магнитного потока. Сцепление флюксонов молекулярным гидрино также наблюдалась с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния с применением инфракрасного, видимого или ультрафиолетового лазерного облучения $H_2\left(1/4\right)$, причем резонансное поглощение вызывало вращательный переход, предусматривающий спин-орбитальную связь с квантованным сцеплением магнитного потока. Сцепление флюксонов молекулярным гидрино дополнительно наблюдалась с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния с применением инфракрасного облучения $H_2\left(1/4\right)$, причем резонансное поглощение вызывало вращательный переход, предусматривающий спин-орбитальную связь с квантованным сцеплением магнитного потока, при приложении магнитного поля для изменения правил отбора для инфракрасного поглощения. Явление сцепления потока такими видами гидрино, как $H^-\left(1/p\right)$ и $H_2\left(1/p\right)$ полезно тем, что активирует СКВИДы на основе гидрино и электронные элементы по типу СКВИДов на основе гидрино, в частности, логические вентили, элементы памяти и другие электронные измерительные или исполнительные устройства, например, магнитометры, датчики и переключатели, использующие уникальные характеристики таких продуктов реакции с образованием гидрино. Например, компьютерным логическим вентилем либо элементом памяти, функционирующим даже при повышенной температуре по сравнению с криогенными, может выступать единичный молекулярный гидрино, в частности, $H_2\left(1/4\right)$, который в 4^3 или 64 раза меньше, чем молекулярный водород.

СКВИДы на основе гидрино и электронные элементы по типу СКВИДа на основе гидрино могут состоять из по меньшей мере одного из таких элементов, как цепь входного тока и входного напряжения и цепь выходного тока и выходного напряжения, предназначенная для выполнения по меньшей мере одной из таких функций, как определение и изменение состояния потокосцепления по меньшей мере одного из таких элементов, как гидрино-гидридный ион и молекулярный гидрино. Указанные цепи могут представлять собой резонансные цепи переменного тока, в частности, радиочастотные резистивно-индуктивноемкостные цепи. Упомянутые СКВИДы на основе гидрино и электронные элементы по типу СКВИДа на основе гидрино могут быть дополнительно оборудованы по меньшей мере одним источником электромагнитного излучения, в частности, источником по меньшей мере одного из таких типов излучения, как микроволновое, инфракрасное, видимое или ультрафиолетовое излучение. Указанный источник излучения может представлять собой лазер или микроволновый генератор. Лазерное излучение может подаваться в сфокусированном режиме, обеспечиваемом линзой либо оптоволокном. Упомянутые СКВИДы на основе гидрино и электронные элементы по типу СКВИДа на основе гидрино могут быть дополнительно оборудованы источником магнитного поля, прикладываемого по меньшей мере к одному из таких элементов, как гидрино-гидридный ион и молекулярный гидрино. Данное магнитное поле может быть регулируемым. Такая регулируемость по меньшей мере одного из таких элементов, как источник излучения и магнитное поле, может обеспечить выборочное и контролируемое достижение резонанса между источником электромагнитного излучения и магнитным полем.

В одном варианте осуществления собственное или внешнее магнитное поле либо собственная или внешняя намагниченность могут обеспечивать возможность осуществления молекулярных переходов гидрино, включающих в себя по меньшей мере один из таких переходов, как спин-флип-переход электрона, молекулярный вращательный переход, переход спинового вращения, переход со спин-орбитальной связью и переход со сцеплением магнитного потока. Металлические фольги, в частности, ферромагнитные фольги, например, фольги из Ni, Fe или Co, имеющие на своей поверхности гидрино, могут демонстрировать такие молекулярные переходы гидрино в спектре комбинационного рассеяния. В еще одном из вариантов осуществления соединение молекулярного гидрино, в частности, $GaOOH:H_2(1/4)$, может подвергаться воздействию внешнего приложенного магнитного поля магнита с целью обеспечения такого молекулярного перехода гидрино, в частности, наблюдаемого с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния. Указанные молекулярные переходы гидрино также могут усиливаться за счет усиленного поверхностного эффекта, например, эффекта, возникающего в том случае, когда

молекулярный гидрино находится на поверхности проводящего материала, в частности, на металлической поверхности, например, в условиях исследования методом усиленного поверхностного комбинационного рассеяния (УПКР). Типичными металлическими поверхностями выступают фольги из Ni, Cu, Cr, Fe, нержавеющей стали, Ag, Au и других металлов или металлических сплавов.

В одном из вариантов осуществления газообразный молекулярный гидрино, например, $H_2(1/4)$, обладает растворимостью в конденсируемых газах, например, в благородном газе, в частности, в жидком аргоне, жидком азоте, жидком CO_2, либо в плотном газе, например, плотном CO_2. В случае, когда гидрино будет обладать большей растворимостью, чем водород, жидкий аргон может использоваться для избирательного сбора и обогащения газообразного молекулярного гидрино, поступающего из источника, например, из источника, содержащего смесь H_2 и газообразного молекулярного гидрино, в частности, из газа, производимого устройством марки SunCell®. В одном из вариантов осуществления газ, производимый устройством марки SunCell®, будет барботироваться через жидкий аргон, который в силу растворимости молекулярного гидрино в жидком аргоне будет выполнять функцию геттера. В одном из вариантов осуществления скорость потери газообразного молекулярного гидрино из герметичной емкости может быть снижена путем добавления другого газа, в частности, аргона, который будет способствовать удержанию молекулярного гидрино.

Как описано выше, описываемые в данном изобретении энергогенерирующие системы функционируют за счет реакции с уникальными признаками, которые можно использовать для того, чтобы охарактеризовать такую систему. Данные продукты могут собираться различными способами. В одном из вариантов для сбора гидрино применяется растворитель. В одном из вариантов осуществления указанный растворитель может обладать магнитными свойствами, в частности, парамагнитными свойствами, дабы в силу своего магнетизма молекулярный гидрино вступал в некоторое абсорбционное взаимодействие. Типичными растворителями выступают жидкий кислород, кислород, растворенный в другой жидкости, в частности, воде, NO, NO_2, B_2, ClO_2, SO_2, N_2O, причем NO_2, O_2, NO, B_2 и ClO_2 обладают парамагнитными свойствами. В порядке альтернативы газообразный гидрино можно барботироваться через плотный растворитель, например, плотное вещество, которое представляет собой газ при комнатной температуре, например, плотный CO_2. Указанный газообразный гидрино может непосредственно собираться. В порядке альтернативы для сбора нерастворимых соединений, содержащих гидрино, например, макроагрегаты гидрино результирующий раствор может отфильтровываться, сниматься, декантироваться либо центрифугироваться.

Твердые геттеры также могут использоваться для улавливания газообразного

гидрино, в частности, производимого устройством марки SunCell® при одной температуре, в частности, криогенной температуре, и высвобождаемого при более высокой температуре в процессе подогрева либо нагрева. Указанный геттер может представлять собой оксид либо гидроксид, в частности, оксид либо гидроксид металла, или карбонат. Дополнительным типичным геттером выступает по меньшей мере одно из таких веществ, как гидроксид щелочного металла, в частности, KOH, либо гидроксид щелочноземельного металла, в частности, $Ca(OH)_2$, карбонат, в частности, K_2CO_3, смеси геттеров, в частности, гидроксида с карбонатом, например, $Ca(OH)_2$ + Li_2CO_3, галогенид щелочного металла, в частности, KCl или LiBr, нитрат, в частности, $NaNO_3$, а также нитрит, в частности, $NaNO_2$. Такие геттеры, как FeOOH, $Fe(OH)_3$ и Fe_2O_3, могут обладать парамагнитными свойствами. В одном из вариантов геттер может представлять собой магнитное соединение, магнитный материал, магнитную жидкость или частицу, в частности, парамагнитные наночастицы, например, наночастицы Mn, Cu или Ti, или магнитные наночастицы, например, наночастицы ферромагнитных металлов, в частности, наночастицы Ni, Fe, Co, CoSm, Alnico, а также наночастицы других ферромагнитных металлов. Указанные магнитные соединение, материал, жидкость или частица могут диспергироваться на поверхности магнита. Магнит может поддерживаться при криогенной температуре. В одном из типичных вариантов осуществления указанный геттер молекулярного гидрино будет представлять собой порошкообразные железо, никель или кобальт, диспергированные на постоянном магните, в частности, кобальт-самариевом или неодимовом постоянном магните, помещенном в секцию вакуумного трубопровода, которая погружена в криоген, в частности, в жидкий азот. В одном из вариантов осуществления указанный геттер, в частности, выполненный из магнитного материала, например, порошкообразного железа, будет размещен в по меньшей мере одном из таких мест, как внутри камеры реакционной ячейки и вблизи камеры реакционной ячейки, будучи соединенным с ней. Такой геттер может помещен в емкость, например, в тигель. Для предотвращения контакта расплавленного металла с геттером такая емкость может быть помещена в футляр. Этот футляр может обладать по меньшей мере одним из таких свойств, как способность функционировать при высоких температурах, устойчивость к образованию сплавов с расплавленным металлом и проницаемость для газообразного гидрино. Типичный футляр будет выполнен из тонкой пористого графита, BN, диоксида кремния, кварца или другого керамического покрытия.

В одном из вариантов осуществления молекулярный гидрино может высвобождаться из смеси химически связанных веществ, в частности, геттеров, используемых в устройстве марки SunCell®, в составе которых гидрино оказывается в результате обработки безводной кислотой, в частности, CO_2(карбоновой кислотой), HNO_3, H_2SO_4, HCl(газ.) либо HF(газ.). Указанная кислота может нейтрализоваться в

водной ловушке, а газообразный молекулярный гидрино может собираться в по меньшей мере одном из таких веществ, как выделенная после нейтрализации соль и криоловушка, в частности, с содержанием CO_2(тв.). Для образования требуемого соединения с содержанием молекулярного гидрино может быть выбрано по меньшей мере одно из таких веществ, как кислота и основа. В одном из типичных вариантов осуществления $NaNO_3$ либо KNO_3 с содержанием гидрино будет образовываться в результате растворения собираемого из устройства марки SunCell® оксида галлия либо оксигидроксида галлия в водном растворе NaOH или KOH и нейтрализации раствора с помощью HNO_3.

В одном из вариантов осуществления по меньшей мере одно из таких веществ, как галлат калия и галлат натрия, будет нейтрализоваться угольной кислотой, получаемой в результате барботирования CO_2 через указанный раствор, с образованием K_2CO_3:H_2(1/4) и Na_2CO_3:H_2(1/4). По результатам типового анализа аналога карбоната калия по ToF-SIMS галлия было получено $K\{K_2CO_3:H_2(1/4)\}_n$, где n = целое число в положительном спектре.

В одном из вариантов осуществления нейтрализация сильной кислотой основного раствора, содержащего в себе молекулярный гидрино, в частности, из Ga_2O_3, собираемого для прохождения в устройстве марки SunCell® реакции с образованием гидрино и растворяемого в основе, в частности, в гидроксиде щелочного или щелочноземельного металла, например, NaOH или KOH, будет приводить к образованию GaOOH, содержащего в себе молекулярный гидрино, в частности, GaOOH:H_2(1/4). Типичными сильными кислотами выступают HCl и HNO_3. Нейтрализация слабой кислотой, в частности, угольной кислотой, будет приводить к образованию GaOOH, содержащего в себе молекулярный гидрино, и соединения либо смесь соединений, содержащих в себе по меньшей мере одно из таких веществ, как галлий, оксид, гидроксид, карбонат, вода и катион основы, в частности, калий гидрат карбоната галлия, например, $K_2Ga_2C_2O_8(H_2O)_3$.

В порядке альтернативы молекулярный гидрино может высвобождаться из соединения, содержащего в себе гидрино, по меньшей мере одним из таких способов, как воздействие высокой температуры, в частности, находящейся в диапазоне от примерно 100°C до 3 400°C, воздействие плазмой, бомбардировка высокоэнергетическими ионами либо электронами, воздействие по меньшей мере одним их таких типов света, как свет высокой мощности и свет высокой энергии, например, при облучении соединения УФ-лампой или импульсной лампой большой мощности, а также лазерное облучение, например, облучение УФ-лазером, в частности, излучающим лазерный свет с длиной волны 325 нм, линией ионного аргонового лазера с удвоенной частотой (244 нм) либо гелий-кадмиевым лазером.

В одном из вариантов осуществления газообразный молекулярный гидрино

может получаться путем образования соединения, содержащего в себе молекулярный гидрино, с последующим охлаждением такого соединения до температуры (температуры высвобождения), при которой молекулярный гидрино утратит свою растворимость либо стабильную связь и начнет высвобождаться в виде свободного газообразного молекулярного гидрино. Температура высвобождения может быть криогенной температурой, в частности, находящейся по меньшей мере в одном из таких диапазонов, как примерно от 0,1 K до 272 K, от 2 K до 75 K, а также от 3 K до 150 K. Указанное соединение может состоять из молекулярного гидрино, в частности, $H_2(1/4)$, и оксида либо оксигидроксида, в частности, содержащего в себе по меньшей мере один из таких металлов, как Fe, Zn, Ga и Ag. Такое соединение может образовываться в результате сильноточной детонации провода в условиях атмосферы, содержащей в себе водяной пар, либо детонации дозы описываемого в данном изобретении вещества, содержащего в себе захваченную воду. В одном из типичных вариантов осуществления по меньшей мере одно соединение, содержащее в себе молекулярный гидрино, и по меньшей мере одно из таких веществ, как (i) оксид и оксигидроксид Fe и Zn, образующийся в результате сильноточной детонации соответствующего металлического провода в присутствии водяного пара, а также (ii) оксид серебра, образующийся в результате детонации в условиях воздушной смеси содержащих воду доз серебра, будут охлаждаться до уровня ниже температуры жидкого азота с выделением газообразного молекулярного гидрино.

В одном из вариантов осуществления молекулярный гидрино, захватываемый, поглощаемый или связываемый геттером либо сплавом, оксидом или оксигидроксидом, будет образовываться в результате по меньшей мере одного из таких процессов, как (i) детонация металлического провода, в частности, содержащего в себе по меньшей мере один из таких элементов, как серебро, Mo, W, Cu, Ti, Ni, Co, Zr, Hf, Ta и описываемый в данном изобретении редкоземельный элемент, (ii) измельчение в шаровой мельнице либо нагревание смеси KOH-KCl, других смесей галогенида и гидроксида, в частности, $Cu(OH)_2 + FeCl_3$, других оксигидроксидов, в частности, AlO(OH), ScO(OH), YO(OH), VO(OH), CrO(OH), MnO(OH) (граутит α-MnO(OH) и манганит γ-MnO(OH), FeO(OH), CoO(OH), NiO(OH), RhO(OH), GaO(OH), InO(OH), $Ni_{1/2}Co_{1/2}O(OH)$ и $Ni_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}O(OH)$, а также (iii) функционирование устройства марки SunCell® в соответствии с данным изобретением. В последнем случае к расплавленному металлу может добавляться дополнительный реагент или геттер, в частности, галлий. Такой дополнительный реагент может образовывать соответствующий сплав, оксид либо оксигидроксид. Типовая добавка или типовой геттер будет содержать в себе по меньшей мере одно из таких веществ, как Ga_2O_3, сплав галлия с нержавеющей сталью (SS), железо-галлиевый, никель-галлиевый и хром-галлиевый сплав, оксиды сплава с SS, металл из SS, никель, железо и хром.

Молекулярный гидрино может храниться в геттере либо материале, с которым он связывается или в который он встраивается, путем поддержания такого геттера или материала при низкой температуре, в частности, при криогенной температуре. Такая криогенная температура может поддерживаться с помощью криогенного вещества, в частности, жидкого азота либо CO_2(тв.).

В одном из вариантов осуществления молекулярный гидрино будет высвобождаться в виде свободного газа из оксидного или оксигидроксидного соединения, содержащего в себе молекулярный гидрино, путем растворения такого соединения в солевом расплаве, в частности, в галогениде щелочного или щелочноземельного металла, либо в эвтектической смеси солей, в частности, приведенных на сайте: http://www.crct.polymtl.ca/fact/documentation/FTsalt/FTsalt_Figs.htm, который в полном своем объеме включен в настоящий документ посредством ссылки. Типичной смесью солей с растворенным оксидом выступает $MgCl_2$-MgO http://www.crct.polymtl.ca/fact/phase_diagram.php?file=MgCl2-MgO.jpg&dir=FTsalt.

В одном из вариантов осуществления газообразный продукт, собираемый непосредственно из устройства марки SunCell®, либо газообразный продукт, собираемый из продукта, высвобождаемого из твердых продуктов устройства марки SunCell®, будет пропускаться через рекомбинатор, например, рекомбинатор на основе CuO, для удаления газообразного водорода, а обогащенный газообразный гидрино будет конденсироваться в герметично запираемой клапанами криокамере, расположенной на криопальце либо холодной ступени крионасоса, либо в криоловушке, в частности, охлаждаемой жидким азотом криоловушке, выполненной из твердого CO_2. Газообразный молекулярный гидрино может конденсироваться совместно с по меньшей мере одним другим газом или поглощаться в совместно конденсируемый газ, например, один или несколько из таких газов, как аргон, азот и кислород, которые могут служить в качестве растворителя. В одном из типичных вариантов осуществления оксид галлия, собираемый из устройства марки SunCell® после прохождения реакции с образованием гидрино, будет растворяться в водной основе, в частности, KOH (водн.), а высвобождаемые газы, содержащие в себе гидрино и водород, будут пропускаться через охлаждаемую жидким азотом криоловушку, выполненную из твердого CO_2, причем собираемый газообразный гидрино будет обогащаться по отношению к водороду. Когда будет накоплено достаточное количество жидкости, криокамера может быть герметично закрыта и подвергнута нагреву с целью выпаривания конденсированной жидкости. Результирующий газ может использоваться в промышленных либо аналитических целях. Например, такой газ может нагнетаться через клапан камеры в газовый хроматограф либо в ячейку для проведения спектроскопии с применением возбужденного электронным пучком

излучения. В одном из альтернативных вариантов осуществления газообразный молекулярный гидрино может непосредственно подаваться в камеру криогенного пальца и конденсироваться, причем криопалец может функционировать при температуре выше 20,3 К (температуре кипения H_2 при атм. давлении), дабы предотвратить совместное конденсирование водорода.

В одном из вариантов осуществления, в котором молекулярный гидрино будет конденсироваться криогенным способом с помощью таких средств, как криоловушка либо крионасос, при давлении и температуре, выходящих за пределы диапазона чистого водорода ввиду присутствия молекулярного гидрино, что может увеличить температура кипения водорода, вместе с ним в такой криоловушке либо таком крионасосе может конденсироваться и водород. В одном из вариантов осуществления газообразный молекулярный гидрино может добавляться к газообразному водороду для повышения температуры его кипения, необходимого для целей хранения жидкого водорода, причем будет снижаться объем по меньшей мере одной из таких составляющих, необходимых для хранения водорода, как энергия и оборудование.

В одном из вариантов осуществления в состав смеси для реакции с образованием гидрино будет дополнительно входить геттер молекулярного гидрино, в частности, по меньшей мере одно из таких веществ, как металлы, элементы и соединения, например, неорганические соединения, в частности, оксиды металлов. Упомянутый геттер молекулярного гидрино может быть смешан с расплавленным металлом камеры и резервуара реакционной ячейки, чтобы служить коллектором, связующим веществом поглотителем либо геттером для молекулярного гидрино, образующегося в камере реакционной ячейки. Такой молекулярный гидрино может служить для связывания либо агрегации добавленного металла либо соединения с образованием частиц. Молекулярный гидрино может выполнять ту же функцию с металлами сплава либо оксидов металлов, образующихся из материалов, с которыми будет контактировать расплавленный металл, в частности, из элементов из нержавеющей стали либо их оксидов. Указанные частицы могут выделяться из расплавленного металла. Эти частицы могут отделяться путем плавления расплавленного металла, содержащего в себе такие частицы, и создания условий для отделения таких частиц. Частицы могут всплывать на поверхность смеси в процессе отделения и сниматься с поверхности расплавленного металла. В порядке альтернативы более плотные частицы могут тонуть, а расплавленный металл может декантироваться с целью обогащения содержания в смеси частиц, представляющих собой молекулярный гидрино. Такие частицы могут дополнительно очищаться известными в данной области техники способами, в частности, методом растворения нежелательного компонента в подходящем растворителе с осаждением необходимых частиц. Также очистка частиц может осуществляться методом перекристаллизации из

подходящего раствора. Газообразный молекулярный гидрино может высвобождаться методом нагревания, криогенного охлаждения, солюбилизации кислотой, солюбилизации солевым расплавом и другими, описываемым в данном изобретении, способами.

В одном из вариантов осуществления накопление частиц, представляющих собой молекулярный гидрино, будет ингибировать прохождение реакции с образованием гидрино посредством, например, ингибирования продукта. Для снижения степени ингибирования скорости прохождения реакции данные частицы могут удаляться с помощью тех или иных средств, в частности, механических.

Как описано выше, описываемые в данном изобретении энергогенерирующие системы функционируют за счет реакции с уникальными признаками, которые можно использовать для того, чтобы охарактеризовать такую систему. Указанные продукты могут собираться самыми различными способами, в частности, с помощью крионасоса либо криоловушки. Колонны фракционной криогенной дистилляции сжиженного газа классифицируются по числу тарелок, обеспечивающих площадь конденсационной поверхности, и количеству дифференциальных сепараций. Процесс конденсации гидрино зависит от давления, температуры, времени пребывания, скорости потока и площади конденсационной поверхности. В одном из вариантов осуществления указанные параметры будут регулироваться для целей оптимизации процесса сбора газообразного гидрино требуемой чистоты. В еще одном из вариантов осуществления упомянутые крионасос либо криоловушка могут быть оборудоваться по меньшей мере одним средством увеличения площади поверхности, предназначенным для улучшения процесса конденсации и отделения газообразного гидрино, в частности, по меньшей мере одним из таких средств, как конструкционные элементы, в частности, выступы, и зернистый материал с большой площадью поверхности, в частности, стеклянные или керамические гранулы (песок), порошок, в частности, выполненный из неорганического соединения либо металла, а также сетчатый материал, в частности, металлические полотно, ткань или губка. Указанное средство увеличения площади поверхности может быть расположено внутри охлаждаемой коллекторной полости либо трубе крионасоса либо криоловушки, в частности, в патрубке крионасоса. Средство увеличения площади поверхности может быть выбрано таким образом, чтобы избежать блокирования потока через крионасос либо криоловушку газа, по меньшей мере частично, содержащего в себе молекулярный гидрино. В одном из типичных вариантов осуществления указанная коллекторная емкость или труба крионасоса либо криоловушки будет представлять собой секцию хроматографической колонны, в частности, выполненной из нержавеющей стали, заполненной для конденсации молекулярного гидрино цеолитом либо аналогичной газопроницаемой матрицей с большой площадью поверхности.

В одном из вариантов осуществления, представленном на фигуре 33, система 500, предназначенная для образования макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, оборудована камерой 507, например, камерой из плексигласа, металлическим проводом 506, конденсатором 505 высокого напряжения с заземляющим соединением 504, который может заряжаться от высоковольтного источника 503 постоянного тока, и выключателем, например, электрическим выключателем 502 на 12 В, а также выключателем 501 с управляемым искровым разрядником, предназначенным для замыкания цепи, проходящей от конденсатора до металлического провода 506 внутри камеры 507, приводящего к детонации такого провода. Упомянутая камера может содержать водяной пар и газ, например. атмосферный воздух либо благородный газ.

Типичная система, предназначенная для образования макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, оборудована закрытой прямоугольной кубовидной камерой из плексигласа, имеющей длину 46 см, ширину и высоту, соответственно, 12,7 см и 10,2 см, металлическим проводом диаметром 0,22~0,5 мм, закрепленным между двумя молибденовыми полюсами молибденовыми гайками на расстоянии 9 см от пола указанной камеры, конденсатором на 15 кВ (модель 5PH349001AAA, 55 мкФ, марки Westinghouse), заряжаемым до примерно 4,5 кВ, что соответствует 557 Дж, источником питания постоянного тока на 35 кВ, предназначенным для заряжания конденсатора, а также выключателем 12 В с управляемым искровым разрядником (модель Trigatron10, 3 кДж, марки Information Unlimited), предназначенным для замыкания цепи, проходящей от конденсатора до металлического провода внутри указанной камеры, приводящего к детонации такого провода. Указанный провод может содержать Mo (тонкую молибденовую сетку, с 20-й ячейкой, из проволоки диаметром 0,305 мм, 99,95%, марки Alpha Aesar), Zn (диаметром 0,25 мм, 99,993%, марки Alpha Aesar), сплав Fe-Cr-Al (провод из сплава Cr-Al-Fe, 73%-22%-4,8%, 31-го калибра, диаметром 0,226 мм, типа KD, артикул № 1231201848, производства компании Hyndman Industrial Products Inc.) либо Ti (диаметром 0,25 мм, 99,99%, марки Alpha Aesar). Во время типичного прогона камера была наполнена воздухом, содержавшим примерно 20 торр водяного пара. Высоковольтный источник постоянного тока был отключен перед замыканием триггерного выключателя. Пиковое напряжение на уровне примерно 4,5 кВ разрядилось аналогично генератору затухающих гармонических колебаний в течение примерно 300 мкс при пиковом токе силой 5 кА. Макроагрегаты или полимеры, содержащие частицы водорода с более низкой энергией, образуются примерно через 3-10 минут после детонации провода. С пола и стенок камеры, а также с расположенной в камере кремниевой пластины собирались аналитические образцы. Эти

аналитические результаты согласовывались с описываемыми в настоящем изобретении параметрами гидрино.

В одном из вариантов осуществления газообразный гидрино, например, $H_2(1/4)$, может обогащаться устройством марки SunCell® посредством криодистилляции. В порядке альтернативы, газообразным гидрино может быть по меньшей мере гидрино, образующийся локально посредством поддержания плазмы, содержащей H_2O, например, H_2O в атмосфере благородного газа, в частности, аргона. Указанная плазма может пребывать под давлением, находящимся в диапазоне примерно от 0,1 мторр до 1000 торр. Такая плазма H_2O может содержать другой газ, например, благородный газ, в частности, аргон. В одном из типичных вариантов осуществления находящаяся под атмосферным давлением аргоновая плазма, содержащая находящиеся под давлением 1 торр пары H_2O, будет поддерживаться источником плазмы, например, описываемым в настоящем изобретении, в частности, источником электронного луча, тлеющего, высокочастотного либо микроволнового разряда.

В одном из вариантов осуществления вид гидрино, в частности, молекулярный гидрино, будет находиться в по меньшей мере одном из таких состояний, как суспендированность и растворенность в жидкости либо растворителе, в частности, воде, дабы присутствие в указанной жидкости либо указанном растворителе такого вида гидрино изменяло по меньшей мере одно физическое свойство такой жидкости либо такого растворителя, в частности, по меньшей мере одно из таких свойств, как поверхностное натяжение, температура кипения, точка замерзания, вязкость, спектр, например, инфракрасный спектр, и скорость испарения. В одном из типичных вариантов осуществления продукт реакции продукта реакции с образованием гидрино, содержащего в себе низкоэнергетический водород, представляющий собой белое полимерное соединение, образующееся в результате растворения Ga_2O_3 и сплава галлия с нержавеющей сталью (~0,1-5%), собираемых при прохождении реакции с образованием гидрино в устройстве марки SunCell®, в водном растворе KOH, создающего условия для роста волокон и всплывания их на поверхность, где они будут собираться методом фильтрации, будет усиливать испарение воды и изменять ее характеристики на FTIR-спектрограмме. В одном из вариантов осуществления газообразный молекулярный гидрино будет барботироватся через воду, а затем, поглощаясь, будет изменять поверхностное натяжение, чем будет создавать условия для образования водяного мостика между двумя химическими стаканами с водой.

В одном из вариантов осуществления, в котором молекулярный гидрино будет конденсироваться криогенным способом с помощью таких средств, как криоловушка либо крионасос, при давлении и температуре, выходящих за пределы диапазона чистого водорода ввиду присутствия молекулярного гидрино, что может увеличить температура кипения водорода, вместе с ним в такой криоловушке либо таком

крионасосе может конденсироваться и водород. В одном из вариантов осуществления газообразный молекулярный гидрино может добавляться к газообразному водороду для повышения температуры его кипения, необходимого для целей хранения жидкого водорода, причем будет снижаться объем по меньшей мере одной из таких составляющих, необходимых для хранения водорода, как энергия и оборудование.

В одном из вариантов осуществления в лазере на основе газообразного молекулярного гидрино будет присутствовать газообразный молекулярный гидрино ($H_2(1/p)$ p =2,3,4,5,…,137) либо источник газообразного молекулярного гидрино, в частности, устройство марки SunCell®, содержащий в себе газообразный молекулярный гидрино лазерный резонатор, источник возбуждения уровней вращательной энергии такого газообразного молекулярного гидрино и лазерная оптика. Такая лазерная оптика может состоять из зеркал, расположенных на концах резонатора, в котором содержится газообразный молекулярный гидрино, пребывающий в возбужденных вращательных состояниях. Одно из зеркал может быть полупрозрачным, чтобы обеспечивать излучение лазерного света из полости. Упомянутым источником возбуждения по меньшей мере одного уровня вращательной энергии $H_2(1/p)$ может выступать по меньшей мере один из таких элементов, как лазер, импульсная лампа, а также газоразрядная система, в частности, с тлеющим разрядом, микроволновая, радиочастотная (РЧ), РЧ с индуктивной связью, РЧ с емкостной связью либо другая система плазменного разряда, известная в данной области техники. По меньшей мере один возбуждаемый источником уровень вращательной энергии может представлять собой сочетание уровней энергии, задаваемых уравнениями (22-49) в публикации Mills GUTCP и обладающих типичными объемами энергии, приведенными в варианте осуществления 10. Упомянутый лазер на основе молекулярного гидрино может быть дополнительно оборудован внешним или внутренним источником поля, в частности, источником электрического или магнитного поля, необходимого для обеспечения заселенности по меньшей мере одного требуемого уровня вращательной энергии молекулярного гидрино, причем такой уровень может содержать в себе по меньшей мере один из таких элементов, как требуемый сдвиг спин-орбитальной энергии и требуемый сдвиг энергии потокосцепления. Лазерный переход может происходить между инверсной заселенностью выбранного вращательного состояния и вращательным состоянием с более низкой энергией, что менее заселено. Такие резонатор, оптика, источник возбуждения и источник внешнего поля лазера будут выбираться таким образом, чтобы достигалась требуемая инверсная заселенность и требуемое стимулированное излучение, необходимые для требуемого менее заселенного состояния с более низкой энергией.

Лазер на основе молекулярного гидрино может представлять собой твердотельный лазер. В таком лазере может присутствовать твердотельная лазерная среда, в частности, среда, содержащая в себе захваченный в твердой матрице молекулярный гидрино, причем молекулы гидрино могут обладать свойствами свободного ротора. Указанная твердотельная среда может заменить собой газовый резонатор лазера на основе газообразного молекулярного гидрино. В данном лазере может присутствовать лазерная оптика, расположенная на концах твердотельной лазерной среды, в частности, зеркала и окно, необходимые для поддержания излучения лазерного света из такой лазерной среды. Указанная твердотельная лазерная среда может быть, по меньшей мере частично, прозрачной для лазерного света, создаваемого лазерным переходом инвертированной популяции молекулярных гидрино, резонирующим с лазерным резонатором, в котором будет содержаться такая твердотельная среда. Типичными твердотельными излучающими в оптическом диапазоне средами выступают GaOOH:H_2(1/4), KCl:H_2(1/4), а также кремний, содержащий в себе захваченный молекулярный гидрино, в частности, Si(кристалл):H_2(1/4). В любом случае длина волны лазера выбирается таким образом, чтобы она пропускалась указанной твердотельной лазерной средой.

В одном из вариантов осуществления ячеистой сети марки SunCell, состоящей из множества узлов типа «передатчик-приемник» марки SunCell, передающих и принимающих электромагнитные сигналы в по меньшей мере одной полосе частот, частота такой полосы может быть высокой при условии локального позиционирования узлов с короткими разделительными интервалами. По мере увеличения количества узлов расстояние между узлами может уменьшаться, создавая тем самым условия для побочного использования сигналов более высокой частоты, чем сигналы, используемые в сотовых телефонах или беспроводных передаче и приеме данных через сеть Интернет, обусловленного более коротким разнесением узлов по сравнению с разнесением антенн последних, причем микроволновые сигналы более высокой частоты будут иметь более короткий диапазон. Упомянутая частота может находиться в по меньшей мере одном из таких диапазонов, как примерно от 0,1 ГГц до 500 ГГц, от 1 ГГц до 250 ГГц, от 1 ГГц до 100 ГГц, от 1 ГГц до 50 ГГц и от 1 ГГц до 25 ГГц.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Вариант осуществления 1: Принцип работы устройства марки SunCell®

Устройство марки SunCell®, представленное на фигуре 25, был изготовлено и надлежащим 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. Затем 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 плазмообразующей реакции в отсутствие источника питания поджигания, о чем свидетельствовало повышение температуры с течением времени при отсутствии подачи питания поджигания.

Вариант осуществления 2: Принцип работы устройства марки SunCell®

Выполненное из кварца устройство марки SunCell® с двумя перекрещенными ЭМ-насосами-форсунками, в частности, устройство марки SunCell®, представленное на фигуре 10, был изготовлено и эксплуатировалось с целью создания устойчивой плазмообразующей реакции. Две форсунки для впрыска расплавленного металла, каждая из которых оборудована электромагнитным насосом индукционного типа, включающим в себя типичный аморфный сердечник на основе железа, перекачивали потоки Галинстана таким образом, что они, пересекаясь, образовывали треугольный токовый контур, смыкавшийся с первичной трансформаторной обмоткой с частотой 1000 Гц. Указанный токовый контур состоял из упомянутых потоков, двух резервуаров Галинстана, а также расположенного в основании резервуаров поперечного канала. Контур этот выполнял функцию закороченной обмотки, являвшейся вторичной к первичной трансформаторной обмотке с 1000 Гц. Индуцированный ток во вторичной обмотке поддерживал плазму в атмосферном воздухе при низком энергопотреблении. В частности, (i) первичный контур трансформатора поджигания работал с частотой 1000 Гц, (ii) входное напряжение составляло от 100 В до 150 В, а (iii) сила входного тока составляла 25 А. Напряжение и сила тока с частотой 60 Гц трансформатора тока ЭМ-насоса составляли, соответственно, 300 В и 6,6 А. Электропитание с частотой 60 Гц и силой тока от 15 до 20 А на электромагнит каждого ЭМ-насоса подавалось через последовательный конденсатор емкостью 299 мкФ с целью согласования с фазой результирующего магнитного поля с перекрестным током Лоренца трансформатора тока ЭМ-насоса. Сам трансформатор питался от источника переменного тока с частотой 1000 Гц.

Вариант осуществления 3: Принцип работы устройства марки SunCell®

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 414a, было изготовлено по аналогии с устройством марки SunCell®, представленным на фигуре 29. 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. Индукционная система поджигания обеспечивает функционирование описываемого в настоящем изобретении энергогенератора марки SunCell® с использованием расплавленного металла на основе серебра либо галлия, в котором реагенты подаются в камеру реакционной ячейки в соответствии с настоящим изобретением. В частности, (i) первичный контур трансформатора поджигания 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 поджигания плазмы составляла 1,38 кА.

Вариант осуществления 4: Принцип работы устройства марки SunCell®

При давлении, поддерживаемом в камере реакционной ячейки в диапазоне от примерно 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 (15,2 см), по примеру сферы, показанной на фигуре 25, 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-насоса 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 ЭМ-насоса-форсунки. 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.

Вариант осуществления 5: Принцип работы устройства марки SunCell®

В устройство со скоростью 2500 ст.куб.см/мин подавался H_2 и со скоростью 25 ст.куб.см/мин подавался O_2, которые пропускались через примерно 2 г гранул 10%Pt/Al_2O_3, удерживаемых во внешней камере на одной линии с патрубками для подачи газообразных 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 поджигания 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.

Вариант осуществления 6: Принцип работы устройства марки SunCell®

Устройство марки SunCell, оборудованное выполненной из хром-молибденовой нержавеющей стали марки 4130 ячейкой диаметром 8 дюймов (20 см) с молибденовой футеровкой вдоль стенки камеры реакционной ячейки, в котором применялся диссоциатор водорода с тлеющим разрядом и рекомбинатор по аналогии с энергогенерирующей системой, проиллюстрированной на фигуре 26. Указанный тлеющий разряд был соединен непосредственно с фланцем 409a камеры реакционной ячейки с помощью комплекта фланцев марки Conflat с наружным диаметром 0,75 дюйма (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; температура галлия поддерживалась на уровне 400°C при охлаждении с помощью водяной бани; сила тока и напряжение поджигания составляли 1 300А и 26-27В; скорость ЭМ-прокачивания составляла 100 г/с, а выходная мощность была более 300 кВт при входной мощности поджигания, равной 29 кВт, что соответствовало не менее чем 10-кратному выходу.

Вариант осуществления 7: Принцип работы устройства марки SunCell®

В камере реакционной ячейки поддерживали давление в диапазоне примерно от 1 торр до 20 торр, при этом выполняли подачу H_2 со скоростью 10 ст.куб.см/мин и впрыск H_2O со скоростью 4 мл/мин с одновременным применением активного вакуумного перекачивания. Напряжение постоянного тока составляло примерно 28 В, а сила постоянного тока – примерно 1 кА. Камера реакционной ячейки была выполнена в виде куба из нержавеющей стали с ребрами длиной 9 дюймов (23 см), в котором содержалось 47 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 выполнял функцию положительного полюса, а вольфрамовый пьедестал-электрод выполнял функцию отрицательного полюса. По данным измерений, выполненных с использованием произведения массы, удельной теплоемкости и повышения температуры галлия и

выполненного из НС реактора, выходная мощность устройства марки SunCell® составляла примерно 150 кВт.

Вариант осуществления 8: Принцип работы устройства марки SunCell®

Было изготовлено устройство марки SunCell, оборудованное сферической ячейкой диаметром 6 дюймов (15,2 см), в которой в качестве расплавленного металла содержался галинстан. Прохождение плазмообразующей реакции обеспечивалось за счет подачи H_2 со скоростью 750 ст.куб.см/мин и O_2 со скоростью 30 ст.куб.см/мин, которые до того, как попасть в ячейку, смешивались в кислородно-водородной горелке, а также пропускались через рекомбинационную камеру, содержавшую 1 г 10% Pt/Al_2O_3, находившийся при температуре выше 90°C. Кроме того, в камеру реакционной ячейки со скоростью 1250 ст.куб.см/мин подавался H_2, который до своего попадания в ячейку пропускался через вторую рекомбинационную камеру, содержавшую 1 г 10% Pt/Al_2O_3, находившийся при температуре выше 90°C. Каждая из трех подач газа регулировалась соответствующим регулятором массового потока. Смешанный поток H_2 и O_2 служил источником катализатора на основе образующейся НОН и атомарного Н, а вторая подача H_2 – источником дополнительного атомарного Н. Плазма реакции поддерживалась при входном напряжении постоянного тока примерно на уровне 30-35 В и входной силе постоянного тока примерно на уровне 1000 А. Измеренная методом VI интегрирования входная мощность составила 34,6 кВт, а составлявшая 129,4 кВт выходная мощность была измерена методом калориметрии в ванне расплавленного металла, причем функцию ванной выполнял галлий, присутствующий в резервуаре и камере реакционной ячейки.

Вариант осуществления 9: Принцип работы устройства марки SunCell®

Было изготовлено и эксплуатировалось устройство марки SunCell, которое было оборудовано ячейкой со стороной 4 дюйма (10 см), в которую предварительно со скоростью 2500 ст.куб.см/мин подавался H_2 и скоростью 70 ст.куб.см/мин подавался O_2, а стенки камеры реакционной камеры которой были покрыты танталовой футеровкой. Для инициирования плазмообразующей реакции заряженной до 50 В конденсаторной батареей подавался ток в диапазоне от 3000 А до 1500 А. Указанная конденсаторная батарея состояла из 3 параллельно подключенных батарей по 18 последовательно соединенных конденсаторов (марки Maxwell Technologies K2 Ultracapacitor 2.85V/3400F), что обеспечивало общее напряжение батарей на уровне 51,3 В при общей емкости батарей на уровне 566,7 фарад. Входная мощность составляла 83 кВт, а выходная мощность – 338 кВт. В сферическую ячейку диаметром 6 дюймов (15 см) со скоростью 4000 ст.куб.см/мин подавался H_2 и со скоростью 60 ст.куб.см/мин подавался O_2, заряженной до 50 В конденсаторной батареей подавался

ток в диапазоне от 3000 до 1500 А. Входная мощность составляла 104 кВт, а выходная мощность – 341 кВт.

Вариант осуществления 10: Спектроскопические измерения

Некоторые из спектроскопических признаков гидрино были подтверждены с помощью экспериментов, описанных в заявке WO 2020/148709, которая в полном своем объеме включена в настоящий документ. Следует исходить из того, что такие спектроскопические признаки могут быть обнаружены в продуктах описываемых в настоящем документе плазмообразующих реакций. В настоящем документе представлен обширный массив измерений спектроскопических и энергетических признаков.

ЭПР-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния, проведенные с использованием $GaOOH:H_2(1/4):H_2O$, образующегося в результате водородной реакции, а также спектроскопия с применением возбужденного электронным пучком излучения, проведенная с использованием газа, выделяющегося в процессе термического разложения $GaOOH:H_2(1/4):H_2O$, убедительно подтвердили, что данное соединение имело спектральные характеристики $H_2(1/4)$, а газ был идентифицирован как газообразный $H_2(1/4)$. Каждый из ЭПР-пиков был отнесен на счет спин-флип-перехода со спин-орбитальным расщеплением и расщеплением потокосцепления. На спектрах как комбинационного рассеяния, так и возбужденного электронным пучком излучения видно идентичное расщепление, с тем исключением, что в спектре комбинационного рассеяния присутствовал основной вращательный переход. Примечательно то, что линии комбинационного рассеяния, зафиксированные при исследовании $GaOOH:H_2(1/4):H_2O$, сопоставимы с линиями диффузных полос межзвездного поглощения (ДПМП). Всех ДПМП на уровне 380, которые были перечислены Л.М. Хоббсом и соавторами в вестнике «*Astrophysical Journal*», № 680 (2008г.): стр. 1256-1270, были отнесены на счет вращательных переходов $H_2(1/4)$ со спин-орбитальным расщеплением и субрасщеплением флюксона.

Другой отличительной характеристикой механизма реакции с участием образующейся HOH и атомарного водорода является наблюдение чрезвычайно быстрого H, образующегося в результате такой реакции. Плазма из таких источников, как тлеющий, радиочастотный и микроволновой разряды, которые широко распространены в различных практических сферах, начиная от источников света и заканчивая обработкой материалов, в настоящее время все чаще становится предметом дискуссий в части разъяснения результатов исследований, посвященных ионно-энергетической характеристике специфических водородных плазм «смешанных газов». В смесях аргона и водорода эмиссионные линии водорода значительно шире любой линии аргона.

Ранее плазмы смеси водорода с аргоном характеризовалась обнаружением энергий возбужденных атомов водорода по измеряемому уширению одной или нескольких бальмеровских линий серий α, β, и линий атомарного водорода при, соответственно, 656,28, 486,13 и 434,05 серии α. Уширенные бальмеровские линии объяснялись с точки зрения доплеровского уширения различными моделями, предусматривающими ускорение зарядов, в частности, H^+, H_2^+ и H_3^+, в сильных полях (например, более 10 кВ/см), которые присутствуют в области катодного падения и именуются в настоящем документе моделями ускорения поля (МУП). Однако механизмом ускорения поля, который обладает направленностью, зависит от положения и не обладает селективностью в отношении какого-либо конкретного иона, нельзя объяснить гауссовское доплеровское распределение, независимость энергии быстрого H от положения, отсутствие уширения линий молекулярного водорода и аргона, зависимость плазмы смешанного водорода от газового состава, а также нередкое отсутствие внутренней согласованности или согласованности с измеряемыми значениями плотности и поперечного сечения.

Описываемые в данном изобретении энергические химические реакции водорода в качестве источника уширения объясняют все аспекты уширения линии атомарного H, в частности, отсутствие зависимости от приложенного поля, наблюдение того, что только плазмы определенные водородных смесей демонстрируют необычайное уширение. Образующаяся HOH и *mH* могут, в частности, служить для образования быстрых протонов и электронов в результате ионизации с сохранением передаваемой от H энергии в количестве m27,2 эВ. Такие быстрые ионизированные протоны воссоединяются со свободными электронами в возбужденных состояниях с испусканием уширенных линий H, описанных в публикациях Akhtar, et al. *J Phys D: App. Phys* 42 (2009): 135207, Mills, et al. *Int. J. Hydrogen Energy* 34 (2009): 6467, а также Mills et al. *Int. J. Hydrogen Energy* 33 (2008): 802. Из всех благородных газов в плазмах смеси аргона и H_2 присутствует исключительно HOH, поскольку кислород конденсируется с аргоном во время очищения от воздушной смеси, а катализатор H появляется в водородных плазмах в результате диссоциации H_2. Плазмы водяного пара также демонстрируют чрезвычайное селективное уширение объемом более 150 эВ [51, 52, 55] и, кроме того, демонстрируют инверсию популяции атомарного водорода [58-60], также обусловленную воссоединением свободных электронов с горячими протонами после резонансного переноса энергии от атомарного гидрино к катализатору на основе HOH.

В настоящем документе представлен обширный массив дополнительных измерений спектроскопических и энергетических признаков продуктов водорода, которые соответствуют теоретическому пребыванию водорода в гидринном состоянии. Такие «сигналы гидрино» не могут быть отнесены на счет каких-либо известных

частиц, поскольку они имеют одну или несколько экстраординарных особенностей, в частности, (i) эти сигналы находятся за пределами энергетического диапазона сигналов известных частиц, (ii) эти сигналы обладают физическими характеристиками, уникальными для гидрино, при отсутствии других признаков, необходимых для отнесения их на счет альтернативных источников, или же гидрино обладает альтернативным сочетанием признаков, отсутствующую у известных частиц, (iii) признаки эти являются абсолютно новыми, а (iv) в типичном случае в части энергетики признак, связанный с энергией или мощностью, намного больше выраженный, чем у известных частиц, альтернативных объяснений не существует, или же альтернатива при дальнейшем исследовании исключается.

Параметры и магнитные энергии, обусловленные спиновым магнитным моментом $H_2(1/4)$

Модель атома предсказала теоретическое существование гидрино, или же энергетических состояний атома водорода, которые существуют ниже энергетического состояния атомарного водорода на уровне $-13.6\ eV$. Как и в случае с молекулярным водородом, два атома гидрино могут, вступая в реакцию, образовывать молекулярный гидрино. Согласно теории молекулярный гидрино $H_2(1/p)$ состоит из (i) двух электронов, связанных в рамках обладающей минимальной энергией, эквипотенциальной, вытянутой сфероидальной, двумерной токовой мембраны, представляющей собой молекулярную орбиталь (MO), (ii) двух ядер $Z=1$, в частности, двух протонов, расположенных в фокусах указанного вытянутого сфероида, а также (iii) фотона, причем фотонное уравнение каждого состояния отличается от фотонного уравнения возбужденного состояния H_2 тем, что фотон увеличивает центральное поле в целое число раз, а не уменьшает центральное вытянутое сфероидальное поле до поля, размер которого обратно пропорционален в целое число раз фундаментальному заряду в каждом ядре с центром в фокусах сфероида, а электроны $H_2(1/p)$ накладываются друг на друга в единой оболочке в единой точке ξ, а не в разных. Взаимодействие выраженного как целочисленная величина электрического поля фотона состояния гидрино с каждым электроном на MO, электроном 1 и электроном 2, приводит к возникновению безызлучательного радиального монополя, в силу чего состояние является устойчивым. Для удовлетворения граничным условиям, согласно которым каждый соответствующий фотон должен согласоваться по направлению с каждым электронным током, а что угловой момент электрона должен составлять $\hbar$, одна половина электрона 1 и одна половина электрона 2 могут быть ускорены в своем вращении и согласованы с двумя фотонами двух электронов на MO, а другая половина электрона 1 может быть ускорена в своем вращении, а другая половина электрона 2 может замедлена в своем вращении, в результате чего одна половина токов будет спаренной, а другая половина токов –

неспаренной. Таким образом, спин МО представляет собой $\frac{1}{2}(\uparrow\uparrow+\downarrow\uparrow)$, где каждая стрелка обозначает вектор спина одного электрона. Два фотона, связывающие два электрона в состоянии молекулярного гидрино, синхронизированы по фазе с электронными токами и циркулируют в противоположных направлениях. Если учесть неделимость каждого электрона и то условие, согласно которому молекула содержит два идентичных электрона, сила двух фотонов будет передаваться на всю электронную МО, представляющую собой линейное сочетание двух идентичных электронов, дабы удовлетворять баланс центростремительных сил. Результирующиеугловой момент и магнитный момент плотности неспаренного тока будут равны, соответственно, $\hbar$ и магнетону Бора μ_B.

Благодаря неспаренному электрону молекулярный гидрино проявляет активность на спектрограмме электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Более того, благодаря тому, что такой неспаренный электрон находится на общей молекулярной орбитали со спаренным электроном, на ЭПР-спектрограмме проявляются уникальные характеристики позволяющие идентифицировать молекулярный гидрино в порядке, описанном в публикации Hagen, et al. “Distinguishing Electron Paramagnetic Resonance Signature of Molecular Hydrino,” («Отличительный признак молекулярного гидрино при проведении спектроскопии электронного парамагнитного резонанса») *Nature*, дорабатывается, которая в полном своем объеме включена в настоящий документ посредством ссылки.

Предсказанный ЭПР-спектр был подтвержден экспериментальным путем, как показано в публикации Хагена. ЭПР-спектроскопия при 9,820295 ГГц была проведена с использованием белого полимерного соединения, идентифицированного методом дифракции рентгеновских лучей (XRD), энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS), просвечивающей электронной спектроскопии (TEM), сканирующей электронной микроскопии (SEM), пикового времени полета при масс-спектроскопии вторичных ионов (ToF-SIM), спектроскопии резерфордовского рассеяния быстрых ионов (RBS), а также рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS) как $GaOOH:H_2(1/4)$.

Если вкратце, то $GaOOH:H_2(1/4)$ был получен в результате растворения Ga_2O_3 и сплава галлия с нержавеющей сталью (~0,1-5%), собираемых при прохождении реакции в устройстве марки SunCell®, в 4М водного раствора KOH, что создавало условия для роста волокон и всплывания их на поверхность, где они собирались путем фильтрации. Белые волокна не растворялись в концентрированной кислоте либо основе, в то время как контрольный образец GaOOH растворялся. В контрольных растворах белые волокна не образовывались. Контрольный образец GaOOH на ЭПР-спектре не проявлялся. Экспериментальный ЭПР, представленный на фигурах 34A-C,

был получен профессором Технического университета Делфта Фредом Хагеном с помощью высокочувствительного резонатора при мощности микроволн -28 дБ и амплитуде модуляции 0,02 Гс, которая может быть изменена до 0,1 Гс. Средняя ошибка между ЭПР-спектром и теорией по позициям пиков, приведенным в таблице 4, составила 0,097 Гс. ЭПР-спектр был воспроизведен компанией «Bruker» (полное название «Bruker Scientific LLC», г. Биллерика, штат Массачусетс) с использованием двух приборов и двух образцов, как показано на фигурах 34A-C.

Такие измеренные сигналы ЭПР совпадают с теоретически предсказанными для гидрино. В частности, наблюдаемый основной пик при g = 2,0045(5)) может быть отнесен на счет теоретического пика с g-фактором на уровне 2,0046386. Такой основной пик был расщеплен на серию пар пиков, члены которых были разделены энергиями, совпадающими с $E_{S/O}$, соответствующим каждому квантовому числу спин-орбитальной связи электрона m. Результаты подтвердили спин-орбитальную связь между спиновым магнитным моментом неспаренного электрона и орбитальным диамагнитным моментом, индуцированным в спаренном электроне, будь то отдельно или в сочетании с вращательно-токовым движением вокруг большой молекулярной полуоси, которая сдвигала флип-энергию спинового магнитного момента. Такие данные также соответствовали теоретически предсказанному одностороннему наклону энергий спин-орбитального расщепления, причем наблюдалось, что сдвиг в сторону слабого поля увеличивался с квантовым числом m под влиянием магнитных энергий $U_{S/OMag}$ соответствующего магнитного потока, сцепленного во время спин-орбитального перехода.

Зафиксированный при разных частотах ЭПР-спектр показал, что пик, относимый на счет g-фактора на уровне 2,0046386, при постоянном g-факторе сохраняется. Более того, пики, сдвинутые на фиксированные энергии спин-орбитального расщепления относительно такого истинного пика g-фактора, как и предсказывалось, в точности сохраняли разнесение по энергиям спин-орбитального расщепления независимо от частоты. На ЭПР-спектре $GaOOH:H_2(1/4)$, зафиксированном в Делфтском университете, были обнаружены линии чрезвычайно малой ширины, обусловленной разбавленным присутствием молекул $H_2(1/4)$, захваченных в клетках GaOOH, представляющих собой диамагнитную матрицу. Структура $GaOOH:H_2(1/4)$ и электронное состояние $H_2(1/4)$ позволяли наблюдать беспрецедентно низкие энергии расщепления, которые в 1000–10 000 раз меньше лэмбовского сдвига H. Предсказанная для ЭПР-спектра картина пиков с цельночисленным интервалом была весьма схожей с экспериментально наблюдавшейся для гидрино-гидридного иона, показанной как описано в публикациях Mills et al. *Int. J. Hydrogen Energy* 28 (2003): 825, Mills et al. *Cent Eur J Phys* 8 (2010): 7, Mills et al. *J Opt Mat* 27 (2004): 181, и Mills, et al. *Res J Chem Env* 12 (2008): 42, а также в

заявке WO 2020/0148709 (*см.*, например, фигуру 61), каждая из которых во всей своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки, за тем исключением, что под орбиталью в этих ссылках понимают атомную орбиталь.

ЭПР-спектр, демонстрирующий основной пик с соотнесенным g-фактором на уровне 2,0046386 и тонкую структуру, представляющую собой спин-орбитальное расщепление и спин-орбитальное расщепление магнитной энергии с субрасщеплением флюксона, наблюдался с наложением на широкий фоновый элемент с центром примерно на уровне расположения основного пика. Было отмечено, что элементы тонкой структуры уширяются в сторону континуума, перекрывающего широкий фоновый элемент по мере снижения температуры до криогенного диапазона, причем пик, относимый на счет члена слабого поля, соответствующего квантовому числу спин-орбитального взаимодействия электрона m = 0,5, был менее чувствителен к понижению температуры, чем соответствующий пиком сильного поля. Такая же тенденция наблюдалась и при увеличении мощности микроволновой энергии, причем переход с более высокой энергией насыщался при более высокой мощности. Таким образом, пик, относимый на счет члена слабого поля, соответствующего квантовому числу спин-орбитальной связи электрона m = 0,5, избирательно наблюдался над соответствующим пиком сильного поля. Более высокая чувствительность пика сильного поля к низкой температуре и мощности микроволновой энергии исключена, поскольку она соответствует девозбуждению спин-орбитального энергетического уровня во время спин-флип-перехода, причем для указанного спин-орбитального энергетического уровня требуется популяция термического возбуждения. Таким образом, указанная популяция уменьшается с температурой ввиду ограничения источника термального возбуждения, а такая популяция меньше невозбужденной популяции, соответственно, ее легче истощать за счет мощности микроволновой энергии.

Кроме того, с помощью ТЕМ было обнаружено, что образец GaOOH:H_2(1/4) имел две различные морфологические и кристаллические формы GaOOH. Наблюдавшиеся морфологически полимерные кристаллы с гексагональной кристаллической структурой были весьма чувствительны к электронному пучку ТЕМ, тогда как стержни, имевшие орторомбическую кристаллическую структуру, к электронному лучу чувствительными не были. Морфология и кристаллическая структура последних согласовались с описанными в литературе для контрольного образца GaOOH, в котором отсутствуют включения молекулярного гидрино. Гексагональная фаза, вероятно, является источником ЭПР-спектра с тонкой структурой, а орторомбическая фаза, вероятно, является источником широкого фонового ЭПР-элемента. Охлаждение может избирательно устранять, например, путем насыщения мощности микроволновой энергии, наблюдаемое близкое к

свободному газу спектральное поведение ЭПР $H_2(1/4)$, захваченного в гексагональной кристаллической матрице. Любые отклонения от теории могут быть сопряжены с влиянием протона GaOOH и протонов воды. Также некоторые сдвиги могли быть вызваны ориентацией матрицы в магнитном поле, матричными взаимодействиями и взаимодействиями между одним или несколькими $H_2(1/4)$.

Замещение дейтерием было выполнено с целью исключить альтернативное отнесение любых спектральных линий ЭПР на счет линий ядерного расщепления. Энергия, высвобождаемая из энергогенерирующих систем, при замене H_2 на D_2 уменьшилась не менее чем на 1/3. Дейтерированный аналог GaOOH:H_2(1/4), GaOOH:HD(1/4), был подтвержден с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния, как показано в изложении ниже, причем GaOOH:HD(1/4) также образовывался в результате использования D_2O в плазмообразующей реакции. Для образования дейтерированного аналога из 4 М гидроксида калия потребовался месяц, а для образования GaOOH:H_2(1/4) – менее трех дней. На ЭПР-спектрограмме дейтерированного аналога, представленной на фигуре 5, видно только синглет без тонкой структуры.

Соответствующие g-фактор и профиль согласовывались с g-фактором и профилем синглета GaOOH:H_2(1/4), причем в обоих случаях указанный синглет относился на счет орторомбической фазы. Результаты исследования дейтерированного аналога методом дифракции рентгеновских лучей согласовывались с результатами такого исследования водородного аналога, причем оба они содержали в себе оксигидроксид галлия. Результаты просвечивающей электронной спектроскопии подтвердили, что дейтерированный аналог на 100% представляет собой орторомбическую фазу. Фазовое предпочтение дейтерированного аналога может быть сопряжено с другой концентрацией гидрино и кинетическим изотопным эффектом, который также мог снизить такую концентрацию.

Неспаренный электрон молекулярного гидрино может производить ненулевой либо конечный объемный магнетизм, например, парамагнетизм, суперпарамагнетизм и даже ферромагнетизм, когда магнитные моменты множества молекул гидрино будут взаимодействовать совместно. Матричный магнетизм, проявлявшийся в виде матричного пика со сдвигом в сторону сильного поля, обусловленным магнетизмом молекулярного гидрино, также наблюдался с помощью спектроскопии протонного ядерного магнитного резонанса с вращением под магическим углом (ЯМР ^{1}H MAS) (см. публикацию Mills et al. *Int. J. Hydrogen Energy* 39 (2014): 11930, которая во всей своей полноте включена в настоящий документ в качестве ссылки, а суперпарамагнетизм наблюдался с помощью магнитометра с вибрирующим образцом, предназначенного для измерения магнитной восприимчивости соединений, содержащих в себе молекулярный гидрино.

Измерения параметров комбинационного рассеяния продуктов водорода, получаемых в процессе функционирования устройства марки SunCell®

Образцы для проведения исследования методом комбинационного рассеяния H_2 (1/4), поглощенного металлическими поверхностями и в металлические и ионные решетки под действием магнитного диполя и сил Ван-дер-Ваальса, были получены в результате (i) высоковольтной электрической детонации железных проводов в условиях атмосферы, содержащей в себе водяной пар, (ii) низковольтной, сильноточной электрической детонации доз гидратированного серебра, (iii) измельчения в шаровой мельнице либо нагревания FeOOH и гидратированных смесей галогенида щелочного металла и гидроксида щелочного металла, а также (iv) поддержания плазменной реакции с участием атомарного H и образующейся HOH в энергогенерирующей системе, описываемой в настоящем документе (см., например, фигуры 16.19A и 16.19B), оборудованной форсункой для впрыска расплавленного галлия, которая для поддержания состояния плазмы тока дугового разряда электрически замыкает два плазменных электрода на такой расплавленный галлий. Методом калориметрии на водяной бане и в ванне с расплавленным металлом была установлена избыточная мощность, превышающая 300 кВт. Спектры комбинационного рассеяния были зафиксированы по этим материалам с применением спектрометра комбинационного рассеяния Horiba Jobin Yvon LabRAM Aramis с (i) лазером с длиной волны 785 нм, (ii) лазером с длиной волны 442 нм, а также (iii) HeCd-лазером с длиной волны 325 нм в режиме микроскопа с 40-кратным увеличением.

Образцы никелевой фольги для проведения исследования методом комбинационного рассеяния были получены в результате формирования реакционной смеси путем подачи H_2 со скоростью 2000 стандартных кубических сантиметров в минуту (ст.куб.см/мин) и O_2 со скоростью 1 ст.куб.см/мин в реакционную емкость объемом один литр устройства марки SunCell®, представленного на фигурах 16.19A и 16.19B. Устройство марки SunCell® было оборудовано реакционной ячейкой диаметром 8 дюймов (20 см), выполненной из хром-молибденовой стали марки 4130, стенки камеры которой была покрыта молибденовой футеровкой. Устройство марки SunCell® было дополнительно оборудовано резервуаром с расплавленным галлием, электромагнитным насосом, выполнявшего функцию электрода и перекачивавшего галлий по вертикали в направлении противоположного вольфрамового электрода, низковольтным сильноточным источником энергии поджигания, поддерживал реакционную плазму гидрино путем пропускания между электродами сильного тока, а также диссоциатором и рекомбинатором водорода с тлеющим разрядом, соединенными непосредственно с верхним фланцем камеры реакционной ячейки устройства марки SunCell® с помощью комплекта фланцев марки Conflat с наружным диаметром 0,75 дюйма (1,9 см). Напряжение тлеющего разряда составляло 260 В.

Сила тока тлеющего разряда составляла 2 А. Рабочее давление составляло 5,9 торр. За счет охлаждения на водяной бане температура галлия поддерживалась на уровне 400°С. Плазма дугового разряда поддерживалась током поджигания силой 1300 А при напряжении 26-27 В. Скорость электромагнитного прокачивания составляла 100 г/с, выходная мощность превышала 300 кВт при входной мощности поджигания, равной 29 кВт, что соответствует коэффициенту усиления 10 раз. Никелевые фольги (1 х 1 х 0,1 см), необходимые для получения образцов для проведения исследования методом комбинационного рассеяния, были помещены в расплавленный галлий. Реакция проводилась в течение 10 минут, после чего очищенные полотном поверхности фольги были проанализированы методом комбинационного рассеяния с применением спектрометра комбинационного рассеяния Horiba Jobin Yvon LabRAM Aramis с (i) лазером с длиной волны 785 нм и (ii) лазером с длиной волны 442 нм, кремниевого CCD-детектора Horiba Jobin-Yvon (модели № DU420A-OE-324) и решетки на 300 штрихов/мм.

Спектр комбинационного рассеяния (от 2 500 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$), полученный с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на никелевой фольге, изготовленной путем погружения в расплавленный галлий устройства марки SunCell®, в котором в течение 10 минут поддерживалась плазменная реакция с образованием гидрино, представлен на фигурах 36A-C. Энергии E_{Raman} всех новых линий согласовались либо:

(i) с чистым вращательным переходом H_2 (1/4) $J'=3$ с энергией спин-орбитальной связи и энергией потокосцепления; либо

(ii) с согласованным переходом, представляющим собой вращательные переходы от $J=0$ до $J'=2,3$ со спин-вращательным переходом от $J=0$ до $J=1$; либо

(iii) с двойным переходом на конечные вращательные квантовые числа $J_p^{'}=2$ и $J_c^{'}=1$ с энергиями, определяемыми суммой независимых переходов.

Применение сочетания кремниевого CCD-детектора с диапазоном энергии обнаружения примерно 4 000 $см^{-1}$ с лазером с длиной волны 785 нм, в котором энергия фотонов вместе с энергией лазерного нагрева способна возбуждать вращательное излучение с верхним предельным значением энергии примерно на уровне 14 500 $см^{-1}$, позволяет обнаруживать серии спектральных линий многопорядкового излучения в пределах спектральных окон, которые практически совпадают с диапазонами интервалов между линиями многопорядкового лазерного излучения с длиной волны 785 нм. Указанные линии многопорядкового лазерного излучения наблюдаются во $2^{-м}$, $3^{-м}$, $4^{-м}$, $5^{-м}$ и $6^{-м}$ порядке при энергиях $E_{Raman,order\ m}$ на уровне, соответственно, 6 371, 8 495, 9 557, 10 193, 10 618 $см^{-1}$ (см. фигуры 36A-C), причем все линии

многопорядкового лазерного излучения с длиной волны 785 нм обладают фотонной энергией на уровне 12 742 $см^{-1}$ (1,58 эВ).

$$E_{Raman,order\ m} = 12,742\left(1-\frac{1}{m}\right)см^{-1};\quad m = 2,3,4,5,6,...$$

Отнесение на счет серий спектральных линий многопорядкового излучения в пределах определенных спектральных диапазонов, соответствующих диапазону энергий лазерного возбуждения и диапазону детектора, сопоставимо с уменьшением энергетического интервала между членами одной серии по сравнению с членами следующей серии более высокой энергии, более высокого порядка, а также с уменьшением интенсивности линий между членами данной серии по мере увеличения волнового числа (см. фигуры 36A-C).

Пики комбинационного рассеяния, относимые на счет вращательных переходов H_2 (1/4), приведенные в таблице 7B, также наблюдались при использовании доз гидратированного серебра, которые детонировались током силой примерно 35 000 A, а также при использовании в устройстве марки SunCell® галлия, а также погруженных в такой галлий фольг, выполненных из Cr, Fe и нержавеющей стали, причем такие спектроскопии комбинационного рассеяния проводились после прохождения плазменной реакции в устройстве марки SunCell®, как и в случае с никелевыми фольгами. Спектры комбинационного рассеяния, полученные с использованием образцов чистого галлия при различной глубине, показали, что пики комбинационного рассеяния теряют интенсивность с увеличением глубины, и что они были обнаружены только в виде следа на отрицательно заряженном вольфрамовом электроде, что подтвердило предыдущие наблюдения о том, что реакция с образованием гидрино происходит в плазме на поверхности и в проксимальном пространстве над положительным электродом, в данном случае это положительно заряженный расплавленный галлий. Это согласуется с механизмом увеличения скорости воссоединения ионов с электронами для уменьшения объемного заряда, вызываемого переносом энергии к катализатору с его последующей ионизацией.

Спектроскопические признаки H_2 (1/4) также наблюдались в виде продукта реакции, происходящей в устройстве марки SunCell®, получаемого путем сбора и очистки продукта реакции из расплавленного галлия устройства марки SunCell® по окончании цикла генерации энергии. В частности, в устройстве марки SunCell® поддерживался 10-минутный цикл реакционной плазмы, и получалось белое полимерное соединение ($GaOOH:H_2(1/4)$), образующееся в результате растворения Ga_2O_3 и сплава галлия с нержавеющей сталью (~0,1-5%), собираемых по завершении галлиевого цикла в устройстве марки SunCell®, в водном растворе 4M KOH, что создавало условия для роста волокон и всплывания их на поверхность, где они собирались путем фильтрации. Спектр комбинационного рассеяния (от 2 300 $см^{-1}$ до

11 000 $см^{-1}$), представленный на фигуре 37A, был получен с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на GaOOH:H_2(1/4). Все новые линии сопоставимы с линиями либо (i) чистого вращательного перехода $H_2(1/4)$ от $J=0$ до $J'=3$, (ii) согласованных переходов, представляющих собой вращательные переходы от $J=0$ до $J'=2,3$ со спин-вращательным переходом от $J=0$ до $J=1$, либо (iii) двойного перехода на конечные вращательные квантовые числа $J_p^{'}=2$ и $J_c^{'}=1$. Соответствующие спин-орбитальная связь и потокосцепление наблюдались также и при чистом, согласованном и двойном переходах. Пики согласовались с пиками, измеренными во время предыдущих экспериментов с применением спектроскопии комбинационного рассеяния, за тем исключением, что дополнительно наблюдалась вторая серия пиков, смещенная на 150 $см^{-1}$ по сравнению с серией, наблюдавшейся на никелевой фольге (см. фигуры 36A-C). Это, вероятно, сопряжено с присутствием двух фаз GaOOH:H_2(1/4), что было подтверждено методами XRD и TEM и служило источником двух различных спектров на ЭПР-спектрограмме.

С помощью спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм спектр комбинационного рассеяния был зафиксирован на медных электродах после поджигания 80-мг серебра с содержанием 1 моль% H_2O, причем детонация была произведена путем подачи с помощью точечной сварки тока напряжением 12 В и силой 35 000 А. Пиковая оптическая мощность крайней области ультрафиолетового излучения составила 20 МВт. Указанный спектр комбинационного рассеяния (от 2 200 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$) представлен на фигуре 37B.

Продукт HD(1/4) устройства марки SunCell® был получен путем распространения реакции, происходившей в устройстве марки SunCell®, с помощью 250 мкл D_2O, впрыскивавшихся каждые 30 секунд в камеру реакционной ячейки и заменявших собой газовую смесь H_2 и O_2, выступавшую в качестве источника атомарного водорода и катализатора на основе HOH. В устройстве марки SunCell® поддерживался 10-минутный цикл реакционной плазмы, и получалось белое полимерное соединение (GaOOH:HD(1/4)), образующееся в результате растворения Ga_2O_3 и сплава галлия с нержавеющей сталью (~0,1-5%), собираемых по завершении галлиевого цикла в устройстве марки SunCell®, в водном растворе 4M KOH, что создавало условия для роста волокон и всплывания их на поверхность, где они собирались путем фильтрации.

Спектр комбинационного рассеяния (от 2 500 $см^{-1}$ до 11 000 $см^{-1}$) был получен с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на GaOOH:HD(1/4) (см. фигуры 38A-C). Пики комбинационного рассеяния были явно смещены после замещения дейтерием, видным при сравнении

спектра молекулярного гидрино чистого водорода (см. фигуры 36A-C) со спектром дейтерированного молекулярного гидрино, представленным на фигурах 38A-C. В последнем случае энергии E_{Raman} всех новых линий согласовались либо:

(i) с чистым вращательным переходом $H_2(1/4)$ $J'=3,4$ с энергией спин-орбитальной связи и энергией потокосцепления; либо

(ii) с согласованными переходами, представляющими собой вращательные переходы от $J=0$ до $J'=3$ со спин-вращательным переходом от $J=0$ до $J=1$ с соответствующей энергией спин-орбитальной связи; либо

(iii) с двойным переходом на конечные вращательные квантовые числа $J_p'=3; J_c'=1$.

Инфракрасные спектроскопические вращательные переходы для симметричных двухатомных молекул без электрического дипольного момента являются невозможными. Однако, поскольку молекулярный гидрино уникальным образом обладает неспаренным электроном, приложение магнитного поля для выравнивания магнитного диполя молекулярного гидрино является средством нарушения правил отбора, создающего в дополнение к влиянию собственного магнитного поля образца условия для нового перехода в $H_2(1/4)$. Согласованное вращение и спин-орбитальная связь служат еще одним механизмом, создающим условия для невозможных в противном случае переходов. С использованием режима поглощения спектрометра Thermo Scientific Nicolet iN10 MX, оснащенного охлаждаемым MCT-детектором, был проведен FTIR-анализ гранул твердого образца GaOOH:$H_2(1/4)$ (GaOOH, пропитанного продуктами водорода, полученными в результате функционирования устройства марки SunCell), как в присутствии, так и в отсутствие магнитного поля, приложенного с помощью кобальт-самариевого магнита с напряженностью поля примерно 2000 Гс. На спектре, представленном на фигуре 39A, видно, что приложение указанного магнитного поля привело к возникновению FTIR-пика на уровне 4 164 $см^{-1}$, который сопоставим с согласованным вращательным и спин-орбитальным переходом от $J=0$ до $J'=1$, $m=0.5$. Помимо H_2, который отсутствует в образце, нет никакого известного вещества, на счет которого можно было бы отнести высокую энергию такого пика. Кроме того, наблюдалось существенное увеличение интенсивности острого пика на уровне 1801 $см^{-1}$. На FTIR-спектограмме контрольного образца GaOOH этот пик не наблюдался. Данный пик соответствовал согласованному вращательному и спин-орбитальному переходу от $J=0$ до $J'=0$, $m=-0.5$, $m_{Ф3/2}=2.5$. Более высокая шкала чувствительности области от 4 000 до 8 500 $см^{-1}$ (см. фигуру 39B) показывает дополнительные пики на уровне (i) 4 899 $см^{-1}$, соответствующие согласованному вращательному и спин-орбитальному переходу от $J=0$ до $J'=1$, $m=2$, $m_{Ф3/2}=-1$; (ii) 5 318 $см^{-1}$, соответствующие чистому

вращательному и спин-орбитальному переходу от $J=0$ до $J'=2$, $m=-1$, а также (iii) 6 690 $см^{-1}$, соответствующие чистому вращательному и спин-орбитальному переходу от $J=0$ до $J'=2$, $m=1.5$, $m_{Ф}=1.5$.

Было исследовано влияние магнитных материалов на правила отбора для наблюдения вращательных переходов молекулярного гидрино, связанных с взаимодействием со свободным электроном. Образцы для проведения исследования методом комбинационного рассеяния, представляющие собой твердые тканеобразные волокна, были получены в результате детонации железного провода сверхвысокой чистоты в прямоугольной кубовидной плексигласовой камере длиной 46 см, шириной и высотой 12,7 см.

Провод из металлического Fe длиной 10,2 см и диаметром 0,25 мм (99,995%, марки Alfa Aesar №10937-G1) был установлен между двумя полюсами в виде молибденовых гаек, расположенных на расстоянии 9 см от пола камеры, от источника питания постоянного тока мощностью 35 кВ примерно до уровня 4,5 кВ, что соответствует 557 Дж, был заряжен конденсатор емкостью 15 кВ (марки Westinghouse, модель 5PH349001AAA, 55 мкФ), и для замыкания цепи, ведущей от конденсатора к металлическому проводу внутри камеры, с целью детонации провода был задействован 12 В переключатель с управляемым искровым разрядником (марки Information Unlimited, модель Trigatron10, 3 кДж). Детонационная камера была наполнена воздушной смесью, в которой под давлением 20 торр содержался водяной пар, контролируемый увлажнителем и датчиком водяного пара. Указанный водяной пар служил источником катализатора на основе HOH и атомарного H, необходимых для образования молекулярного гидрино $H_2(1/4)$. Высоковольтный источник постоянного тока был отключен перед замыканием триггерного выключателя. Пиковое напряжение на уровне примерно 4,5 кВ разрядилось аналогично генератору затухающих гармонических колебаний в течение примерно 300 мкс при пиковом токе силой 5 кА. Тканеобразные волокна образовались примерно через 3-10 минут после детонации провода. Аналитические образцы собирались с пола и стенок камеры, а также с расположенной в камере кремниевой пластины. Спектры комбинационного рассеяния были зафиксированы с использованием тканеобразного материала с помощью спектрометра комбинационного рассеяния Horiba Jobin Yvon LabRAM Aramis с HeCd-лазером с длиной волны 325 нм в режиме микроскопа с 40-кратным увеличением либо с лазером с длиной волны 785 нм.

Спектры комбинационного рассеяния, полученные с применением спектрометра Horiba Jobin Yvon LabRam ARAMIS с лазером с длиной волны 785 нм на твердых тканеобразных волокнах, полученных путем детонации железной проволоки сверхвысокой чистоты в воздушной атмосфере, в которой поддерживалось давление водяного пара на уровне 20 торр, представлены на фигурах 40A и 40B. Как показано, в

области спектра комбинационного рассеяния от 3 420 $см^{-1}$ до 4 850 $см^{-1}$, (см. фигуру 40A) наблюдался периодический ряд пиков. Было подтверждено, что указанный ряд пиков был сформирован образцом в результате обработки образца Fe-ткани:H_2(1/4) HCl. Как показано на фигуре 40A, все пики комбинационного рассеяния устранены посредством кислотной обработки образца Fe-ткани в результате вступления в реакцию присутствующих в образце оксидов железа, оксигидроксида железа и частиц гидроксида железа с образованием $FeCl_3$ и H_2O. Точно так же в этом спектральном диапазоне никаких пиков не продемонстрировал и KCl, что еще раз свидетельствует о том, что указанные периодические пики не были сопряжены с эталонным либо иным артефактом оптики. Производителем, компанией «Horiba Instruments, Inc.», было подтверждено, что инфракрасный CCD-детектор (спектрометр Horiba Aramis Raman с CCD-камерой Synapse, модель: 354308, серийный №: MCD-1393BR-2612, 1024x256CCD, с открытым электродом с передней подсветкой) имеет переднюю подсветку, что также исключает возможность появления эталонного артефакта. Ввиду наличия чрезвычайно высоких энергий упомянутые переходы не могут быть отнесены на счет какого-либо ранее известного соединения.

Вариант осуществления 11: Калориметрия водяной бани (WBC)

Энергетические балансы устройства марки SunCells® были независимо измерены тремя экспертами методом калориметрии, проводившейся в ванне с расплавленным металлом и на водяной бане. Калориметрические испытания в условиях расплавленного металла проводились на четырехдюймовых (10-сантиметровых) кубических или шестидюймовых (15-сантиметровых) сферических плазменных ячейках из нержавеющей стали, каждая из которых вмешала в себя внутреннюю массу жидкого галлия либо галинстана, служившую ванной с расплавленным металлом для калориметрического определения энергетического баланса поддерживаемой в плазменной ячейке плазменной реакции. Указанный расплавленный металл также выступал в качестве катода в процессе формирования и функционирования сильноточной плазмы очень низкого напряжения, в то время как вольфрамовый электрод выступал в качестве анода, когда путем впрыска расплавленного металла электромагнитным насосом в направлении от катода к аноду между электродами устанавливался электрический контакт. Образование плазмы зависело от впрыска либо смеси H_2 со скоростью 2000 ст.куб.см/мин/O_2 со скоростью 20 ст.куб.см/мин, либо смеси H_2 со скоростью 3000 ст.куб.см/мин/O_2 со скоростью 50 ст.куб.см/мин. Данные по избыточные мощностям в диапазоне от 197 кВт до 273 кВт с коэффициентами увеличения мощности в диапазоне от 2,3 до 2,8 раз для поддержания реакций водородной плазмы приведены в таблицах 17-18. По результатам энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS) химических изменений в

компонентах ячейки не наблюдалось. Мощность, производимая в результате поджигания топлива в составе H_2/ 1%O_2 и источника катализатора на основе HOH, была пренебрежительно малой (16,5 Вт для потока O_2 со скоростью 50 ст.куб.см/мин) и возникала за пределами ячейки. Таким образом, теоретическая максимальная избыточная мощность, производимая обычной химией, была равна нулю.

Калориметрия водяной бани (WBC) может быть высокоточным методом измерения энергии благодаря присущей ему способности к полному улавливанию и точной квалификации высвобождаемой энергии. Однако погружение устройства марки SunCell® в водяную баню значительно снижает температуру его стенок по сравнению с функционированием в условиях воздушной смеси. Скорость прохождения реакции с образованием гидрино увеличивается с повышением температуры, плотности тока и температуры стенки, причем последняя способствует высокой скорости проникновения молекулярного гидрино через стенку, позволяя избежать ингибирования продукта. Чтобы оценить абсолютную выходную энергию, вырабатываемую устройством марки SunCells® при поддержании благоприятных условий эксплуатации при высоких температурах галлия и стенок, ячейка эксплуатировалась подвешенной на кабеле на протяжении фазы выработки электроэнергии, после чего с помощью электрической лебедки ячейка опускалась в водяную баню. Запас тепловой энергии всего погружаемого агрегата ячейки передавался в водяную баню в виде повышения температуры воды и парообразования. После уравновешивания температуры ячейки с температурой водяной бани ячейку поднимали из водяной бани и количественно определяли увеличение запаса тепловой энергии водяной бани, фиксируя повышение температуры бани и потерю воды вследствие образования пара путем измерения утраченного веса воды. Калориметрия водяной бани, состоящая из рычажной системы с уравновешивающим резервуаром с водой и цифровой шкалой для точного измерения потерь воды вследствие образования пара, представлена на фигуре 41.

В рамках указанных WBC-испытаний также фигурировали цилиндрические ячейки, каждая из которых вмешала в себя внутреннюю массу жидкого галлия, служившего резервуаром для расплавленного металла с соответствующим теплоотводом. Указанный расплавленный галлий также выступал в качестве электрода в процессе формирования и функционирования сильноточной плазмы, получаемой при прохождении реакции с образованием гидрино, очень низкого напряжения, в то время как вольфрамовый электрод выступал в качестве противоэлектрода, когда путем впрыска расплавленного металла электромагнитным насосом в направлении от резервуара к вольфрамовому электроду между электродами устанавливался электрический контакт. Процесс образования плазмы зависел от впрыска газообразного водорода с примерно 8% содержанием газообразного

кислорода и подачи от источника питания постоянного тока сильного тока при низком напряжении. Данные по избыточным мощностям в диапазоне от 273 кВт до 342 кВт с коэффициентами увеличения мощности в диапазоне от 3,9 до 4,7 раз для поддержания реакций водородной плазмы приведены в таблицах 1-5. По результатам энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS), проводившейся с использованием полученного в результате реакции галлия, химических изменений в компонентах ячейки не наблюдалось. Мощность, производимая в результате поджигания топлива в составе H_2/ 8% O_2 и источника катализатора на основе HOH ограничивалась следовым содержанием кислорода и была пренебрежительно малой. Входная мощность, производимая энергией ЭМ-прокачивания, также была пренебрежительно малой.

Таблица 1. Д-р Марк Нанстил подтвердил мощность в объеме 273 кВт, производимую плазменной реакцией с образованием гидрино, поддерживавшейся в устройстве марки SunCell®, с использованием метода калориметрии ванны с расплавленным металлом.

Продолжительность (с)	**Потребляемая энергия (кДж)**	**Производимая энергия (кДж)**	**Потребляемая мощность (кВт)**	**Производимая мощность (кВт)**	**Прирост мощности**	**Чистая избыточная мощность (кВт)**
1,27	212,9	485,8	167,6	382,5	2,28	273

Таблица 2. Д-р Рэнди Букер и д-р Стивен Це подтвердили мощность в объеме 200 кВт, производимую плазменной реакцией с образованием гидрино, поддерживавшейся в устройстве марки SunCell®, с использованием метода калориметрии ванны с расплавленным металлом.

Продолжительность (с)	**Потребляемая энергия (кДж)**	**Производимая энергия (кДж)**	**Потребляемая мощность (кВт)**	**Производимая мощность (кВт)**	**Прирост мощности**	**Чистая избыточная мощность (кВт)**
2,917	422,1	1058,1	144,7	362,8	2,51	218,1
5,055	554,7	1548,1	109,7	306,25	2,79	196,5

Таблица 3. Д-р Рэнди Букер подтвердил мощность в объеме 296 кВт, производимую плазменной реакцией с образованием гидрино, поддерживавшейся в устройстве марки SunCell®, с использованием метода калориметрии водяной бани.

Продолжительность (с)	**Потребляемая энергия (кДж)**	**Производимая энергия (кДж)**	**Потребляемая мощность (кВт)**	**Производимая мощность (кВт)**	**Прирост мощности**	**Чистая избыточная мощность (кВт)**
2,115	193	818,4	91,2	386,9	4,24	296

Таблица 4. Д-р Стивен Це подтвердил мощность в объеме 342 кВт, производимую плазменной реакцией с образованием гидрино, поддерживавшейся в устройстве марки SunCell®, с использованием метода калориметрии водяной бани.

Продолжительность (с)	**Потребляемая энергия (кДж)**	**Производимая энергия (кДж)**	**Потребляемая мощность (кВт)**	**Производимая мощность (кВт)**	**Прирост мощности**	**Чистая избыточная мощность (кВт)**
2,115	192,95	915,35	91,2	432,8	4,74	341,6

Таблица 5. Д-р Марк Нанстил подтвердил мощность в объеме 273 кВт, производимую плазменной реакцией с образованием гидрино, поддерживавшейся в в усовершенствованном трубчатом устройстве марки SunCell®, с использованием метода калориметрии водяной бани. Плотность энерговыделения составляла примечательные 5 МВт/л.

Продолжительность (с)	**Потребляемая энергия (кДж)**	**Производимая энергия (кДж)**	**Потребляемая мощность (кВт)**	**Производимая мощность (кВт)**	**Прирост мощности**	**Чистая избыточная мощность (кВт)**
274,9	274,9	1080,2	93,2	366,2	3,93	273,0

Термическим испытаниям также подверглись ячейки, которые были погружены в водяную баню. В их рамках для количественной оценки баланса мощности использовался метод расчета массы воды, потерянной при образовании пара на протяжении всего испытания. Каждая ячейка была оборудована цилиндрической реакционной камерой, выполненной из хромомолибденовой стали марки 4130, с

внутренним диаметром 20 см, высотой 14,3 см и толщиной 1,25 мм, с цилиндрическим резервуаром, прикрепленным к основанию, имевшему такие габаритные размеры, как высота 5,4 см и внутренний диаметр 10,2 см, который вмещал в себя 6 кг галлия. Было отмечено, что развиваемую непрерывную мощность пара промышленного масштаба, качества и плотности энерговыделения можно было регулировать путем изменения температуры и производимого посредством диссоциации тлеющего разряда воссоединения поступающих в ячейку в следовом объеме таких реагентов, как H_2 и O_2. Провести испытания на проверку этих рабочих параметров позволили, в частности, три варианта базовой конструкции ячейки. Стенка ячейки была покрыта керамической футеровкой, предназначенной для предотвращения образования сплава с галлием, а сама ячейка эксплуатировалась при температуре примерно 200 °C. Затем камеру реакционной ячейки модифицировали путем добавления концентрической трехслойной футеровки, состоявшей, начиная от стенки ячейки и до плазмы, из (i) внешнего полноразмерного графитового цилиндра толщиной 1,27 см, (ii) полноразмерного ниобиевого цилиндра толщиной 1 мм и (ii) уложенных шестиугольником вольфрамовых пластин толщиной 4 мм и высотой 10,2 мм. Указанные пластины полностью покрывали собой область интенсивной плазмы между вольфрамовым электродом с функцией впрыска расплавленного металла и вольфрамовым противоэлектродом. Футеровка служила теплоизоляцией, необходимой для повышения температуры галлия до более чем 400°C, а также защищала стенку от наблюдавшейся более интенсивной плазмы.

Оснащенную футеровкой ячейку дополнительно модифицировали добавлением ячейки с тлеющим разрядом, предназначенной для диссоциации газообразного H_2 до атомарного H, а также для получения образующейся HOH. Кинетически благоприятные условия высокотемпературной реакции, наблюдавшиеся при работе ячеек с расплавленным металлом, возникали в связи с тем, что в этих ячейках отсутствовало водяное охлаждение. Так как температура в 1 эВ соответствует температуре газа в 11 600 K, эквивалент очень высокой температуры реакционной смеси достигался в условиях водяного охлаждения. Ячейка с тлеющим разрядом представляла собой выполненную из нержавеющей стали трубку диаметром 3,8 см и длиной 10,2 см, которая болтами в ее нижней части была прикреплена к верхней части камеры реакционной ячейки с применением фланцев марки Conflat. Положительный электрод тлеющего разряда представлял собой выполненный из нержавеющей стали стержень, питавшийся от источника высокого напряжения через верхнюю часть ячейки с тлеющим разрядом, заземленный корпус при этом служил в качестве противоэлектрода. Реакционная газовая смесь, создаваемая посредством подачи H_2 со скоростью 3000 ст.куб.см/мин и O_2 со скоростью 1 ст.куб.см/мин, пропускалась через

верхнюю часть разрядной ячейки и выводилась через нижнюю часть в камеру реакционной ячейки.

Мощность, развиваемая в результате прохождения реакции с образованием гидрино, удваивалась от в среднем 26 кВт до 55,5 кВт при повышении рабочей температуры от ~200°C до более 400°C. Эта мощность была дополнительно увеличена за счет функционирования ячейки с тлеющим разрядом, предназначенной для активации газовых реагентов, причем отмечалось, что мощность энергии гидрино снова удваивалась, достигая примерно 93 кВт. Результаты приведены в Таблице 6. Сочетание повышенной температуры и активации тлеющим разрядом резко выливается в избыточную мощность. Полученные результаты сопоставимы с основанными на теории гидрино ожиданиями по каталитической химической реакции с участием H и катализатора на основе HOH.

Таблица 6. Д-р Марк Нанстил подтвердил мощность в объеме 93 кВт, производимую плазменной реакцией, поддерживавшейся в устройстве марки SunCell®, с использованием метода баланса массы при образовании пара. Было продемонстрировано, что реакция с образованием гидрино зависит от рабочей температуры и активации газовых реагентов плазмой тлеющего разряда.

Разряд	**Галлий, Температура (°C)**	**Продолжительность (с)**	**Потребляемая энергия (кДж)**	**Производимая энергия (кДж)**	**Потребляемая мощность (кВт)**	**Производимая мощность (кВт)**	**Прирост мощности**	**Чистая избыточная мощность (кВт)**
Да	196	302	10 346	16 480	34,26	54,57	1,59	20,3
Да	177	296	9341	18 708	31,56	63,20	2,00	31,7
Нет	458	167	6951	16 264	41,62	97,39	2,34	55,8
Да	425	200	7800	26 392	39,00	131,96	3,38	93,0

Выводы

Гидрино, а затем и молекулярный гидрино $H_2(1/4)$, образовывался в результате каталитической реакции атомарного водорода с акцептором резонансного переноса энергии 3x27,2 эВ, образующейся H_2O, причем скорость прохождения реакции значительно увеличивалась за счет подачи тока дугового разряда для воссоединения ионов и электронов, образующихся в результате переноса энергии к HOH с соответствующей ионизацией последней. $H_2(1/4)$, связанный оксидами металлов и поглощенный металлическими и ионными решетками под действием сил Ван-дер-Ваальса, получали в результате (i) высоковольтной электрической детонации железных проводов в условиях атмосферы, содержащей в себе водяной пар, (ii) низковольтной, сильноточной электрической детонации доз гидратированного серебра, (iii) измельчения в шаровой мельнице либо нагревания гидратированных смесей галогенида щелочного металла и гидроксида щелочного металла, а также (iv) поддержания плазменной реакции с участием H и HOH в так называемом устройстве марки SunCell®, оборудованном форсункой для впрыска расплавленного галлия, которая для поддержания состояния плазмы тока дугового разряда электрически замыкает два плазменных электрода на такой расплавленный галлий. Методом калориметрии на водяной бане и в ванне с расплавленным металлом была установлена избыточная мощность на уровне 340 кВт. Образцы, предположительно содержавшие в себе продукт молекулярного гидрино $H_2(1/4)$, были проанализированы несколькими аналитическими методами, и результаты приведены ниже.

$H_2(1/4)$ имеет неспаренный электрон, позволяющий определить электронную структуру этого уникального молекулярного состояния водорода методом спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). В частности, на ЭПР-спектрограмме $H_2(1/4)$ виден основной пик с g-фактором на уровне 2,0046386, который разбит на ряд пар пиков, члены которых разделены энергиями спин-орбитального взаимодействия, представляющими собой функцию соответствующих квантовых чисел спин-орбитального взаимодействия электронов. Магнитный момент неспаренного электрона индуцирует диамагнитный момент в парном электроне молекулярной орбитали $H_2(1/4)$ в силу диамагнитной восприимчивости $H_2(1/4)$. Соответствующие магнитные моменты собственных токовых взаимодействий спаренных и неспаренных электронов и магнитные моменты, которые обусловлены относительным вращательным движением вокруг межъядерной оси, порождают энергии спин-орбитальной связи. Результаты ЭПР-спектроскопии подтвердили наличие спин-орбитальной связи между спиновым магнитным моментом неспаренного электрона и орбитальным диамагнитным моментом, индуцированным в спаренном электроне неспаренным электроном, сместившим флип-энергию спинового магнитного

момента. Каждый пик спин-орбитального расщепления далее подразделялся 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. Равномерно разнесенная серия пиков подрасщепления была отнесена на счет потокосцепления, выражающегося в единицах кванта магнитного потока h/2e и образующегося в процессе формирования связи между спаренным и непарным магнитными моментами в момент осуществления спин-флип-перехода. Кроме этого, спин-орбитальное расщепление увеличивалось 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. При ЭПР-частоте 9,820295 ГГц пиковые позиции со стороны слабого поля $B_{S/O combined}^{downfield}$, обусловленные комбинированными сдвигами, вызванными магнитной энергией и энергией спин-орбитальной связи, составляют

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

. Пиковые позиции со стороны сильного поля $B_{S/O}^{upfield}$ с квантованными энергиями спин-орбитального расщепления $E_{S/O}$ и квантовыми числами спин-орбитальной связи электронов $m = 0.5,1,2,3,5....$ составляют

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

. Для квантовых чисел флюксона электрона $m_\Phi = 1,2,3$ интервалы ΔB_Φ между пиками целочисленной серии в каждой позиции спин-орбитального пика составляют

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

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

и . Такие результаты ЭПР-спектроскопии были впервые получены в Делфтском техническом университете д-р Хагеном.

Рисунок присутствующих на ЭПР-спектрограмме $H_2(1/4)$ пиков с целочисленным разносом очень похож на периодический рисунок, наблюдавшийся в видимом спектре высокого разрешения гидрино-гидридного иона. Гидрино-гидридный ион со спаренным и неспаренным электронами на общей атомной орбитали также продемонстрировал явление потокосцепление, которое выражается в

квантованных единицах h/2e. Более того, идентичные явления наблюдались при возбуждении уровней вращательной энергии $H_2(1/4)$ лазерным излучением во время спектроскопии комбинационного рассеяния и ударами высокоэнергетических электронов из электронного пучка с $H_2(1/4)$. Необычно то, что на спектрограмме ЭПР, спектрограмме комбинационного рассеяния и спектрограмме, полученной при возбуждении электронным пучком, видны идентичные показатели структуры молекулярного гидрино в энергетических интервалах, различающихся между собой на величину, обратную величине коэффициента диамагнитной восприимчивости $H_2(1/4)$: $1/7X10^{-7} = 1,4X10^6$, причем наведенный диамагнитный орбитальный магнитный момент, действующий при ЭПР, был заменен на орбитальный молекулярный вращательный магнитный момент, действующий при комбинационном рассеянии и возбуждении электронным пучком вращательных переходов.

Джозефсоновские переходы, в частности, сверхпроводящие квантовые интерференционные устройства (СКВИДы), сцепляют магнитный поток, выражающийся в таких квантованных единицах, как квант магнитного потока или флюксон $\frac{h}{2e}$.

Идентичное поведение было предсказано и наблюдалось в части сцепления магнитного потока гидрино-гидридным ионом и молекулярным гидрино, регулируемого путем применения определенных частот электромагнитного излучения в диапазоне от микроволнового до ультрафиолетового. Такой вид гидрино, как $H_2(1/4)$, позволяет создать компьютерные логические вентили либо элементы памяти, функционирующие даже при более высоких температурах, чем криогенные, и может представлять собой единичную молекулу, которая в 4^3 или 64 раза меньше, чем молекулярный водород. Молекулярный гидрино, представляющий собой обладающую магнитными свойствами молекулу водорода, делает возможным множество других практических применений и в других областях. Всего одним из примеров является газообразное контрастное вещество в магнитно-резонансной томографии (МРТ).

В частности, типичное вращение при переходе в комбинационном спектре происходит вокруг малой полуоси, которая проходит перпендикулярно к межъядерной оси. Собственный спиновый угловой момент электрона выстраивается либо параллельно, либо перпендикулярно соответствующему молекулярному вращательному угловому моменту, действующему вдоль оси вращения молекулы, а согласованное вращение спинового тока возникает во время молекулярного вращательного перехода. Взаимодействие соответствующих магнитных моментов собственного спина и молекулярного вращения приводит к возникновению энергий спин-орбитальной связи, являющихся функцией спин-орбитального квантового числа. Результаты спектроскопии комбинационного рассеяния подтвердили наличие спин-

орбитальной связи между спиновым магнитным моментом неспаренного электрона и орбитальным магнитным моментом, обусловленным молекулярным вращением. Энергии вращательных переходов были сдвинуты на значения такой энергии спин-орбитальной связи, выражаемые в виде функции соответствующих квантовых чисел спин-орбитальной связи электронов. Пики в спектре молекулярного вращательного рассеивания, сдвинутые на значения спин-орбитальной энергии, далее смещены на значения энергии потокосцепления, причем величина каждой энергии соответствует ее квантовому числу флюксона электрона, зависящему от количества участвующих во вращательном переходе компонентов углового момента. Наблюдавшееся подрасщепление или смещение пиков в спектре комбинационного рассеяния было отнесено на счет потокосцепления, выражающегося в единицах кванта магнитного потока h/2e и образующегося в процессе формирования спин-орбитальной связи между спиновым и молекулярным вращательными магнитными моментами во время вращательного перехода. Все новые линии согласовались с линиями (i) либо чистого вращательного перехода $H_2\left(1/4\right)$ от $J=0$ до $J'=3$ со спин-орбитальной связью и потокосцеплением:

$$E_{Raman}=\Delta E_{J=0\to J'}+E_{S/O,rot}+E_{\Phi,rot}=11701\ cm^{-1}+m_{528}\ cm^{-1}+m_{\Phi}31\ cm^{-1}, \qquad \text{(ii)}$$

согласованных переходов, представляющих собой вращательные переходы от $J=0$ до $J'=2,3$ со спин-вращательным переходом от $J=0$ до $J=1$:

$$E_{Raman}=\Delta E_{J=0\to J'}+E_{S/O,rot}+E_{\Phi,rot}=7801\ cm^{-1}\left(13,652\ cm^{-1}\right)+m_{528}\ cm^{-1}+m_{\Phi 3/2}46\ cm^{-1},$$

либо (iii) двойного перехода на конечные вращательные квантовые числа $J_p^{'}=2$ и $J_c^{'}=1$:

$$E_{Raman}=\Delta E_{J=0\to J_p^{'}=2}+\Delta E_{J=0\to J_c^{'}=1}+E_{S/O,rot}+E_{\Phi,rot}=9751\ cm^{-1}+m_{528}\ cm^{-1}+m_{\Phi}31\ cm^{-1}+m_{\Phi 3/2}46\ cm^{-1}.$$

Соответствующие спин-орбитальная связь и потокосцепление наблюдались также и при чистом, согласованном и двойном переходах.

Предсказанные пики $H_2(1/4)$ в ультрафиолетовом диапазоне спектра комбинационного рассеяния, фиксируемые на гидриновом комплексе $GaOOH:H_2(1/4):H_2O$, наблюдались в области от 12 250 до 15 000 $см^{-1}$, причем заключенная в таком комплексе вода подавляла интенсивную флуоресценцию лазера с длиной волны 325 нм. Пики $H_2(1/4)$ в ультрафиолетовом диапазоне спектра комбинационного рассеяния также наблюдались со стороны никелевых фольг, подвергавшихся воздействию плазмы реакции с образованием гидрино. Все новые линии соответствовали согласованному чистому вращательному переходу $\Delta J=3$, а также спиновому переходу $\Delta J=1$ со спин-орбитальной связью и расщеплениями потокосцепления:

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0\to3} + \Delta E_{J=0\to1} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 13{,}652\ cm^{-1} + m_{528}\ cm^{-1} + m_{\Phi}31\ cm^{-1}.$$

Девятнадцать из наблюдавшихся линий комбинационного рассеяния сопоставимы с не имеющими объяснения астрономическими линиями, которые связаны с межзвездной средой и именуются диффузными полосами межзвездного поглощения (ДПМП). Все 380 из перечисленных Хоббсом ДПМП, которые были отнесены на счет вращательных переходов $H_2(1/4)$ со спин-орбитальным расщеплением и субрасщеплением флюксона, сопоставимы с ДПМП, о которых сообщал Хоббс [в публикациях L. M. Hobbs, D. G. York, T. P. Snow, T. Oka, J. A. Thorburn, M. Bishof, S. D. Friedman, B. J. McCall, B. Rachford, P. Sonnentrucker, D. E. Welty, A Catalog of Diffuse Interstellar Bands in the Spectrum of HD 204827" («Каталог диффузных полос межзвездного поглощения в спектре HD 204827»), Astrophysical Journal, Том 680, № 2, (2008), стр.стр. 1256-1270, http://dibdata.org/HD204827.pdf, https://iopscience.iop.org/article/10.1086/587930/pdf, каждая из которых во всей своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки]. Энергии молекулярных вращательных переходов гидрино охватывают собой широкий диапазон частот от инфракрасной области до ультрафиолетовой области спектра, что позволяет применять молекулярные лазеры с соответствующими длинами волн.

Указанные энергии вращения зависят от приведенной массы, изменившейся в 3/4 раза при замещении одним дейтроном одного протона молекулярного гидрино $H_2(1/4)$ с образованием HD(1/4). Как и предполагалось, энергии вращения в спектре комбинационного рассеяния HD(1/4) сместились по сравнению с таким спектром $H_2(1/4)$. Все новые линии согласовались с линиями (i) либо чистого вращательного перехода HD(1/4) от $J=0$ до $J'=3{,}4$ со спин-орбитальной связью и потокосцеплением:

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0\to J'} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 8776\ cm^{-1}\left(14{,}627\ cm^{-1}\right) + m_{528}\ cm^{-1} + m_{\Phi}31\ cm^{-1},$$

(ii) согласованных переходов, включающих в себя вращательные переходы от $J=0$ до $J'=3$ со спин-вращательным переходом от $J=0$ до $J=1$: $E_{Raman} = \Delta E_{J=0\to J'} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 10{,}239\ cm^{-1} + m_{528}\ cm^{-1} + m_{\Phi 3/2}46\ cm^{-1}$, либо (iii) двойного перехода на конечные вращательные квантовые числа $J'_p = 3;\ J'_c = 1$:

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

$$= 11{,}701\ cm^{-1} + m_{528}\ cm^{-1} + m_{\Phi}31\ cm^{-1} + m_{\Phi 3/2}46\ cm^{-1}.$$

Спин-орбитальная связь и потокосцепление также наблюдались как при чистом, так и при согласованном переходе.

Подобно случаю с молекулярным гидрино $H_2(1/4)$, захваченным в решетке GaOOH, служащей в качестве клеток для ЭПР-спектров практически свободного газа, $H_2(1/4)$, присутствующий в смеси инертных газов, обеспечивает лишенную всяческого взаимодействия среду для наблюдения вращательно-колебательных спектров. Смеси $H_2(1/4)$ с благородными газами, которые были облучены высокоэнергетичными электронами электронного пучка, дали 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 $H_2(1/4)$ от $\nu = 1$ до $\nu = 0$ с серией вращательных переходов, соответствующих P-ветви $H_2(1/4)$. Спектральная аппроксимация была вполне сопоставима с $4^2 0.515eV - 4^2\left(J+1\right)0.01509; J = 0,1,2,3...$, где 0,515 эВ и 0,01509 эВ – соответственно, колебательная и вращательная энергии обычного молекулярного водорода. Кроме того, наблюдались небольшие сателлитные линии, которые сопоставимы с энергиями вращательного спин-орбитального расщепления, которые также наблюдались с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния. Интервалы между энергиями вращательного спин-орбитального расщепления сопоставимы с $m528\ cm^{-1}$ $m = 1,1.5$, причем 1,5 предусматривает расщепления $m = 0.5$ и $m = 1$.

Спектральное излучение вращательных переходов P-ветви $H_2(1/4)$ с колебательным переходом от $\nu = 1$ до $\nu = 0$ также наблюдалось при возбуждении электронным пучком захваченного в кристаллической матрице KCl $H_2(1/4)$. Пики вращения были сопоставимы с пиками свободного вращения ротора, в том время как колебательная энергия сместилась в результате увеличения эффективной массы, обусловленного взаимодействием колебания $H_2(1/4)$ с матрицей KCl. Спектральная аппроксимация была вполне сопоставима с $5.8eV - 4^2\left(J+1\right)0.01509; J = 0,1,2,3...$, где пики разнесены на 0,25 эВ. Относительная величина сдвига колебательной энергии $H_2(1/4)$ была сопоставима с относительным влиянием на вращательно-колебательный спектр со стороны захватываемого в KCl обычного H_2.

При применении спектроскопии комбинационного рассеяния, проведенной с применением высокоэнергетического лазера, в области от 8 000 $см^{-1}$ до 18 000 $см^{-1}$ наблюдалась серия пиков комбинационного рассеяния, равномерно разнесенных по энергии на расстояние 1 000 $см^{-1}$ (0,1234 эВ), причем при преобразовании такого спектра комбинационного рассеяния в спектр флуоресценции или фотолюминесценции обнаружилось совпадение в виде вращательно-колебательного спектра $H_2(1/4)$ второго порядка со спектром возбужденного электронным пучком излучения $H_2(1/4)$ в матрице

KCl с заданными параметрами $5.8eV - 4^2\left(J+1\right)0.01509; J = 0,1,2,3...$ 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.

Переходы $H_2(1/4)$ в инфракрасной области спектра ввиду его симметрии, в которой отсутствует электрический дипольный момент, не возможны. Однако было отмечено, что приложение магнитного поля в дополнение к собственному магнитному полю делает возможным молекулярное вращательное возбуждение в инфракрасной области спектра за счет связи с ориентированным магнитным диполем $H_2(1/4)$. Возможными такие переходы также сделала связь со спин-орбитальными переходами.

Двойная ионизация $H_2(1/4)$, ставшая возможной благодаря эффекту Комптона, соответствующему полной энергии в объеме 496 эВ, наблюдалась с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФС), проводившейся на образцах с содержанием $H_2(1/4)$ благодаря реакции H с HOH с включением в кристаллические неорганические и металлические решетки.

С помощью газовой хроматографии также наблюдался $H_2(1/4)$, демонстрирующий, что газ, получаемый в результате реакции с образованием гидрино, с более высокой скоростью 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. Молекулярный гидрино может служить в качестве криогена, газообразного теплоносителя и обеспечивающего плавучесть вещества.

На спектрограмме крайней ультрафиолетовой области спектра было зафиксировано непрерывное излучение крайнего ультрафиолетового диапазона с отсечкой на уровне 10,1 нм, соответствующее происходящему во время реакции с образованием гидрино переходу H в H(1/4), катализируемому катализатором на основе образующейся HOH.

ЯМР с вращением под магическим углом (MAS) образца молекулярного гидрино, захваченного в протонной матрице, представляет собой средство использования уникальной магнитной характеристики молекулярного гидрино для его идентификации через его взаимодействие с матрицей. Уникальным аспектом спектра ЯМР являются возможность существования квантовых состояний молекулярного гидрино. Спектроскопией протонного ядерного магнитного резонанса с вращением под магическим углом (^{1}H MAS ЯМР) был зафиксирован водяной пик со сдвигом в сторону сильного поля в диапазоне от -4 до -5 ч/млн, являющийся признаком неспаренного электрона молекулярного гидрино и результирующего магнитного момента.

Молекулярный гидрино может производить объемный магнетизм, например, парамагнетизм, суперпарамагнетизм и даже ферромагнетизм, когда магнитные моменты множества молекул гидрино будут взаимодействовать совместно. Суперпарамагнетизм наблюдался при использовании магнитометра с вибрирующим образцом для измерения магнитной восприимчивости соединений, содержащих в себе молекулярный гидрино.

Образование газообразным $H_2(1/4)$ комплекса с участием неорганических соединений, содержащих в себе оксианионы, в частности, K_2CO_3 и KOH, было подтверждено уникальным наблюдением мультимерных звеньев M + 2, в частности, $K^+\left[H_2:K_2CO_3\right]_n$ и $K^+\left[H_2:KOH\right]_n$, где n представляет собой целое число, путем воздействия на K_2CO_3 и KOH источником газообразного молекулярного гидрино и определения пикового времени полета при масс-спектроскопии вторичных ионов (ToF-SIMS) и времени полета при масс-спектроскопии вторичных ионов с применением метода электрораспыления (ESI-ToF), а содержащийся в нем водород был идентифицирован как $H_2(1/4)$ другими аналитическими методами. В дополнение к неорганическим полимерам, в частности, $K^+\left[H_2:K_2CO_3\right]_n$, спектрограммы, полученные методом ToF-SIMS, показали интенсивный пик H^-, обусловленный стабильностью гидрино-гидридного иона.

ВЭЖХ показала наличие неорганических соединений гидрино, ведущих себя как органические молекулы, о чем свидетельствует хроматографический пик в колонке с органической молекулярной матрицей, распадающийся на неорганические ионы.

Признаки высокой энергетики и высвобождения энергии в результате реакции с образованием гидрино были подтверждены (i) экстраординарным доплеровским уширением водородной линии α серии Бальмера на более 100 эВ в условиях плазмы, содержащей атомы H и катализатор на основе HOH либо H, в частности, плазмы аргона-H_2, H_2 и паров H_2O, (ii) инверсией линий H в возбужденном состоянии, (iii) аномальной продолжительностью послесвечения плазмы H, (iv) скоростью распространения ударной волны и соответствующим давлением, эквивалентным примерно 10-кратному количеству молей оружейного пороха, при всего лишь примерно 1% связанной с такой ударной волной мощности, (v) оптической мощностью вплоть до 20 МВт, а также (vi) калориметрией твердых видов топлива на основе гидрино, электрохимических ячеек на основе гидрино и устройства марки SunCell®, причем последняя была подтверждена на уровне мощности 340 000 Вт. Инверсионный, оптический и ударный эффекты H реакции с образованием гидрино находят практическое применение в лазере на основе атомарного водорода, источниках света большой мощности в крайней ультрафиолетовой области спектра и других областях спектра, а также в новых, более мощных и нечувствительных,

энергетических материалах, соответственно. Указанный баланс мощности был определен по изменению запаса тепловой энергии водяной бани. После энергогенерирующего цикла продолжительностью, ограниченной моментом, когда почти была достигнута температура плавления компонентов устройства марки SunCell®, тепло от устройства марки SunCell® было перенесено в водяную баню, а увеличение запаса тепловой энергии водяной бани количественно определено путем фиксации повышения температуры бани и потерь воды вследствие образования пара путем измерения утраченного веса воды. Устройство марки SunCell® было приспособлено для непрерывной работы с охлаждением на водяной бане, а непрерывная избыточная мощность, обусловленная реакцией с образованием гидрино, была подтверждена на уровне 100 000 Вт.

Данные аналитические испытания подтверждают существование гидрино, т.е. меньшую, более стабильную форму, водорода, образующуюся при высвобождении энергии при значениях плотности энерговыделения, превышающих плотность энерговыделения других известных источников энергии. Компания «Brilliant Light Power» разрабатывает запатентованное устройство марки SunCell®, предназначенное для использования такого экологически чистого источника энергии, в первую очередь для тепловых установок, а затем для электрических. Энергетическая плазма, образующаяся в результате прохождения реакции с образованием гидрино, позволяет применять новые технологии прямого преобразования энергии в дополнение к традиционным циклам Ренкина, Брайтона и Стирлинга. Новый магнитогидродинамический цикл обладает потенциалом в части выработки электроэнергии при значениях плотности энерговыделения 23 МВт/л при КПД более 90% [см. публикацию R. Mills, M. W. Nansteel, “Oxygen and Silver Nanoparticle Aerosol Magnetohydrodynamic Power Cycle” («Магнитогидродинамический энергетический цикл кислорода и аэрозоля из наночастиц серебра»), Journal of Aeronautics & Aerospace Engineering, Том 8, выпуск 2, № 216, которая во всей своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки].

Так как в вышеописанный предмет настоящего изобретения могут быть внесены различные изменения, не выходящие за рамки его объема и сущности, предполагается, что весь предмет, содержащийся в приведенном выше описании изобретения либо определенный в прилагаемой формуле изобретения, будет истолковываться как описательный и иллюстрирующий настоящее изобретение. В свете приведенного выше принципа возможны многочисленные модификации и вариации настоящего изобретения. Соответственно, настоящее описание имеет своей целью охватить все подобные альтернативы, модификации и вариации, подпадающие под объем прилагаемой формулы изобретения.

Все цитируемые или упоминаемые в настоящей заявке документы, а также все документы, цитируемые или упоминаемые в цитируемых в настоящей заявке документах, вместе с любыми инструкциями производителя, описаниями, спецификациями продуктов и технологическими картами, имеющими отношение к любым продуктам, упомянутым в настоящей заявке или в любом документе, включенном в настоящую заявку посредством ссылки, настоящим включены посредством ссылки и могут быть задействованы в практической реализации изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Формула изобретения:

1. Энергогенерирующая система, включающая в себя:

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;

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

d) ячейку генерирования плазмы (например, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования образования из 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

e) силовой адаптер, сконфигурированный таким образом, чтобы преобразовывать энергию второй плазмы в механическую, тепловую и/или электрическую энергию и/или передавать ее.

2. Энергогенерирующая система в соответствии с п. 1 формулы, отличающаяся тем, что указанный газ в ячейке генерирования плазмы представляет собой смесь водорода (H_2) с кислородом (O_2).

3. Энергогенерирующая система в соответствии с п. 2 формулы, отличающаяся тем, что 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 в соответствии с любым одним из п.п. 1-3 формулы, отличающаяся тем, что указанный расплавленный металл представляет собой галлий.

5. Энергогенерирующая система в соответствии с любым одним из п.п. 1-4 формулы, отличающаяся тем, что указанные продукты реакции имеют по меньшей

мере один спектроскопический признак, описанный в настоящем документе (например, описанный в варианте осуществления 10).

6. Энергогенерирующая система в соответствии с любым одним из п.п. 1-5 формулы, отличающаяся тем, что указанная вторая плазма образуется в реакционной ячейке, при этом стенки указанной реакционной ячейки 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 Nb(94,33 мас.%)-Mo(4,86 мас.%)-Zr(0,81 мас.%)).

7. Энергогенерирующая система в соответствии с п. 6 формулы, отличающаяся тем, что указанная футеровка выполнена из кристаллического материала (например, SiC, BN, кварца) и/или тугоплавкого металла, к примеру, по меньшей мере один из таких элементов, как Nb, Ta, Mo или W.

8. Энергогенерирующая система в соответствии с любым одним из п.п. 1-7 формулы, отличающаяся тем, что указанная вторая плазма образуется в реакционной ячейке, причем стенки камеры реакционной ячейки включают в себя первую секцию и вторую секцию,

первая секция выполнена 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 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).

9. Энергетическая система, генерирующая по меньшей мене один из таких видов энергии, как электрическая и тепловая, которая включает в себя:

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

смесь газообразного водорода и водяного пара;

b) расплавленный металл;

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

вакуумный насос для поддержания в емкости давления ниже атмосферного в процессе втекания в емкость одного или несколько 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 несколькими электромагнитными насосами), сконфигурированной для 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;

по меньшей мере одну систему поджигания, оборудованную источником электроэнергии или тока поджигания, предназначенным 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;

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

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

10. Энергетическая система в соответствии с п. 9 формулы, дополнительно оборудованная газосмесительным устройством, предназначенным для смешивания газообразного водорода и кислорода и/или молекулярной воды, а также рекомбинатором водорода и кислорода и/или диссоциатором водорода.

11. Энергетическая система в соответствии с п. 10 формулы, отличающаяся тем, что рекомбинатор водорода и кислорода оборудован плазменной ячейкой.

12. Энергетическая система в соответствии с п. 11 формулы, отличающаяся тем, что плазменная ячейка 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_2) и кислорода (O_2).

13. Энергетическая система в соответствии с п. 10 формулы, отличающаяся тем, что рекомбинатор водорода и кислорода выполнен в виде рекомбинационного металлического катализатора, нанесенного на подложку из инертного материала.

14. Энергогенерирующая система в соответствии с любым одним из п.п. 1 либо 11-13 формулы, отличающаяся тем, что газовая смесь, подаваемая в ячейку генерирования плазмы для получения первой плазмы, представляет собой нестехиометрическую смесь H_2/O_2 (например, смесь H_2/O_2 с содержанием менее 1/3 мольных % O_2, 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 смесь, способной вступать в реакцию, обладающую экзотермичностью, достаточной для образования второй плазмы.

15. Энергетическая система в соответствии с п. 14 формулы, отличающаяся тем, что 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 направляется в реакционную камеру, где между двумя электродами (например, с пропусканием между ними расплавленного металла) пропускается ток поджигания; а

при взаимодействии такого потока со смещенным расплавленным металлом (например, галлием), к примеру, при образовании тока дугового разряда, инициируется реакция с участием образующейся воды и атомарного водорода.

16. Энергетическая система в соответствии с п. 15 формулы, отличающаяся тем, что по меньшей мере один из таких компонентов, как реакционная камера и резервуар,

оснащен по меньшей мере одной футеровкой из тугоплавкого материала, устойчивой к образованию сплава с расплавленным металлом.

17. Энергетическая система в соответствии с п. 16 формулы, отличающаяся тем, что внутренняя стенка реакционной камеры имеет керамическое покрытие, графитовый вкладыш, облицованный футеровочным материалом из W, Nb либо Mo, футеровку из вольфрамовых пластин.

18. Энергетическая система в соответствии с п. 9, 16 либо 17 формулы, отличающаяся тем, что указанный резервуар оснащен графитовым вкладышем, а сам графит будет покрываться содержащимся в нем расплавленным металлом.

19. Энергетическая система в соответствии с п.п. 15-18 формулы, отличающаяся тем, что стенка реакционной камеры состоит из материала, обладающего высокой проницаемостью для газообразного продукта реакции.

20. Энергетическая система в соответствии с п. 16 формулы, отличающаяся тем, что стенка реакционной камеры состоит по меньшей мере из одного и таких веществ, как нержавеющая сталь (например, хром-молибденовая нержавеющая сталь), ниобий, молибден либо вольфрам.

21. Энергетическая система, включающая в себя:

a) оборудованную реакционной камерой емкость, способную поддерживать давление ниже атмосферного;

b) множество пар электродов, причем каждая пара будет состоять из электродов, сконфигурированных таким образом, чтобы проходящий между ними поток расплавленного металла образовывал замкнутую цепь;

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

d) ячейку генерирования плазмы (например, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования образования из 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, сконфигурированный таким образом, чтобы преобразовывать и/или трансформировать энергию второй плазмы в механическую, тепловую и/или электрическую энергию;

причем по меньшей мере один из продуктов реакции (например, промежуточный продукт, конечный продукт) будет иметь по меньшей мере один спектроскопический признак, описанный в настоящем документе (*например*, представленный в варианте осуществления 10).

22. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-21 формулы, отличающаяся тем, что в емкость впрыскивается инертный газ (*например*, аргон).

23. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 9-22 формулы, которая дополнительно оборудована микрофорсункой для впрыска воды, которая сконфигурирована такими образом, чтобы нагнетать воду в емкость (например, чтобы в результате образовалась плазма, содержащая в себе водяной пар, который может быть, например, связанным водородом либо парами необразующейся воды).

24. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 9-23 формулы, отличающаяся тем, что система впрыска расплавленного металла дополнительно оборудована электродами, расположенными в резервуаре расплавленного металла и в не оснащенном функцией впрыска резервуаре расплавленного металла; при этом система поджигания будет оборудована источником электроэнергии либо тока поджигания, предназначенным для подачи противоположных напряжений на электроды, находящиеся, соответственно, в резервуаре, оснащенном функцией впрыска, и резервуаре, такой функцией не оснащенном; причем указанный источник электроэнергии ток и силовой поток будет подавать через поток расплавленного металла, чем будет вызывать реакцию реагентов с образованием внутри емкости плазмы.

25. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 9-24 формулы, отличающаяся тем, что система перекачивания расплавленного металла включает в себя либо представляет собой один или несколько электромагнитных насосов, при этом каждый из таких электромагнитных насосов представляет собой

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 пересекаемого вектором магнитного поля, либо

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 пересекаемого вектором магнитного поля.

26. Энергетическая система в соответствии с п. 25 формулы, отличающаяся тем, что источник постоянного либо синфазного переменного пересекаемого вектором магнитного поля представляет собой по меньшей мере один из постоянных магнитов либо электромагнитов.

27. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 9-26 формулы, отличающаяся тем, что насосная система для перекачивания расплавленного металла (либо электромагнитный насос насосной системы для перекачивания расплавленного металла) оборудована насосным патрубком, выполненным из материала либо имеющим футеровку, выполненную из материала, препятствующего образованию сплава с галлием.

28. Энергетическая система в соответствии с п. 27 формулы, отличающаяся тем, что указанный материал либо указанная футеровка состоит из W, Mo, Ta, BN, графита, кварца, карбида кремния либо иной керамики.

29. Энергетическая система в соответствии с п.1 формулы, отличающаяся тем, что резервуар с функцией впрыска представляет собой электрод, контактирующий с находящимся в нем расплавленным металлом, а резервуар без функции впрыска представляет собой электрод, вступающий в контакт с расплавленным металлом, подаваемым системой впрыска.

30. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 9-29 формулы, отличающаяся тем, что резервуар без функции впрыска будет выровнен над форсункой (*например*, на одной с ней вертикали), а форсунка сконфигурирована таким образом, чтобы получать расплавленный поток, ориентированный в направлении резервуара без функции впрыска, с тем, дабы расплавленный металл из потока расплавленного металла мог поступать в данный резервуар, а сам поток расплавленного металла создавал электрический контакт с электродом в таком резервуаре без функции впрыска; и при этом расплавленный металл собирается на электроде резервуара без функции впрыска.

31. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 9-30 формулы, отличающаяся тем, что расплавленный металл вступает в реакцию с водой с образованием атомарного водорода (*например*, в процессе функционирования).

32. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-31 формулы, отличающаяся тем, что функцию расплавленного металла выполняет галлий, а сама энергическая система дополнительно оборудована системой регенерации галлия, предназначенной для регенерации галлия из оксида галлия (например, оксида галлия, получаемого при прохождении указанной реакции).

33. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-32 формулы, отличающаяся тем, что с помощью вакуумного насоса давление в реакционной камере поддерживается ниже 25 торр.

34. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-33 формулы, которая дополнительно оборудована конденсатором, предназначенным для конденсации паров расплавленного металла, а также частиц и паров оксидов металлов и для возврата их в камеру реакционной ячейки.

35. Энергетическая система в соответствии с п. 34 формулы, которая дополнительно оборудована вакуумным трубопроводом, причем упомянутый конденсатор будет представлять собой участок вакуумного трубопровода, ведущий от камеры реакционной камеры до вакуумного насоса, который расположен вертикально по отношению к камере реакционной камеры, и будет содержать в себе инертный наполнительный материал с большой площадью поверхности, конденсирующий пары расплавленного металла, а также частицы и пары оксидов металлов и возвращающий их в камеру реакционной камеры, позволяя тем самым вакуумному насосу поддерживать вакуумное давление в камере реакционной камеры.

36. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-36 формулы, отличающаяся тем, что емкость оборудована светопрозрачным фотоэлектрическим окном (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.

37. Энергетическая система в соответствии с п. 36 формулы, отличающаяся тем, что положительный электрод поджигания (например, верхний электрод поджигания, электрод, смещенный над другим электродом) расположен ближе к окну (например, по сравнению с отрицательным электродом поджигания), при этом положительный электрод испускает излучение черного тела через фотоэлектрическое окно к фотоэлектрическому преобразователю.

38. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-37 формулы, отличающаяся тем, что преобразователь энергии либо система вывода представляет 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.

39. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 9-38 формулы, отличающаяся тем, что система перекачивания расплавленного металла состоит из электромагнитного насоса первой ступени и электромагнитного насоса второй ступени, причем первая ступень представляет собой насос, предназначенный для системы рециркуляции металла, а вторая ступень – насос системы впрыска металла.

40. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-39 формулы, которая дополнительно оборудована одним 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.

41. Энергетическая система в соответствии с п. 40 формулы, отличающаяся тем, что кожухотрубный теплообменник состоит 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 нескольких водяных насосов системы водяного охлаждения либо одного или нескольких воздухонагнетателей системы воздушного охлаждения, предназначенных для прокачивания холодного хладагента через впускной патрубок внешнего хладагента

и кожух, откуда, нагреваясь в результате теплоотдачи трубопроводов, хладагент будет выходить через выпускной патрубок внешнего хладагента.

42. Энергетическая система в соответствии с п. 41 формулы, отличающаяся тем, что кожухотрубный теплообменник состоит из трубопроводов, коллекторов, распределителей, подводящей линии теплообменника, отводящей линии 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.

43. Энергетическая система в соответствии с п. 41 либо п. 42 формулы, отличающаяся тем, что внешний хладагент теплообменника представляет собой воздух, при этом воздух из микротурбинного компрессора либо микротурбинного рекуператора нагнетает холодный воздух через впускной патрубок внешнего хладагента и кожух, откуда, нагреваясь в результате теплоотдачи трубопроводов, хладагент выходит через выпускной патрубок внешнего хладагента, после чего выходящий из выпускного патрубка внешнего хладагента горячий хладагент поступает в микротурбину, преобразовывая тепловую энергию в электрическую.

44. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-43 формулы, отличающаяся тем, что в результате реакции образуется продукт водорода, обладающий одной или несколькими из следующих характеристик:

a) 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);

b) 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

(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;

(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

(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.

c) для частоты ЭПР на уровне 9,820295 ГГц, (i) пиковые позиции со стороны слабого поля $B_{S/Ocombined}^{downfield}$, обусловленные комбинированными сдвигами под воздействием магнитной энергии и энергии спин-орбитальной связи $H_2(1/4)$ составляют

$$B_{S/Ocombined}^{downfield} = \left(0.35001 - m3.99427X\ 10^{-4} - (0.5)\frac{\left(2\pi m3.99427X\ 10^{-4}\right)^2}{0.1750} \right) T$$

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

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

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

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

$$\Delta B_\Phi^{upfield} = \left(0.35001 + m3.99427X\ 10^{-4}\right)\left[\frac{m_\Phi 5.7830X\ 10^{-25}\ J}{h9.820295GHz}\right]X\ 10^4 G$$

и .

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.

e) 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 ударами высокоэнергетических электронов из электронного пучка с $H_2(1/4)$;

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; (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, а (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 во время вращательного перехода.

g) $H_2(1/4)$, демонстрирующий в рамановских спектрах переходы, представляющие собой (i) либо чистый вращательный переход $H_2\left(1/4\right)$ от $J=0$ до $J'=3$ со спин-орбитальной связью и потокосцеплением:

$$E_{Raman}=\Delta E_{J=0\to J'}+E_{S/O,rot}+E_{\Phi,rot}=11701\ cm^{-1}+m_{S/O}528\ cm^{-1}+m_{\Phi}31\ cm^{-1}, \qquad \text{(ii)}$$

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

$$E_{Raman}=\Delta E_{J=0\to J'}+E_{S/O,rot}+E_{\Phi,rot}=7801\ cm^{-1}\left(13,652\ cm^{-1}\right)+m_{S/O}528\ cm^{-1}+m_{\Phi 3/2}46\ cm^{-1},$$

либо (iii) двойной переход на конечные вращательные квантовые числа $J_p^{'}=2$ и $J_c^{'}=1$:

$$E_{Raman}=\Delta E_{J=0\to J_p^{'}=2}+\Delta E_{J=0\to J_c^{'}=1}+E_{S/O,rot}+E_{\Phi,rot}=9751\ cm^{-1}+m_{S/O}528\ cm^{-1}+m_{\Phi}31\ cm^{-1}+m_{\Phi 3/2}46\ cm^{-1}$$

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

h) пики $H_2(1/4)$ в ультрафиолетовом диапазоне спектра комбинационного рассеяния (например, зафиксированные на подвергавшихся воздействию реакционной плазмы

комплексе GaOOH:H_2(1/4):H_2O и фольге из Ni, наблюдавшиеся в области от 12 250 до 15 000 $см^{-1}$, в которых линии сопоставимы с согласованными чистым вращательным переходом $\Delta J = 3$ и спиновым переходом $\Delta J = 1$ со спин-орбитальной связью и расщеплениями потокосцепления:

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

i) энергии вращения в спектре комбинационного рассеяния HD(1/4), сдвинутом в ¾ раза по сравнению с таким спектром H_2(1/4);

j) энергии вращения в спектре комбинационного рассеяния HD(1/4) сопоставимы с энергиями вращения (i) либо чистого вращательного перехода HD(1/4) от $J = 0$ до $J' = 3{,}4$ со спин-орбитальной связью и потокосцеплением:

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

(ii) согласованных переходов, включающих в себя вращательные переходы от $J = 0$ до $J' = 3$ со спин-вращательным переходом от $J = 0$ до $J = 1$: $E_{Raman} = \Delta E_{J=0\to J'} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot} = 10{,}239\ cm^{-1} + m528\ cm^{-1} + m_{\Phi 3/2}46\ cm^{-1}$, либо (iii) двойного перехода на конечные вращательные квантовые числа $J_p^{'} = 3;\ J_c^{'} = 1$:

$$E_{Raman} = \Delta E_{J=0\to J_p^{'}=2} + \Delta E_{J=0\to J_c^{'}=1} + E_{S/O,rot} + E_{\Phi,rot}$$

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

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

k) смеси H_2(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_2(1/4) от $\nu = 1$ до $\nu = 0$ с серией вращательных переходов, соответствующих P-ветви H_2(1/4), причем (i) спектральная аппроксимация вполне сопоставима с $4^2 0.515eV - 4^2\left(J+1\right)0.01509;\ J = 0,1,2,3...,$

где 0,515 эВ и 0,01509 эВ – 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 $m528\,cm^{-1}$ $m=1,1.5$, причем 1,5 предусматривает расщепления $m=0.5$ и $m=1$;

l) спектральное излучение вращательных переходов P-ветви $H_2(1/4)$ с колебательным переходом от $\nu=1$ до $\nu=0$ наблюдается при возбуждении электронным пучком захваченного в кристаллической матрице KCl $H_2(1/4)$, причем (i) пики вращения сопоставимы с пиком свободного вращения ротора; (ii) колебательная энергия смещается в результате увеличения эффективной массы, обусловленного взаимодействием колебания $H_2(1/4)$ с матрицей KCl; (iii) спектральная аппроксимация вполне сопоставима с $5.8eV-4^2\left(J+1\right)0.01509;J=0,1,2,3...$, где пики разнесены на 0,25 эВ, а (iv) относительная величина сдвига колебательной энергии $H_2(1/4)$ сопоставима с относительным влиянием на вращательно-колебательный спектр со стороны захватываемого в KCl обычного H_2;

m) в спектре комбинационного рассеяния, полученном с применением HeCd-лазера, видна серия пиков, которые равномерно разнесены по энергии на расстояние 1 000 $см^{-1}$ (0,1234 эВ) в области от 8 000 $см^{-1}$ до 18 000 $см^{-1}$, причем при преобразовании такого спектра комбинационного рассеяния в спектр флуоресценции или фотолюминесценции обнаруживается совпадение в виде вращательно-колебательного спектра $H_2(1/4)$ второго порядка со спектром возбужденного электронным пучком излучения $H_2(1/4)$ в матрице KCl с заданными параметрами $5.8eV-4^2\left(J+1\right)0.01509;J=0,1,2,3...$ 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 $H_2(1/4)$ в инфракрасной части спектра наблюдаются в области энергий выше 4 400 $см^{-1}$, 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 $H_2(1/4)$ под воздействием эффекта Комптона, соответствующая полной энергии на уровне 496 эВ;

p) с помощью газовой хроматографии наблюдается $H_2(1/4)$, 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) на спектрограмме 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 H в H(1/4), катализируемому катализатором на основе образующейся HOH);

r) спектроскопией протонного ядерного магнитного резонанса с вращением под магическим углом (^{1}H MAS ЯМР) фиксируется водяной пик со сдвигом в сторону сильного поля в диапазоне от -4 до -5 ч/млн;

s) 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);

t) результаты время-пролетной масс-спектроскопии вторичных ионов (ToF-SIMS) и время-пролетной масс-спектроскопии вторичных ионов с электрораспылением (ESI-ToF), зафиксированные на K_2CO_3 и KOH, подвергавшихся воздействию источника молекулярного газа из продуктов реакции, демонстрирующие комплексообразование продуктов реакции (например, газообразный H_2(1/4)) с неорганическими соединениями, содержащими оксианионы, и полученные благодаря уникальному наблюдению мультимерных комплексов M + 2 (например, $K^+\left[H_2:K_2CO_3\right]_n$ и $K^+\left[H_2:KOH\right]_n$, где n представляет собой целое число) и интенсивного пика H^-, обусловленного стабильностью гидридного иона, а также

u) продукты реакции, состоящие из ядер молекулярного водорода, ведущих себя как органические молекулы, о чем свидетельствует хроматографический пик в колонке с органической молекулярной матрицей, распадающийся на неорганические ионы.

45. Энергетическая система в соответствии с любым один из п.п. 1-44 формулы, отличающаяся тем, что в результате реакции возникают энергетические признаки, обладающие одной или несколькими из следующих характеристик:

(i) экстраординарное доплеровское уширение водородной линии α серии Бальмера на более 100 эВ в условиях плазмы, содержащей атомы H и катализатор на основе образующейся HOH либо H, в частности, плазмы аргона-H_2, H_2 и паров H_2O, (ii) инверсия линий H в возбужденном состоянии, (iii) аномальная продолжительность послесвечения плазмы H, (iv) скорость распространения ударной волны и соответствующего давления, 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 гидратированного серебра, а также (vi) калориметрия энергетической системы в соответствии с п. 1 любым одним из пунктов формулы, причем последняя была подтверждена на уровне мощности 340 000 Вт.

46. Электродная система, которая включает в себя:

a) первый электрод и второй электрод;

b) поток расплавленного металла (например, расплавленного серебра, расплавленного галлия), находящегося в электрическом контакте с указанными первым и вторым электродами;

c) систему циркуляции, оборудованную насосом для откачивания указанного расплавленного металла из резервуара и транспортировки его по трубопроводу (например, трубе) с целью получения указанного потока расплавленного металла, выходящего из указанного трубопровода;

d) также источник электрической энергии, сконфигурированный таким образом, дабы обеспечивать разность электрических потенциалов между указанными первым и вторым электродами,

причем указанный поток расплавленного металла, одновременно контактируя с указанными первым и вторым электродами, создает между указанными электродами электрический ток.

47. Электрическая цепь, которая включает в себя:

a) нагревательное средство для получения расплавленного металла;

b) насосное средство для транспортировки расплавленного металла из резервуара по трубопроводу с целью получения потока расплавленного металла, выходящего из трубопровода;

c) первый электрод и второй электрод, находящиеся в электрической связи с источником питания для создания разности электрических потенциалов на указанных первом и втором электродах;

причем указанный поток расплавленного металла, одновременно контактируя с указанными первым и вторым электродами, создает между указанными первым и вторым электродами электрическую цепь.

48. В электрической цепи, содержащей первый и второй электрод, усовершенствование предусматривает пропускание потока расплавленного металла через указанные электроды, дабы между ними протекал ток.

49. Система получения плазмы, в которую входят:

a) систему впрыска расплавленного металла, сконфигурированную таким образом, чтобы получать поток расплавленного металла, проистекающий из резервуара для металла;

b) электродную систему, предназначенную для индуцирования тока, проходящего через указанный поток расплавленного металла;

c) по меньшей мере один из таких элементов, как (i) система впрыска воды, сконфигурированная таким образом, чтобы обеспечить приведение отмеренного объема воды в контакт с расплавленным металлом, при котором часть указанной воды и часть указанного расплавленного металла вступают в реакцию с образованием оксида указанного металла и газообразного водорода, (ii) смесь избыточного газообразного водорода и газообразного кислорода, а также (iii) смесь избыточного газообразного водорода и водяного пара, а также

d) источник питания, сконфигурированный таким образом, чтобы подавать указанный ток;

причем указанная плазма образуется при пропускании тока через указанный поток металла.

50. Система в соответствии с п. 21 формулы, которая дополнительно включает в себя:

a) насосную систему, сконфигурированную таким образом, чтобы выполнять перекачивание металла, собираемого после получения упомянутой плазмы, в указанный резервуар для металла, а также

b) систему регенерации металла, сконфигурированную таким образом, чтобы выполнять сбор указанного оксида металла и преобразование указанного оксида металла в указанный металл; причем упомянутая система регенерации металла состоит из анода, катода и электролита; причем между указанными анодом и катодом пропускается напряжение смещения с преобразованием указанного оксида металла в указанный металл;

причем металл, регенерируемый в указанной системе регенерации металла, перемещается в указанную насосную систему.

51. Система генерирования плазмы, которая включает в себя:

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

b) источник питания, подсоединенный к указанным двум электродам для пропускания между ними тока в момент замыкания указанной цепи;

c) рекомбинационную ячейку (например, ячейку с тлеющим разрядом) для индуцирования образования из газа образующейся воды и атомарного водорода; причем исходящий из рекомбинатора поток направляется к цепи (например,

расплавленному металлу, аноду, катоду, погруженному в резервуар с расплавленным металлом электроду);

причем, когда по цепи пропускают ток, исходящий из рекомбинатора поток вступает в реакцию с образованием плазмы.

52. Система в соответствии с п. 51 формулы, отличающаяся тем, что указанная система применяется для генерирования из плазмы тепловой энергии.

53. Система в соответствии с п. 51 формулы, отличающаяся тем, что указанная система применяется для генерирования из плазмы световой энергии.

54. Система в соответствии с любым одним из п.п. 1-50 формулы, которая состоит из множества узлов типа «энергосистема-передатчик-приемник», осуществляющих передачу и прием электромагнитных сигналов по меньшей мере в одной полосе частот; высота частоты полосы может обеспечиваться путем локального размещения узлов с небольшом интервалом, причем частота может находиться по меньшей мере в одном таких диапазонов, как примерно от 0,1 ГГц до 500 ГГц, от 1 ГГц до 250 ГГц, от 1 ГГц до 100 ГГц, от 1 ГГц до 50 ГГц и от 1 ГГц до 25 ГГц.

55. Сверхпроводящее квантовое интерференционное устройство (СКВИД) либо электронный элемент по типу СКВИДа, в составе которого присутствует по меньшей мере один из таких видов гидрино, как $H^{-}\left(1/p\right)$ и $H_2\left(1/p\right)$ (либо видов, обладающих соответствующими таким видам спектроскопическими признаками) и по меньшей мере один из таких элементов, как цепь входного тока и входного напряжения и цепь выходного тока и выходного напряжения, предназначенный для выполнения по меньшей мере одной из функций, как измерение и изменение состояния потокосцепления по меньшей мере одного из таких элементов, как гидрино-гидридный ион и молекулярный гидрино.

56. Электронный элемент в соответствии с п. 55 формулы, отличающийся тем, что резонансные цепи переменного тока представляют собой радиочастотные резистивно-индуктивноемкостные цепи.

57. Электронный элемент в соответствии с п. 55 формулы, отличающийся тем, что СКВИДы либо электронные элементы по типу СКВИДов дополнительно оборудованы по меньшей мере одним источником электромагнитного излучения (например, источником по меньшей мере одного из таких излучений, как микроволновое,

инфракрасное, видимое или ультрафиолетовое излучение), предназначенным, например, для индуцирования в образце магнитного поля.

58. СКВИД либо электронный элемент по типу СКВИДа в соответствии с п. 57 формулы, отличающийся тем, что источник излучения представляет собой лазер или микроволновый генератор.

59. СКВИД либо электронный элемент по типу СКВИДа в соответствии с п. 58 формулы, отличающийся тем, что лазерное излучение подается в сфокусированном режиме, обеспечиваемом линзой либо оптоволокном.

60. СКВИД либо электронный элемент по типу СКВИДа в соответствии с одним любым из п.п. 55-59 формулы, отличающийся тем, что СКВИДы на основе гидрино и электронные элементы по типу СКВИДа на основе гидрино дополнительно оборудованы источником магнитного поля, прикладываемого по меньшей мере к одному из таких элементов, как гидрино-гидридный ион и молекулярный гидрино.

61. СКВИД либо электронный элемент по типу СКВИДа в соответствии с п. 60 формулы, отличающийся тем, что магнитное поле может быть регулируемым.

62. СКВИД либо электронный элемент по типу СКВИДа в соответствии с п. 61 формулы, отличающийся тем, что такая регулируемость по меньшей мере одного из таких элементов, как источник излучения и магнитное поле, обеспечивает выборочное и контролируемое достижение резонанса между источником электромагнитного излучения и магнитным полем.

63. СКВИД либо электронный элемент по типу СКВИДа в соответствии с одним любым из п.п. 55-62 формулы, включающий в себя компьютерную логическую схему, элемент памяти и другие электронные измерительные или исполнительные устройства, в частности, магнитометры, датчики и переключатели, срабатывающие при повышенной температуре.

64. Сверхпроводящее квантовое интерференционное устройство (СКВИД), которое включает в себя: по меньшей мере два джозефсоновских перехода, имеющих электрическое соединение со сверхпроводящим контуром,

причем джозефсоновский переход будет включать в себя вид водорода H_2, проявляющийся на ЭПР-спектрограмме.

65. СКВИД в соответствии с п. 64, формулы, отличающийся тем, что указанным видом водорода выступает MOOH:H_2, где M представляет собой металл (например, Ag, Ga).

66. Способ, предусматривающий:

a) электрическое смещение расплавленного металла;

b) направление исходящего из ячейки генерирования плазмы (например, ячейки с тлеющим разрядом) потока на взаимодействие со смещенным расплавленным металлом и индуцирование образования плазмы.

67. Способ в соответствии с п. 66 формулы, отличающийся тем, что 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.

68. Криоген, газообразный теплоноситель и обеспечивающее плавучесть вещество, что представляет собой молекулярный гидрино (*например*, вещества, обладающие спектроскопическими свойствами, сопоставимыми с молекулярным гидрино).

69. Газообразные контрастные вещества для МРТ, с содержанием молекулярного гидрино (*например*, вещества, обладающие спектроскопическими свойствами, сопоставимыми с молекулярным гидрино).

70. Лазер на базе газообразного молекулярного гидрино, включающий в себя газообразный молекулярный гидрино ($H_2(1/p)$ p =2,3,4,5,…,137) (*например*, вещество, обладающее спектроскопическими свойствами, сопоставимыми с молекулярным гидрино), содержащий в себе такой газообразный молекулярный гидрино лазерный резонатор, источник возбуждения уровней вращательных энергии такого газообразного молекулярного гидрино и лазерную оптику.

71. Лазер в соответствии с п. 70 формулы, отличающийся тем, что лазерная оптика представляет собой зеркала, расположенные на концах резонатора, содержащего в себя газообразный молекулярный гидрино в возбужденных вращательных состояниях, при этом одно из зеркал является полупрозрачным, обеспечивая тем самым возможность излучения лазерного света из резонатора.

72. Лазер в соответствии с п. 70 либо п. 71 формулы, отличающийся тем, что источник возбуждения включает в себя по меньшей мере один из таких элементов, как лазер, импульсная лампа, газоразрядная система (например, с тлеющим разрядом,

микроволновая, радиочастотная (РЧ), РЧ с индуктивной связью, РЧ с емкостной связью либо другая система плазменного разряда).

73. Лазер в соответствии с любым одним из п.п. 70-72 формулы, дополнительно оборудованный внешним или внутренним источником поля (например, источником электрического или магнитного поля), необходимого для обеспечения заселенности по меньшей мере одного требуемого уровня вращательной энергии молекулярного гидрино, причем такой уровень будет содержать в себе по меньшей мере один из таких элементов, как требуемый сдвиг спин-орбитальной энергии и требуемый сдвиг энергии потокосцепления.

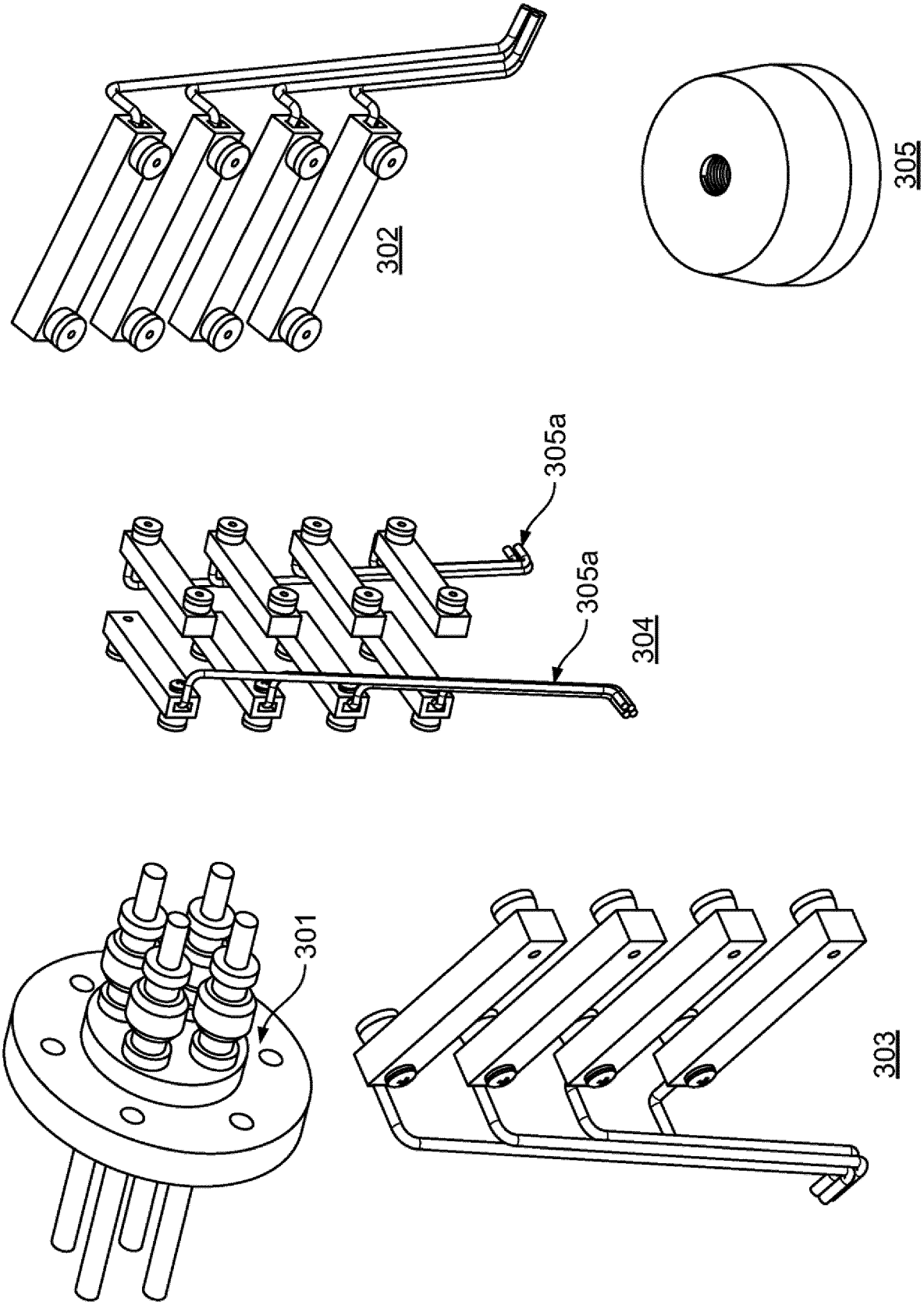
74. Лазер в соответствии с любым одним из п.п. 70-73 формулы, отличающийся тем, что лазерный переход происходит между инверсной заселенностью выбранного вращательного состояния и вращательным состоянием с более низкой энергией, что менее заселено.

75. Лазер в соответствии с любым одним из п.п. 70-73 формулы, отличающийся тем, что резонатор, оптика, источник возбуждения и источник внешнего поля лазера выбираются таким образом, чтобы достигалась требуемая инверсная заселенность и требуемое стимулированное излучение, необходимые для требуемого менее заселенного состояния с более низкой энергией.

76. Лазер в соответствии с п. 75 формулы, включающий в себя твердотельную лазерную среду.

77. Лазер в соответствии с п. 76 формулы, отличающийся тем, что твердотельная лазерная среда содержит в себе захваченный в твердой матрице молекулярный гидрино, причем молекулы такого гидрино могут представлять собой свободно вращающиеся роторы, а твердая среда будет заменять собой газовый резонатор лазера на основе газообразного молекулярного гидрино.

78. Лазер в соответствии с п. 77 формулы, отличающийся тем, что твердотельная излучающая в оптическом диапазоне среда содержит в себе по меньшей мере одно из таких веществ, как $GaOOH:H_2(1/4)$, $KCl:H_2(1/4)$ и кремний, в котором присутствует захваченный молекулярный гидрино (например, $Si(кристалл):H_2(1/4)$) (либо вещество, обладающее его спектроскопическими свойствами).



ФИГ. 1

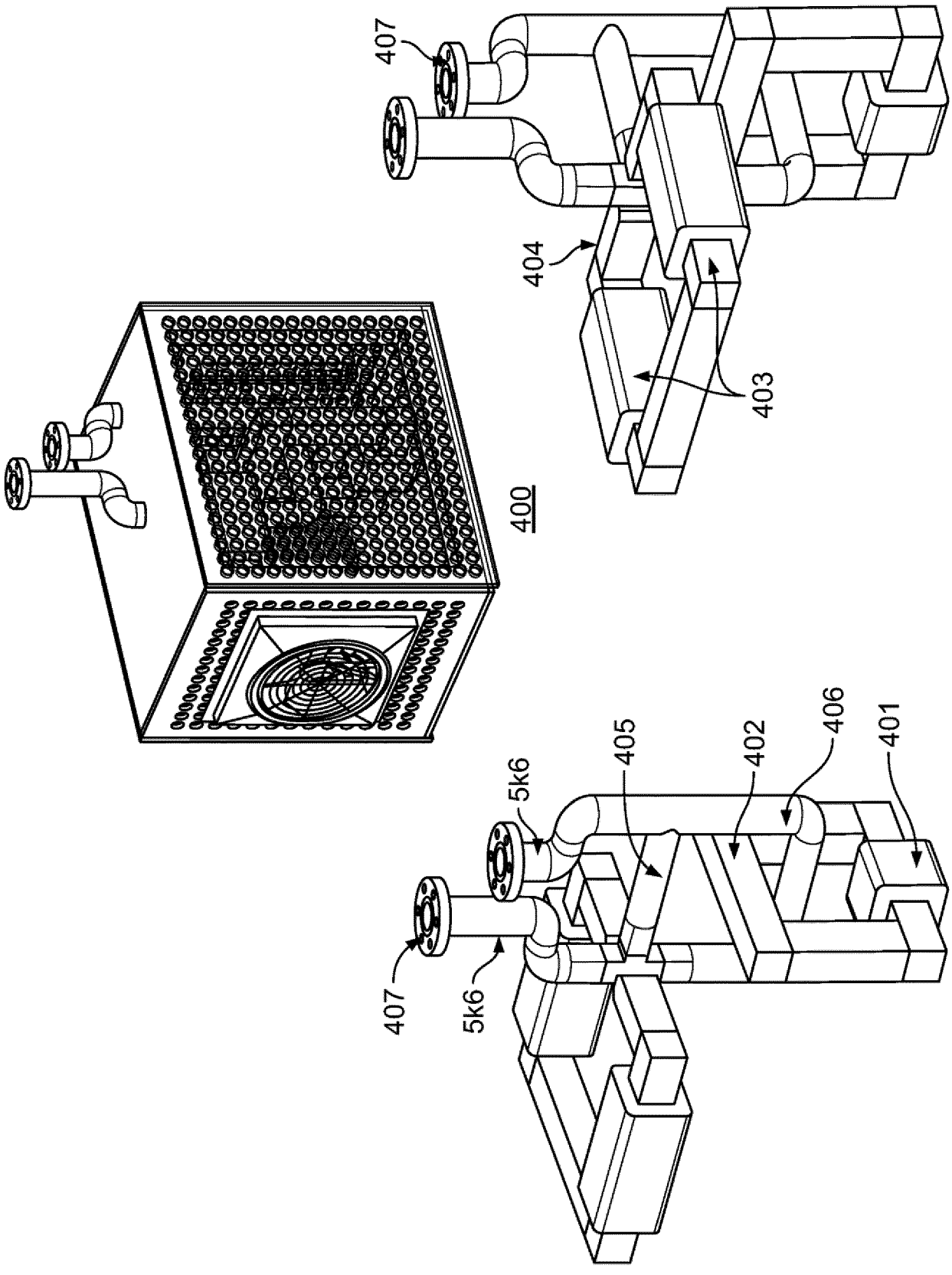
ФИГ. 2

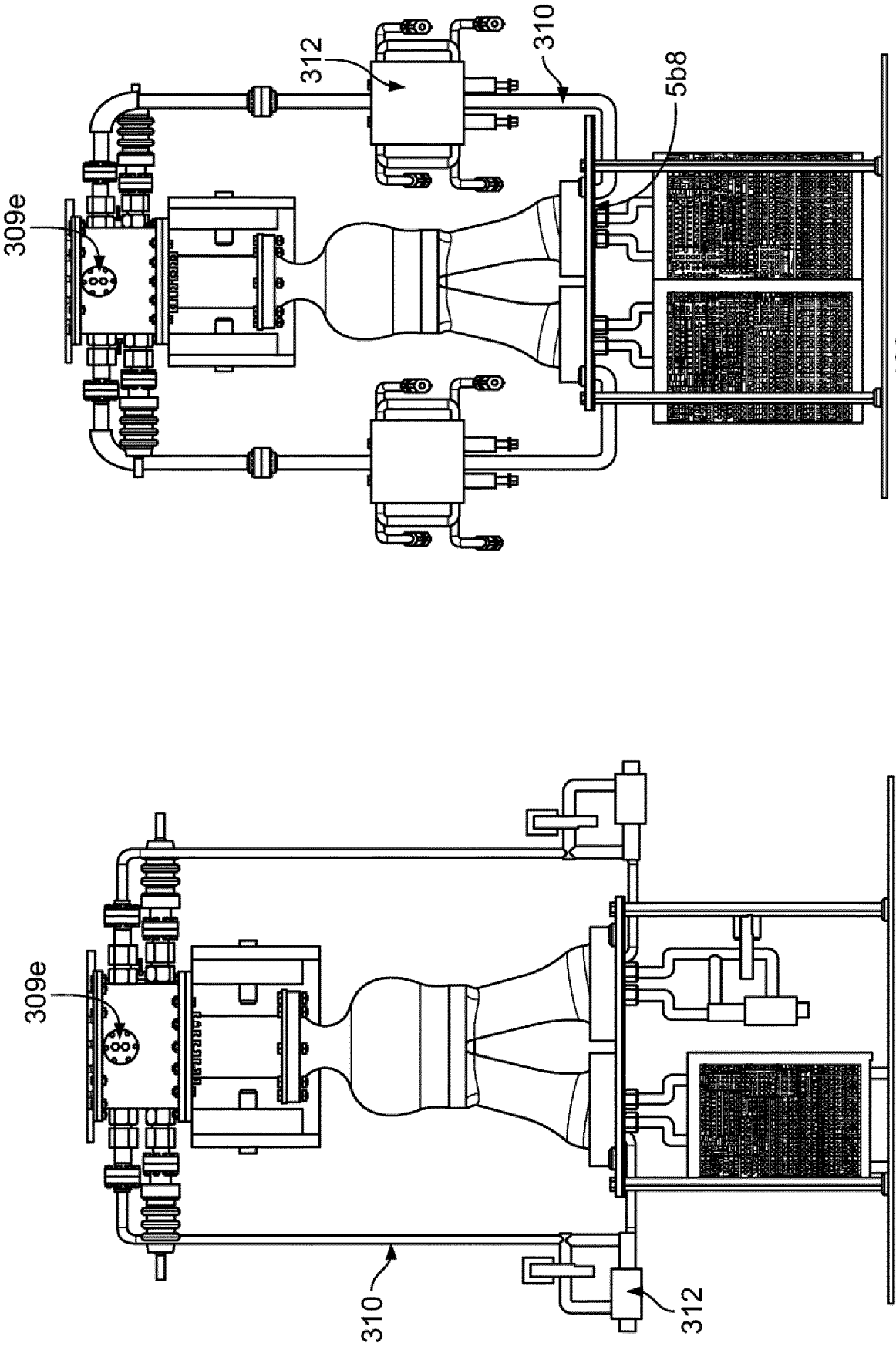
ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)

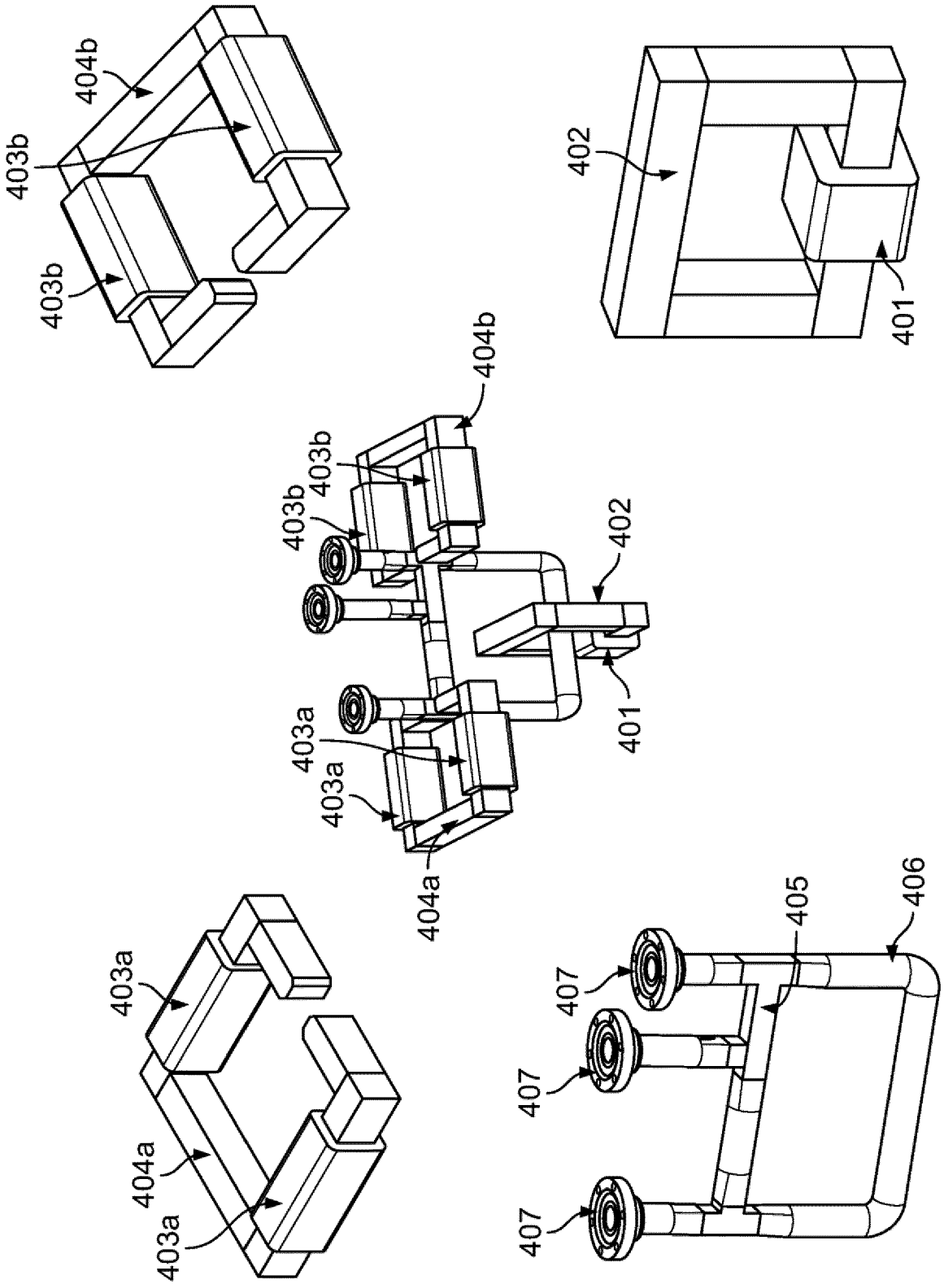
ФИГ. 3

ФИГ. 4

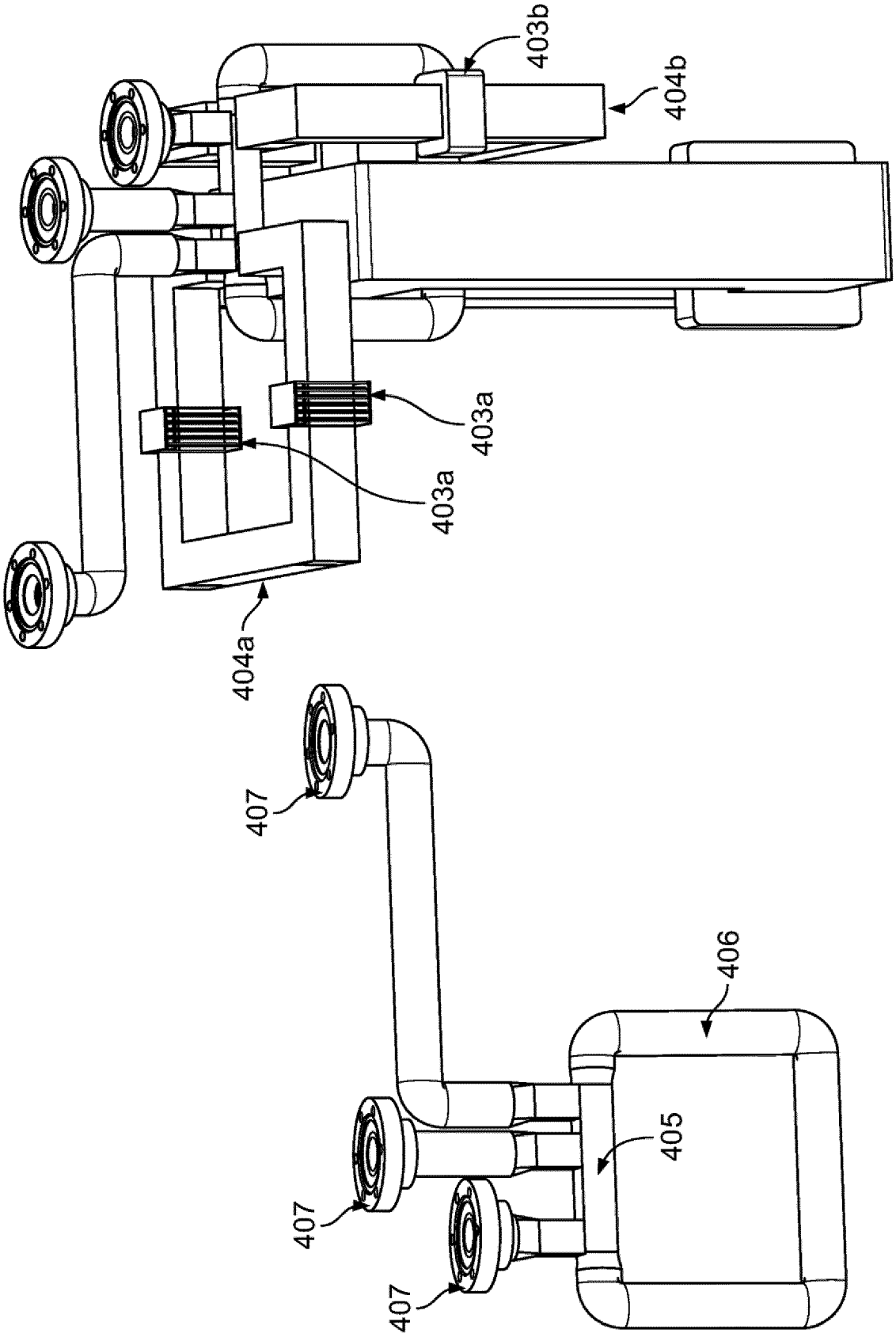




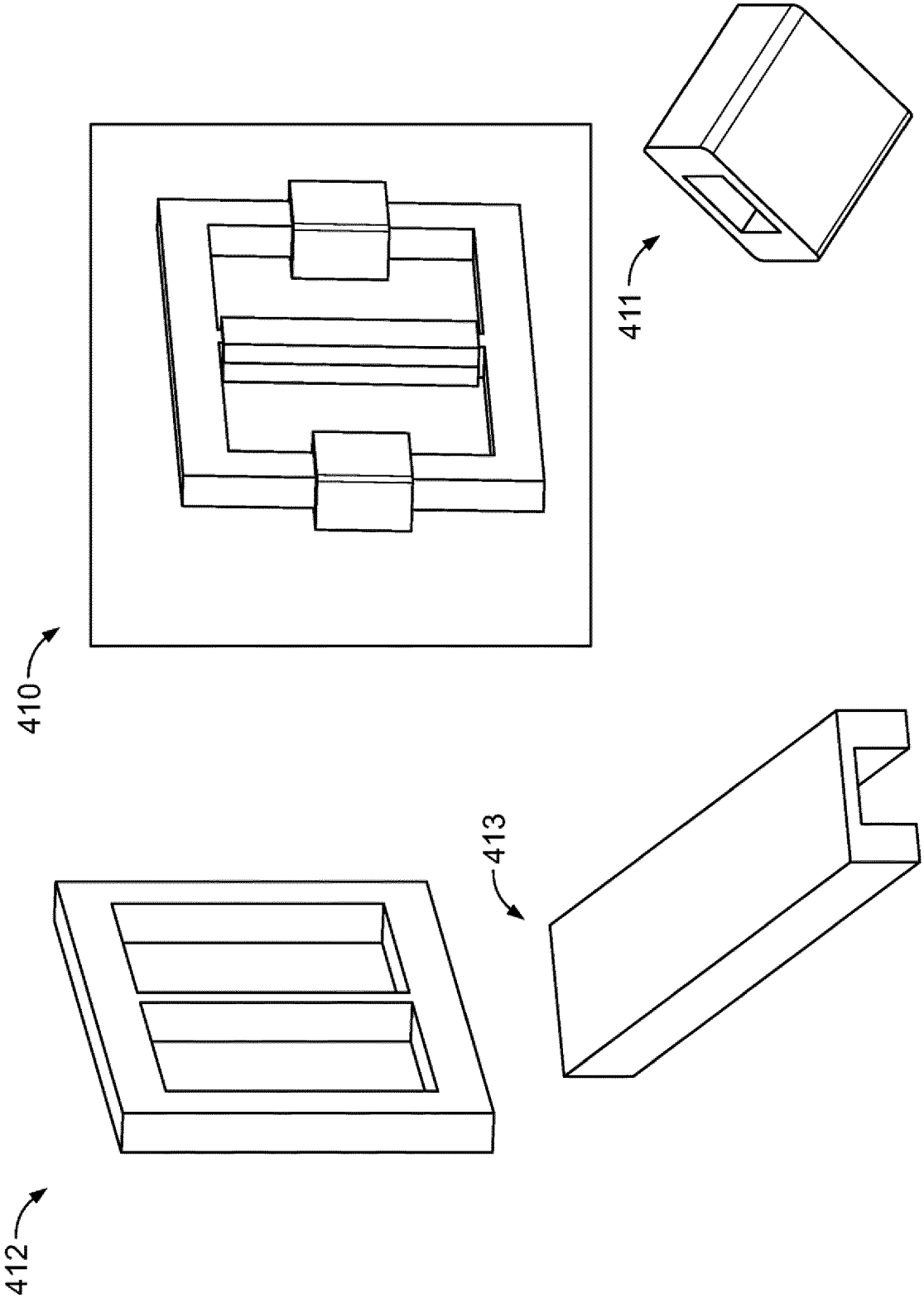
ФИГ. 5


403b
404b
403b
402
401
404b
403b
403b
402
403a
403a
401
404a
403a
404a
403a
405
406
407
407
407

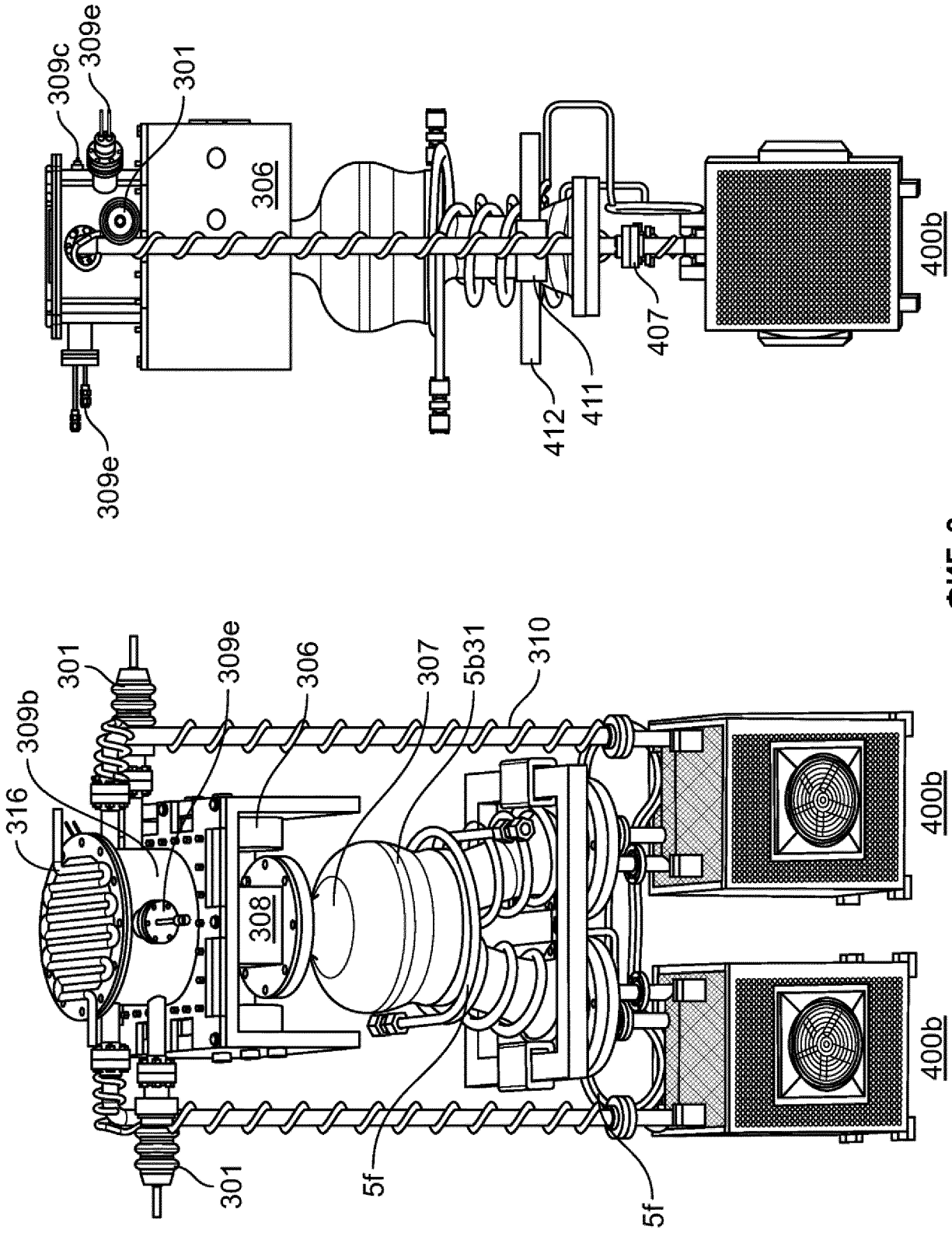
ФИГ. 6



ФИГ. 7



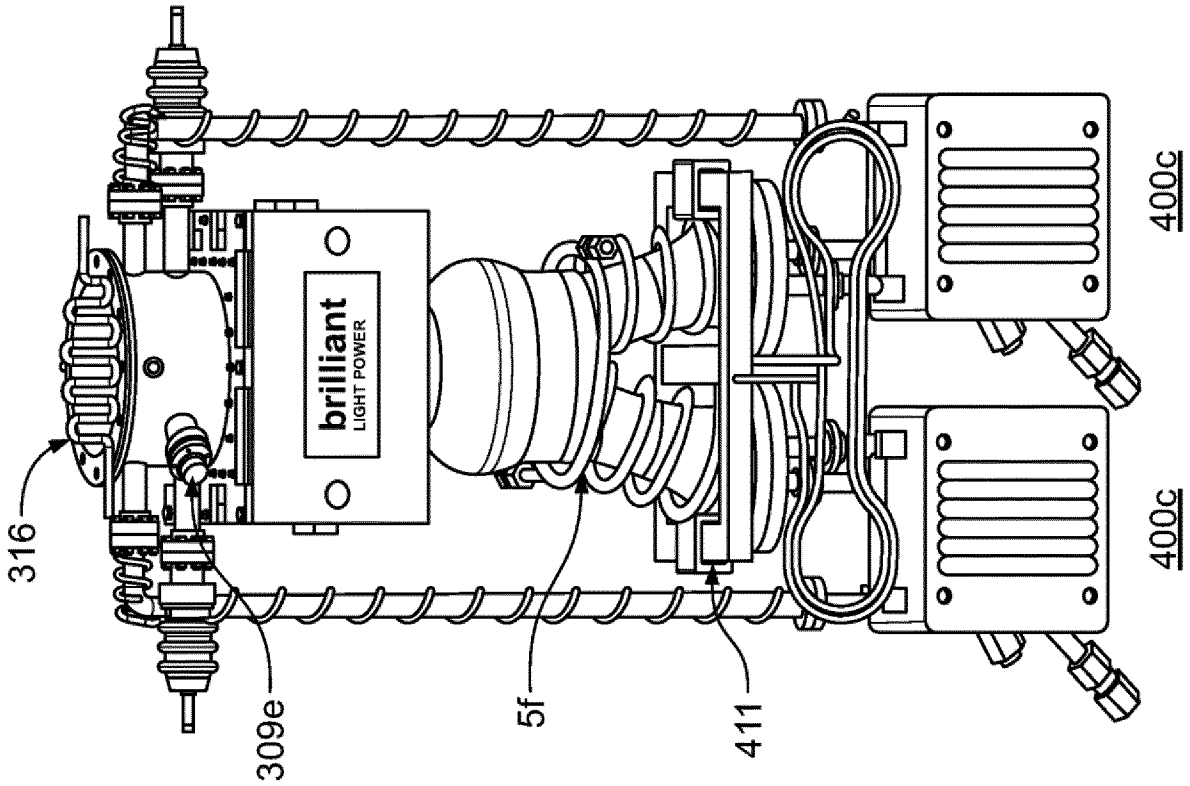
ФИГ. 8

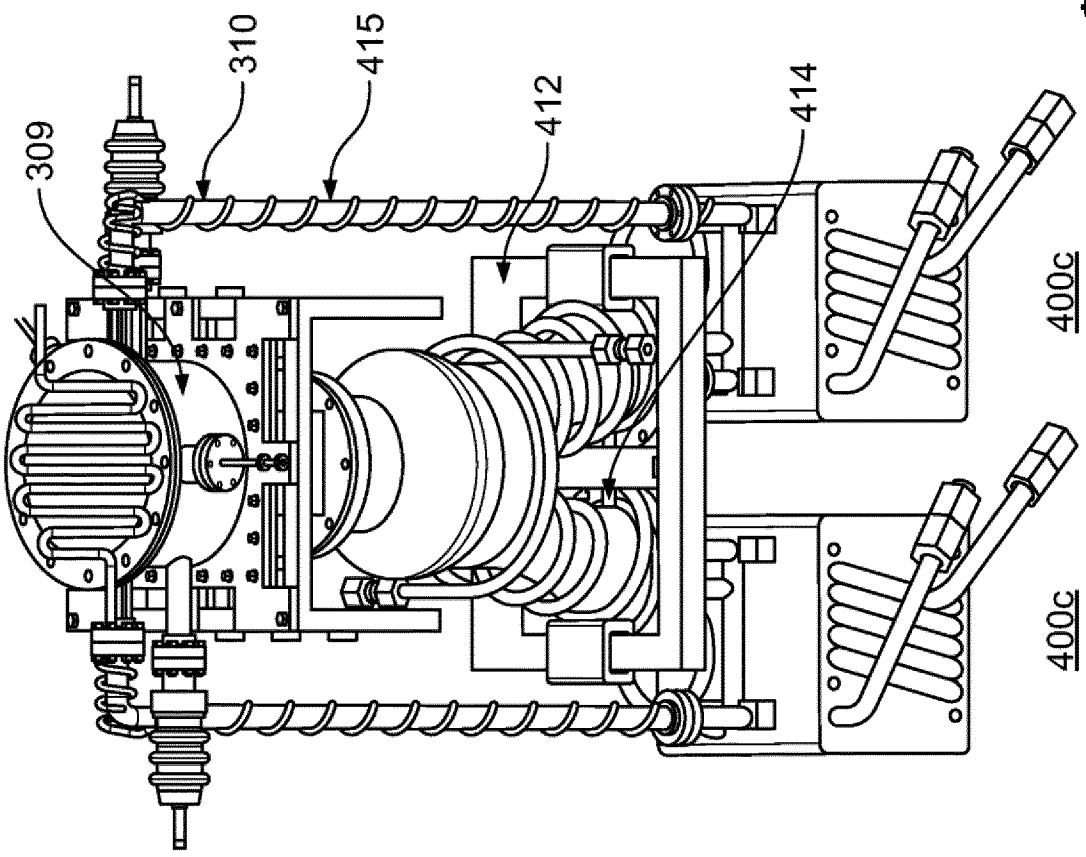

309c
309e
301
306
400b
407
412
411
309e
301
309e
306
307
5b31
310
309b
316
308
400b
400b
301
5f
5f

ФИГ. 9

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)

ФИГ. 10

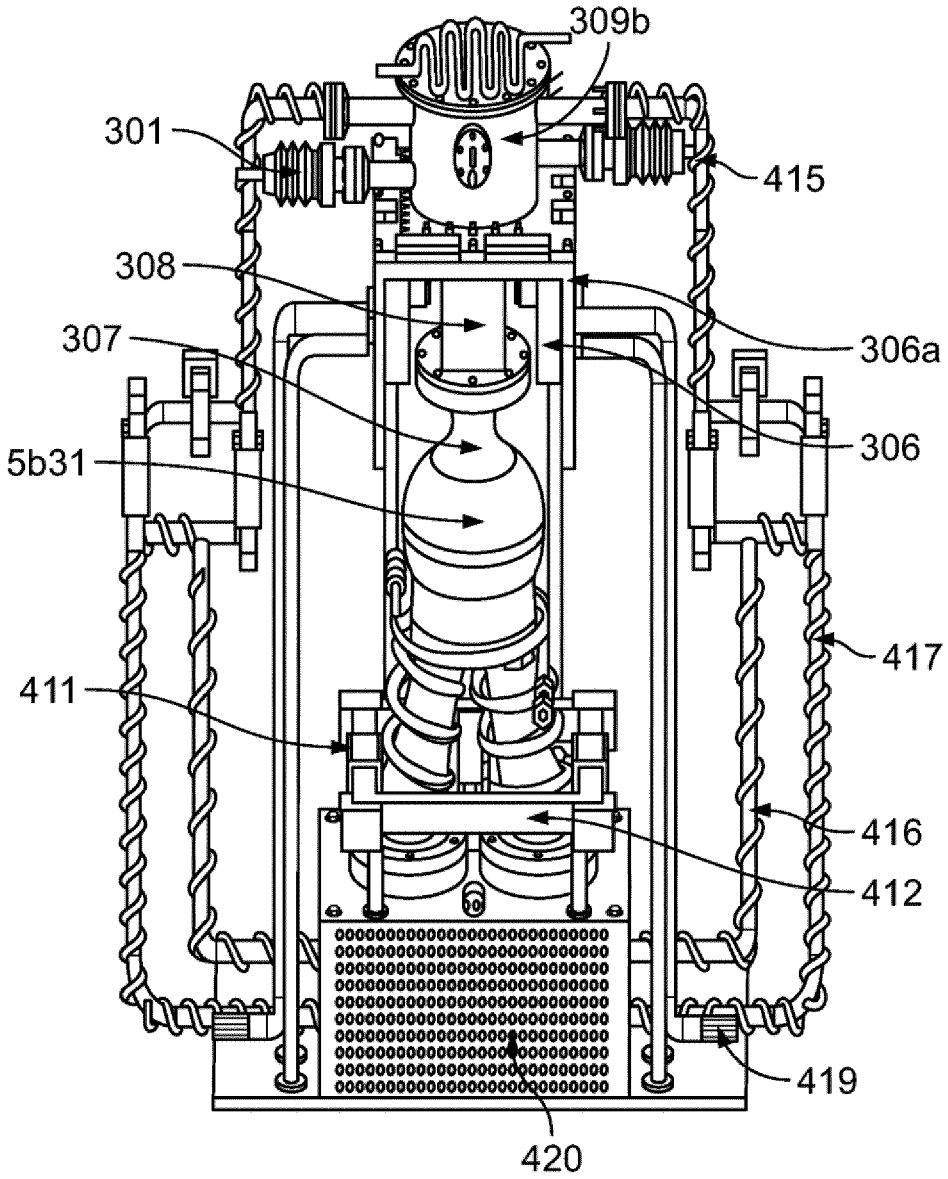

316
309e
5f
411
400c
400c
brilliant
LIGHT POWER

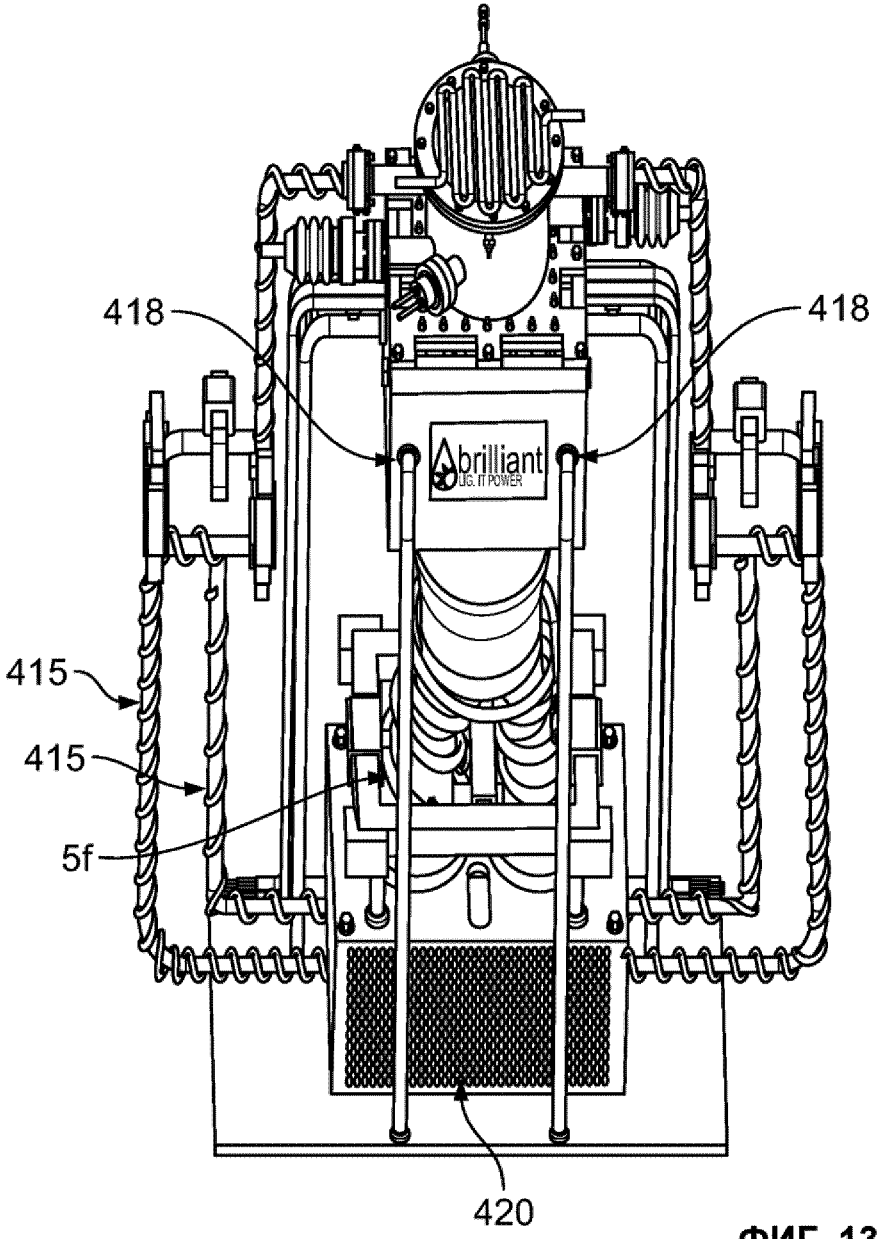

309
310
415
412
414
400c
400c

ФИГ. 11

ФИГ. 12

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)



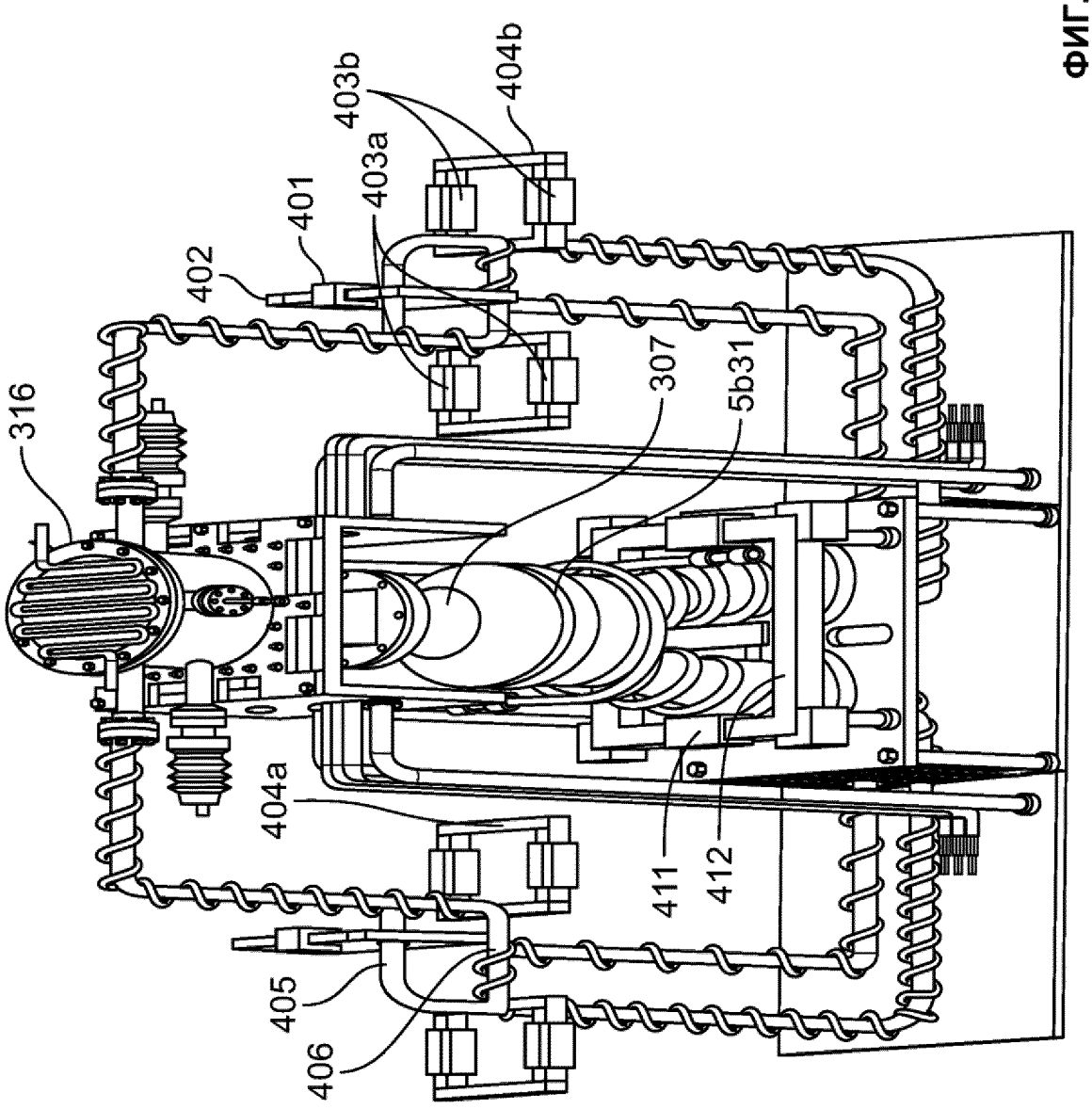


ФИГ. 13

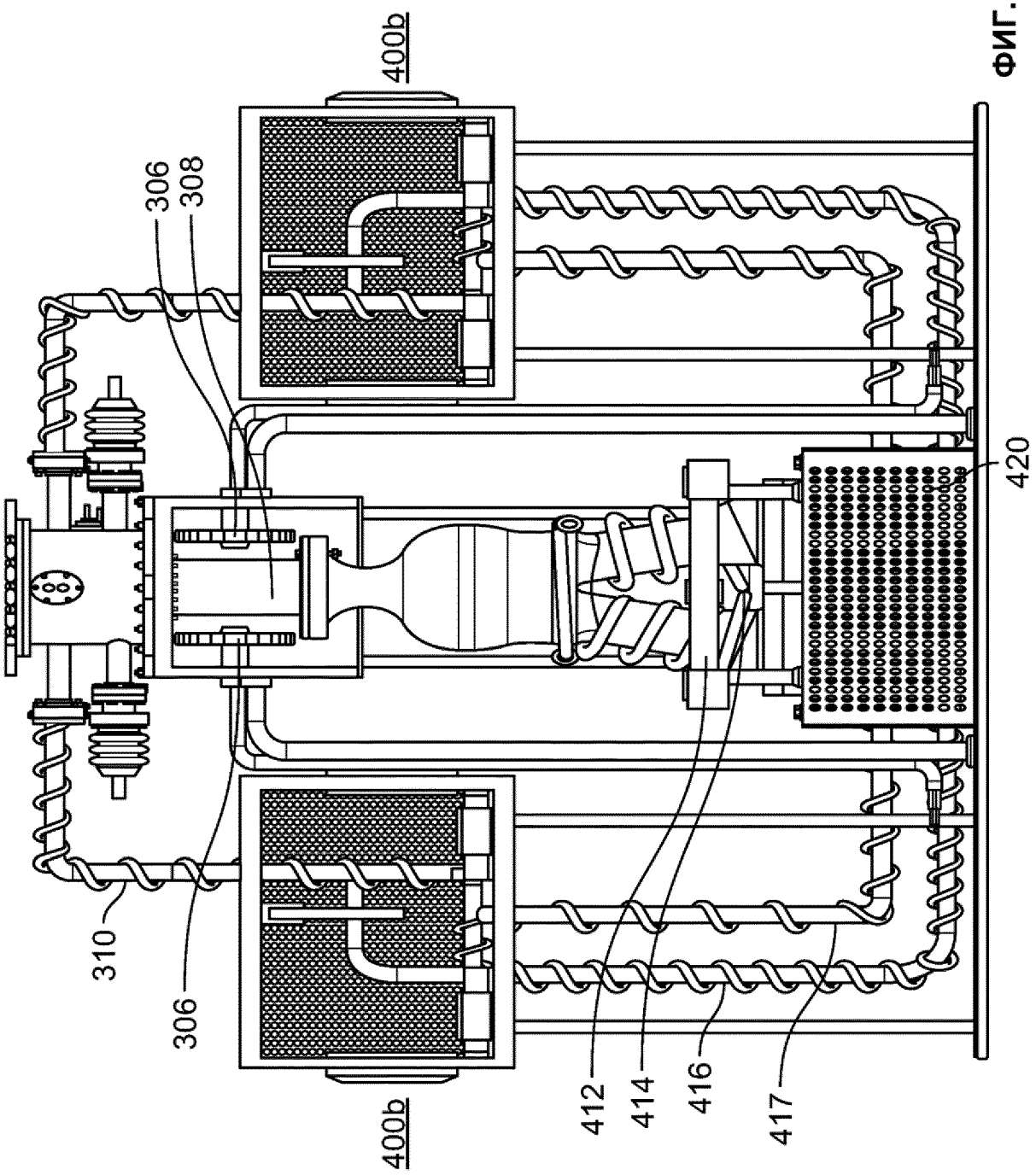
ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)

ФИГ. 14

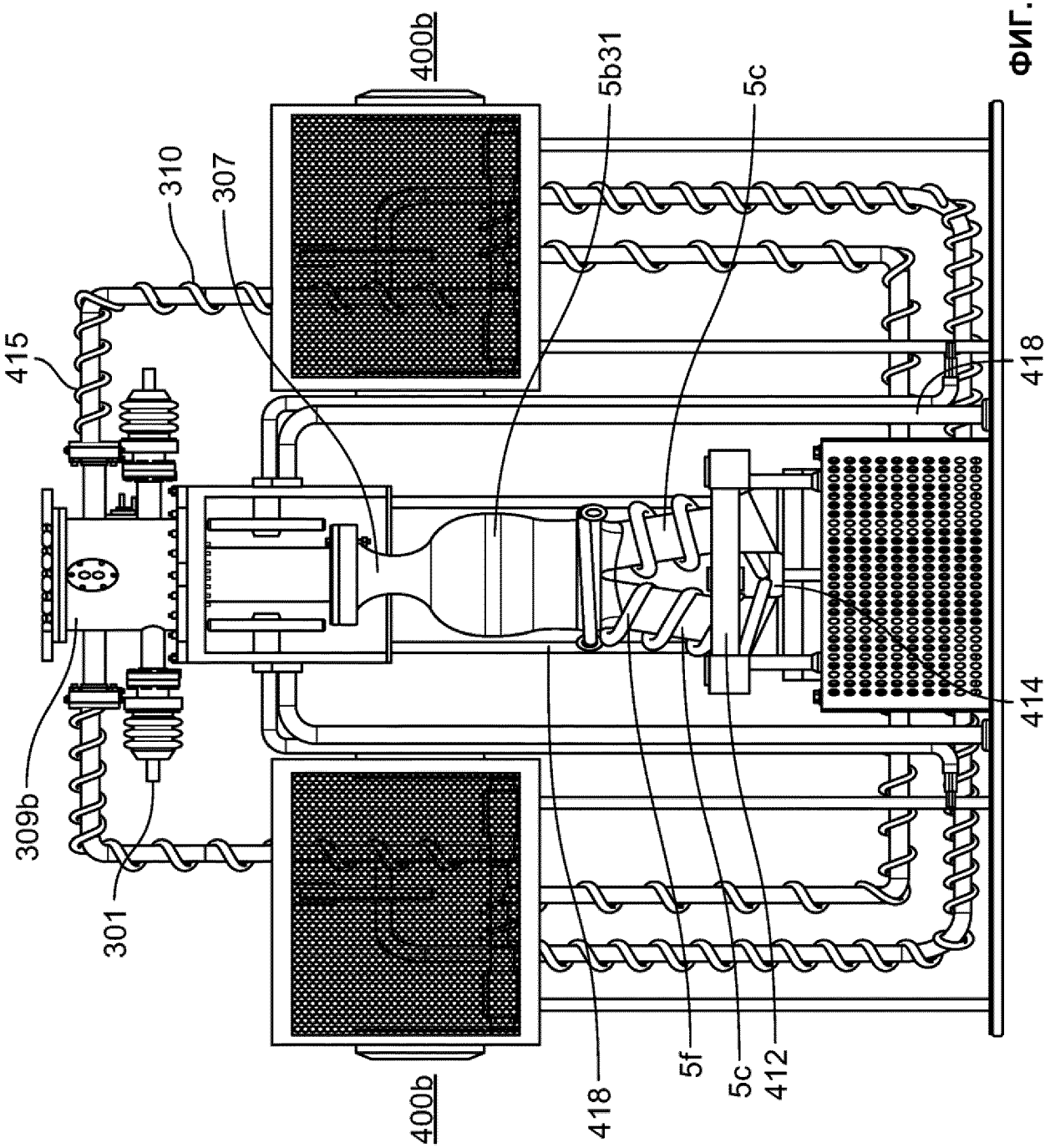
ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)



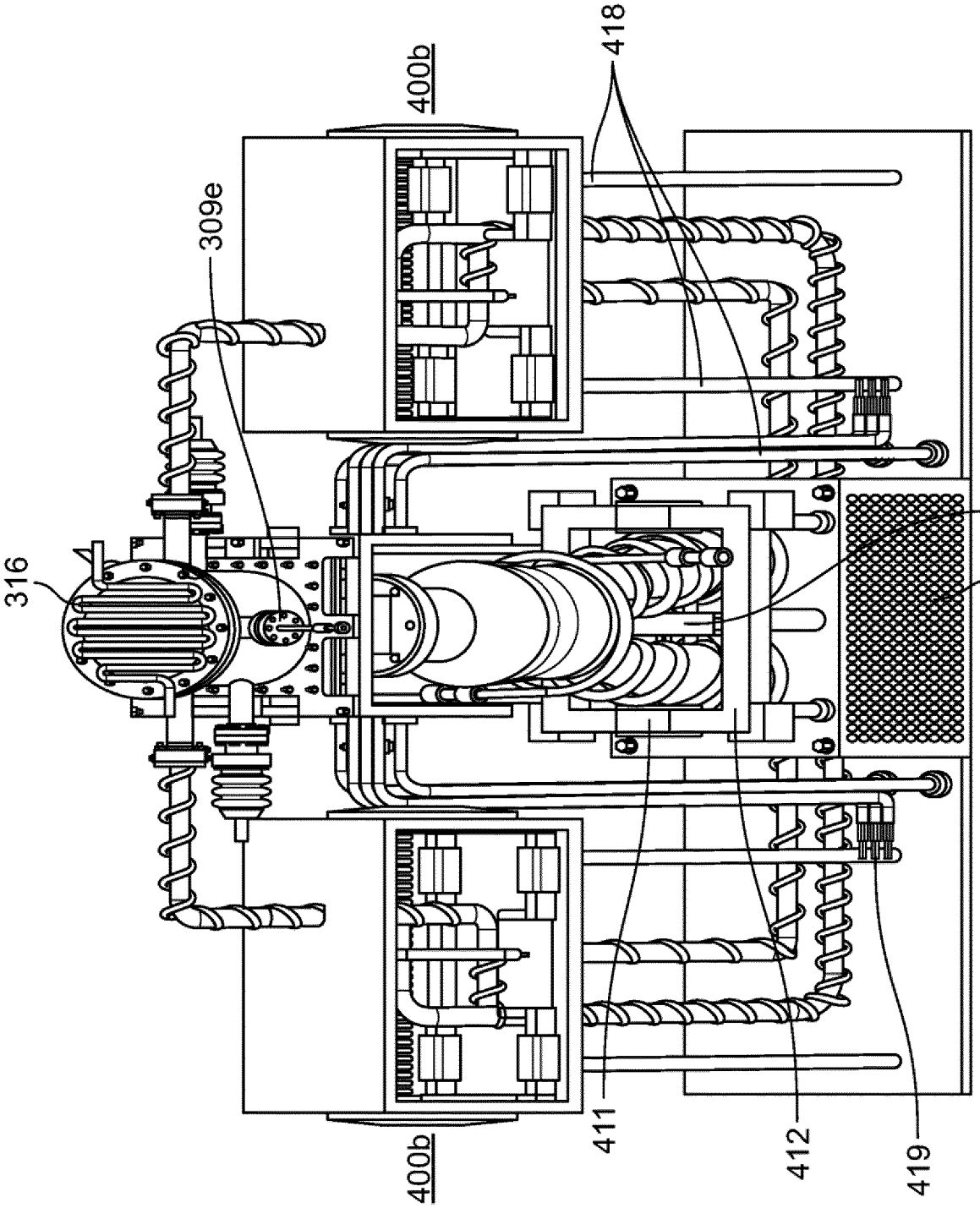
ФИГ. 15



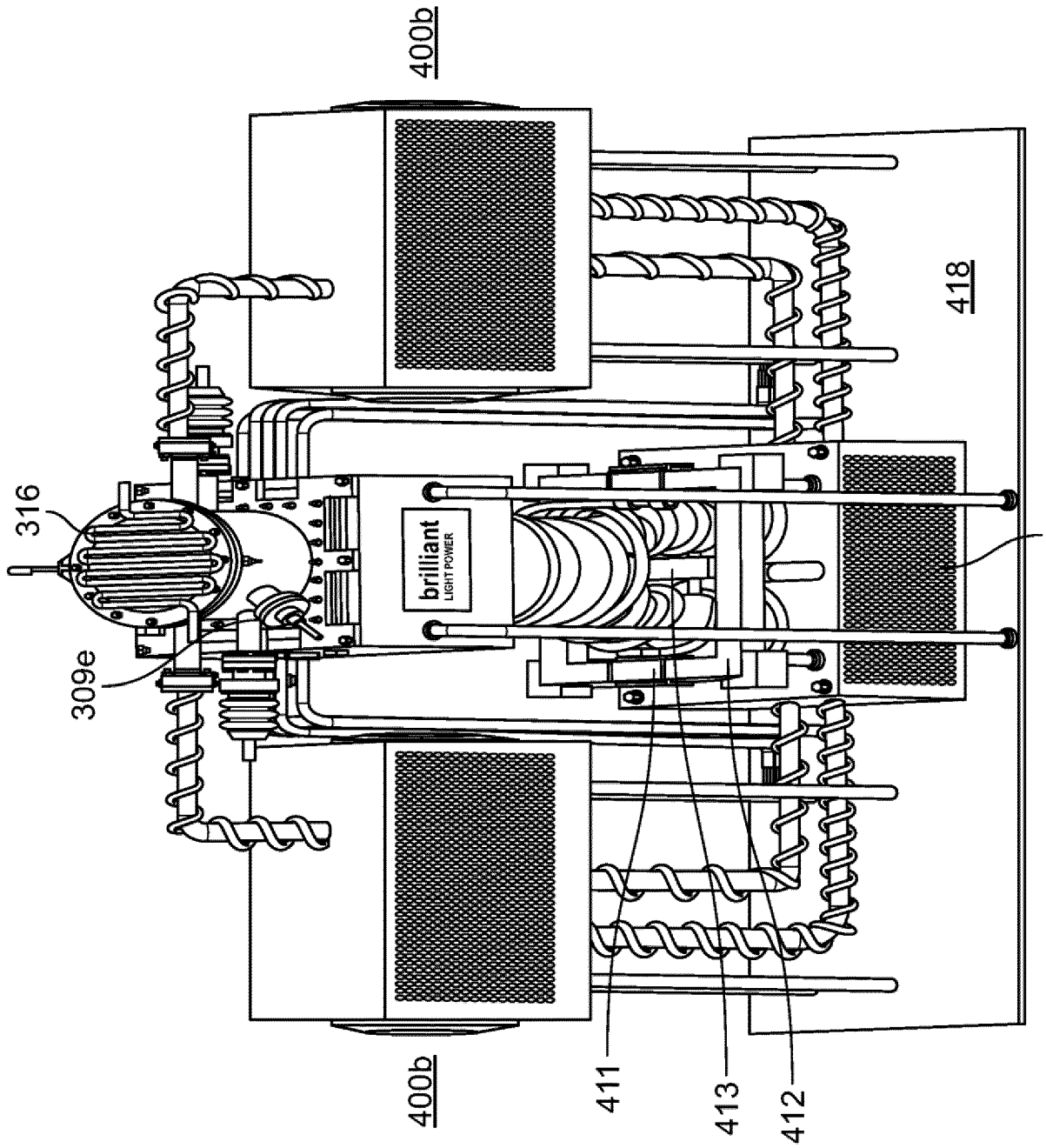
ФИГ. 16



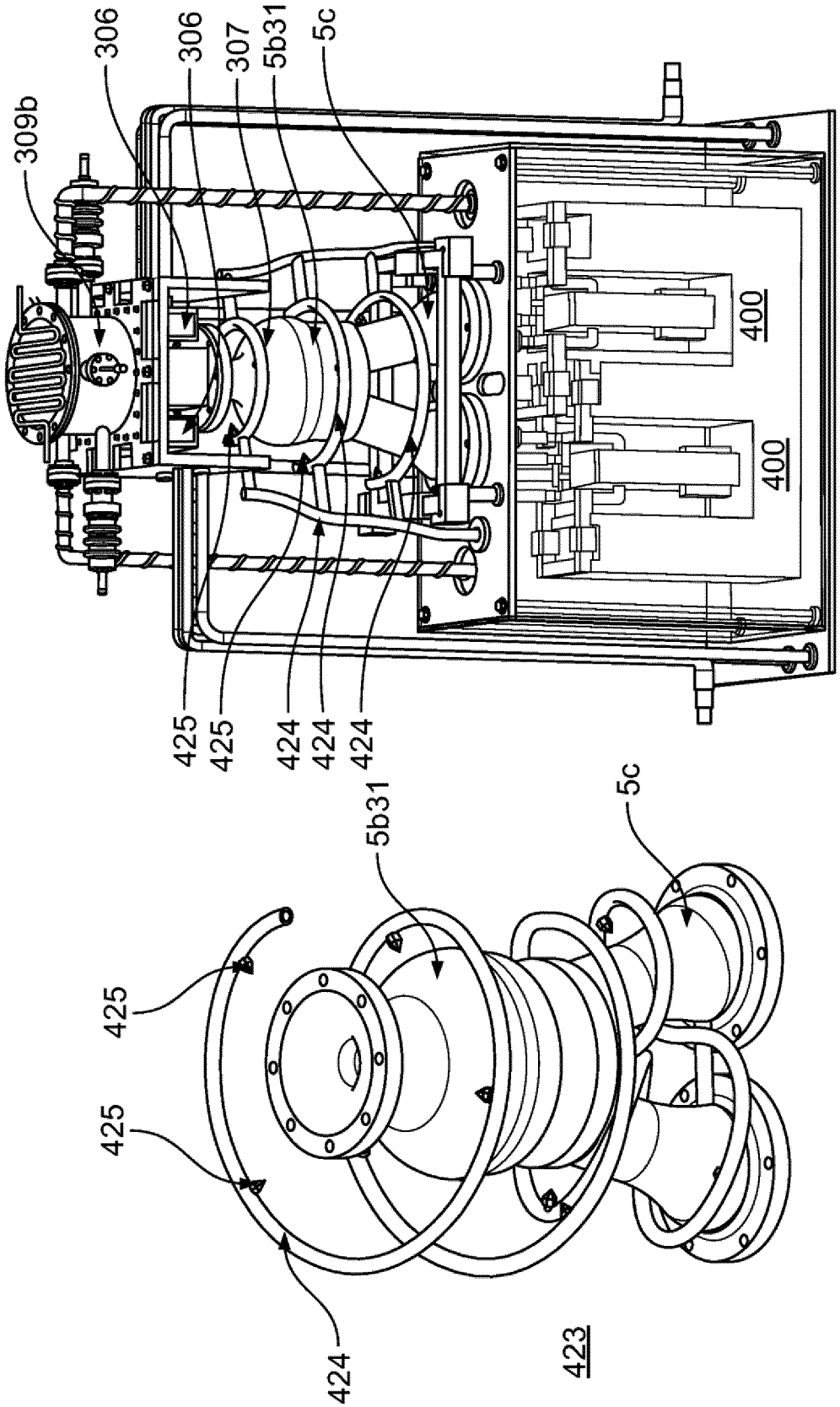
ФИГ. 17



ФИГ. 18



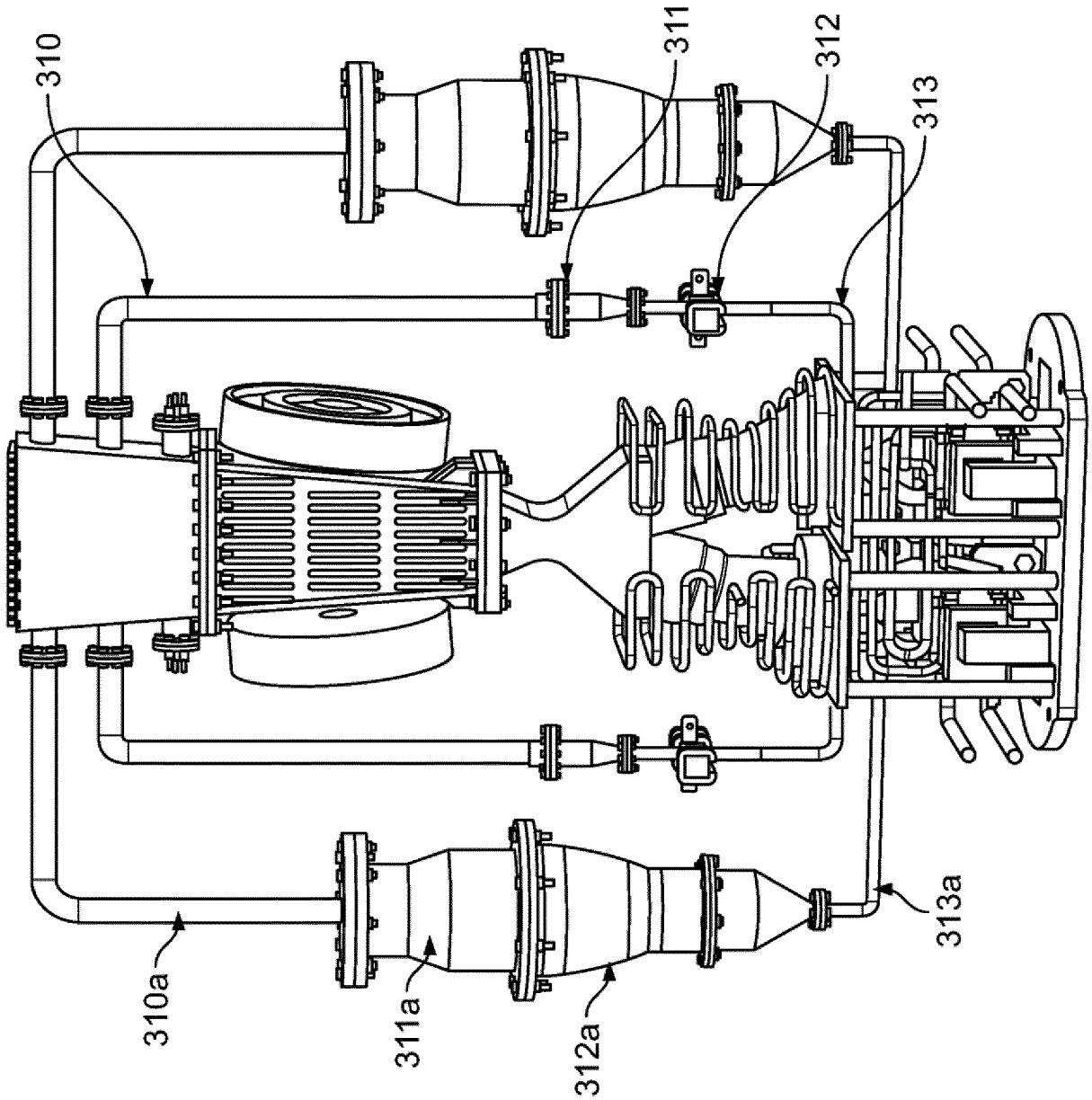
ФИГ. 19


306
306
307
5b31
5c
309b
400
400
425
425
424
424
424
5b31
5c
425
425
424
423

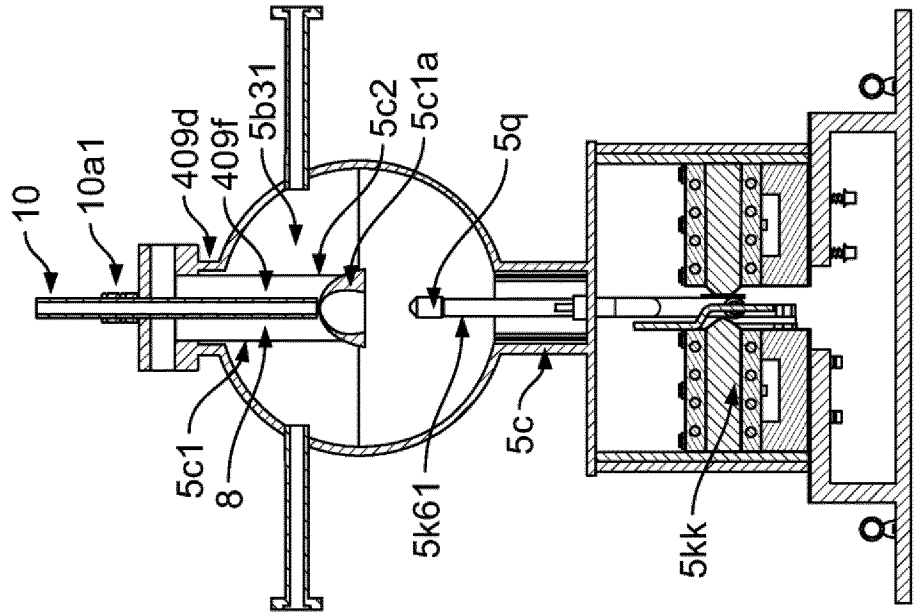
ФИГ. 20

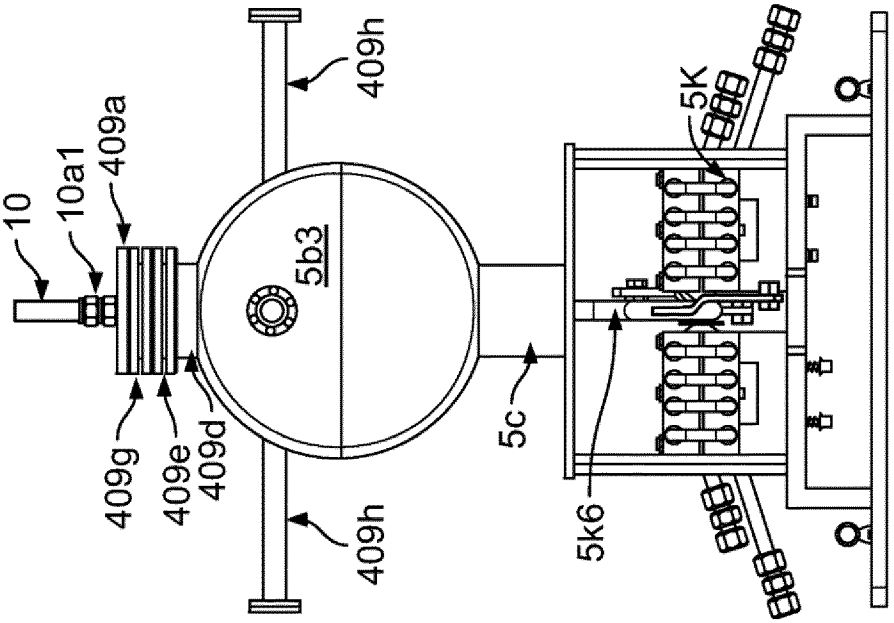
ФИГ. 21

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)



ФИГ. 22

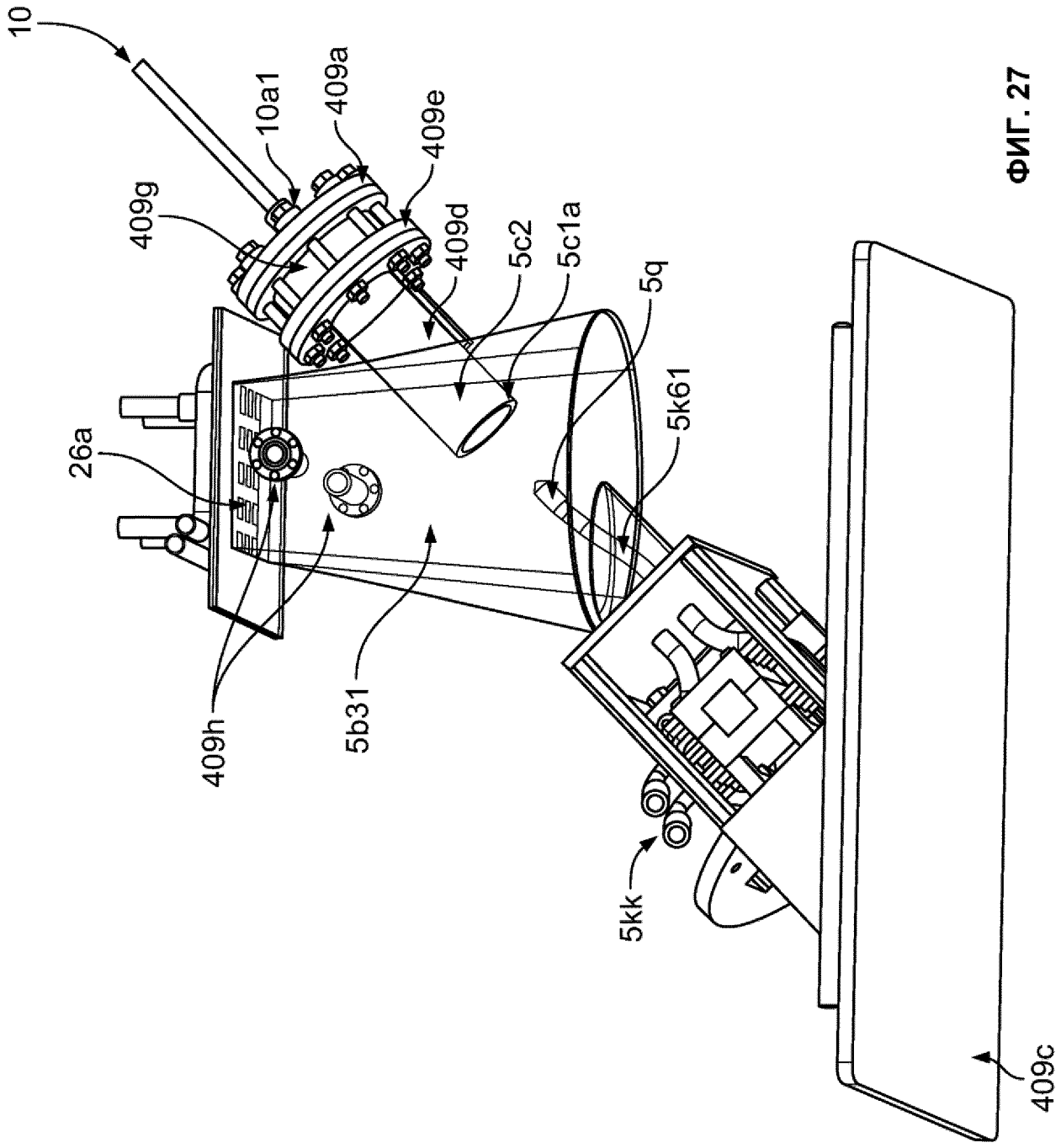

10
10a1
409d
409f
5b31
5c2
5c1a
5q
5c1
8
5k61
5c
5kk


10
10a1
409a
409h
5b3
5K
409g
409e
409d
5c
5k6
409h

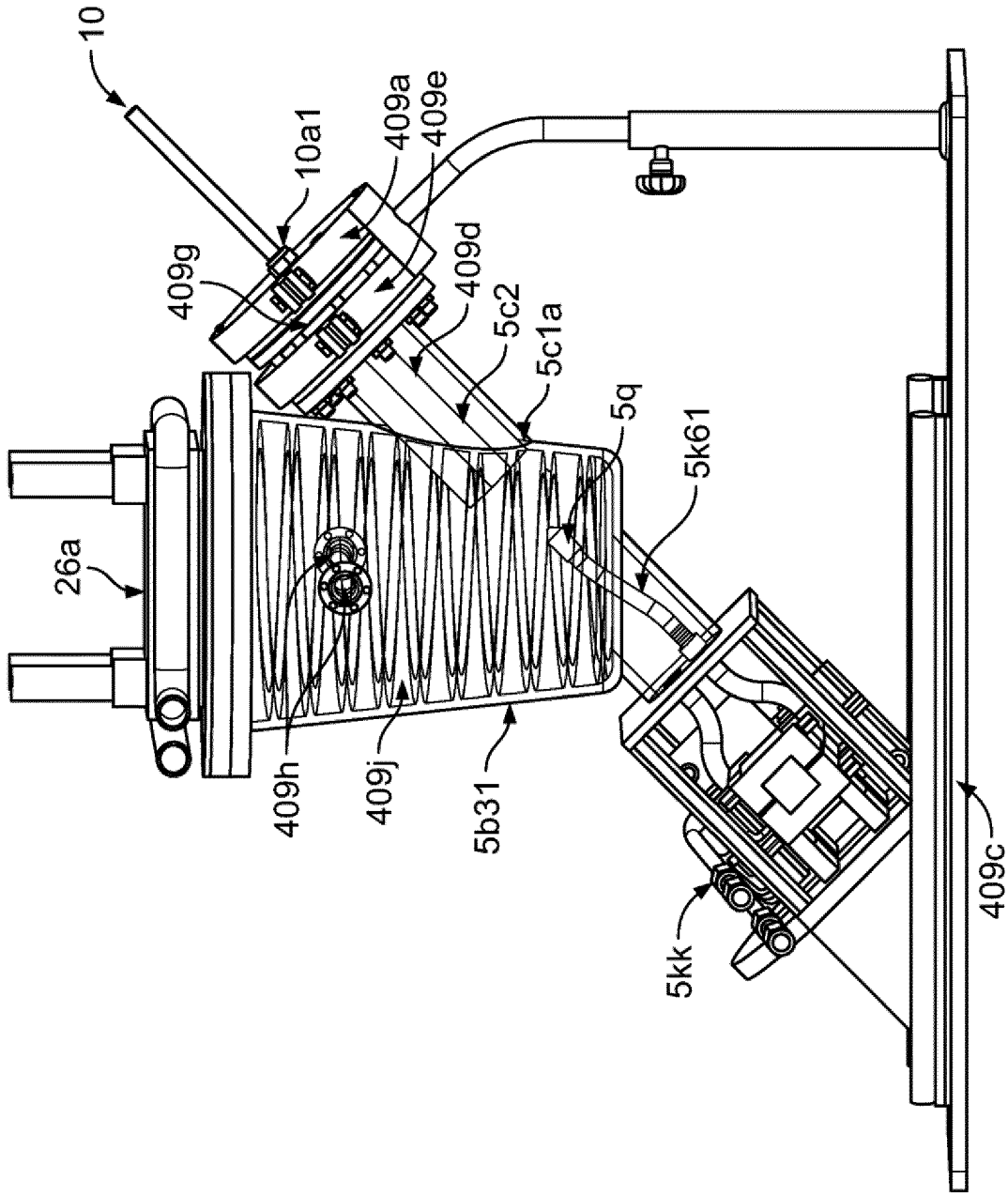
ФИГ. 25

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)

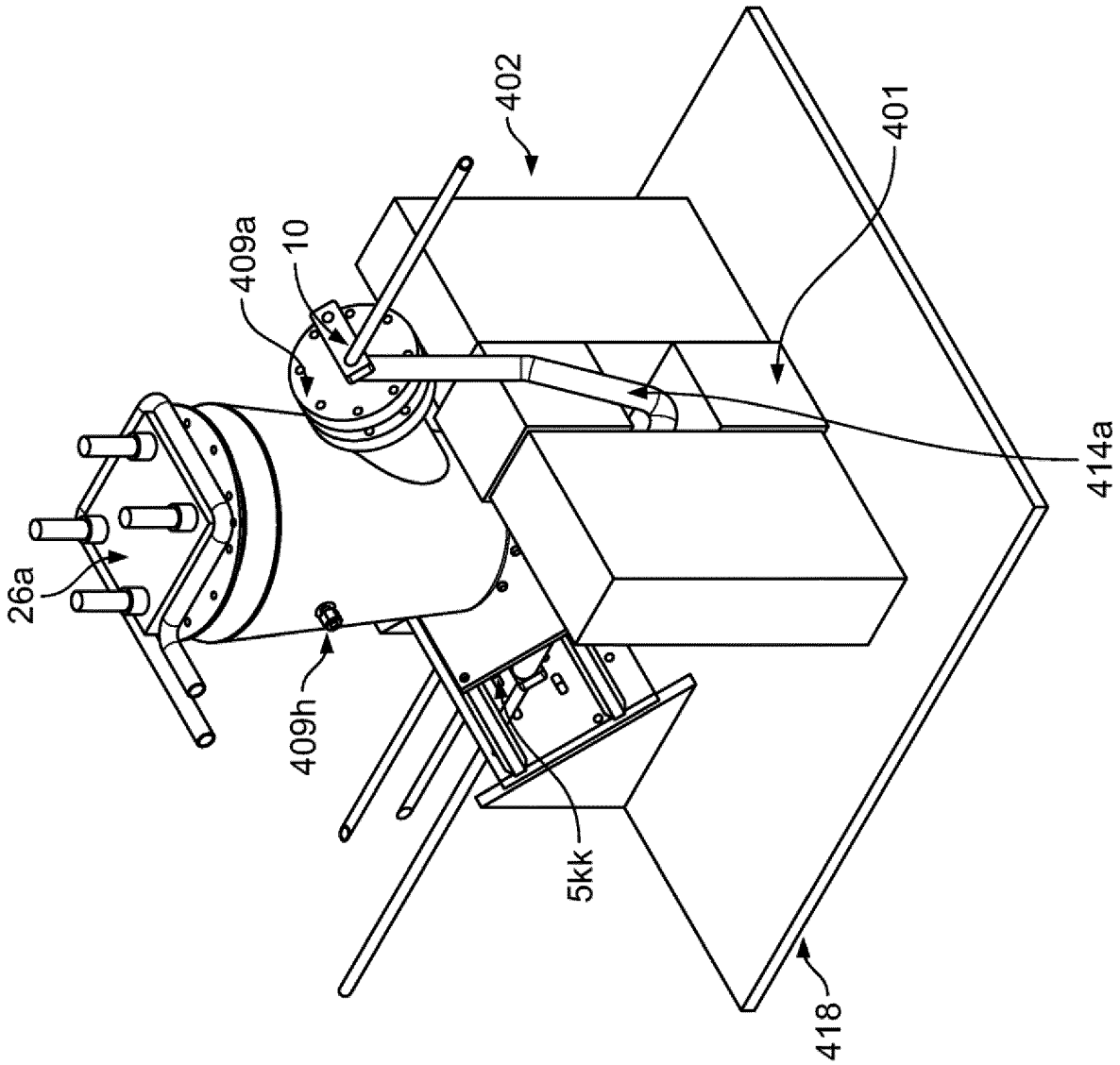
ФИГ. 26


10
10a1
409a
409e
409g
409d
5c2
5c1a
5q
5k61
26a
409h
5b31
5kk
409c

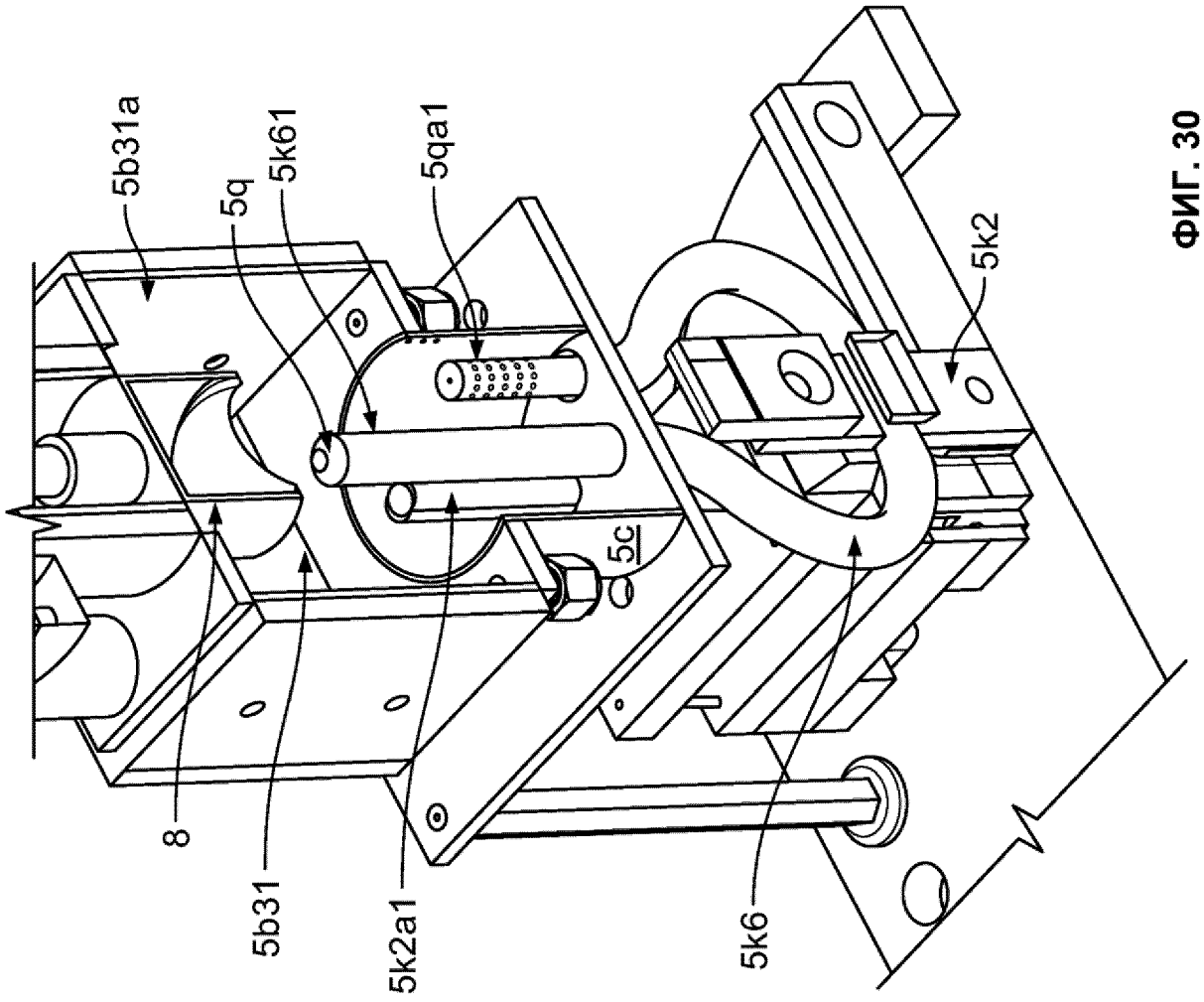
ФИГ. 27


10
10a1
409a
409e
409g
409d
5c2
5c1a
5q
5k61
26a
409h
409j
5b31
5kk
409c

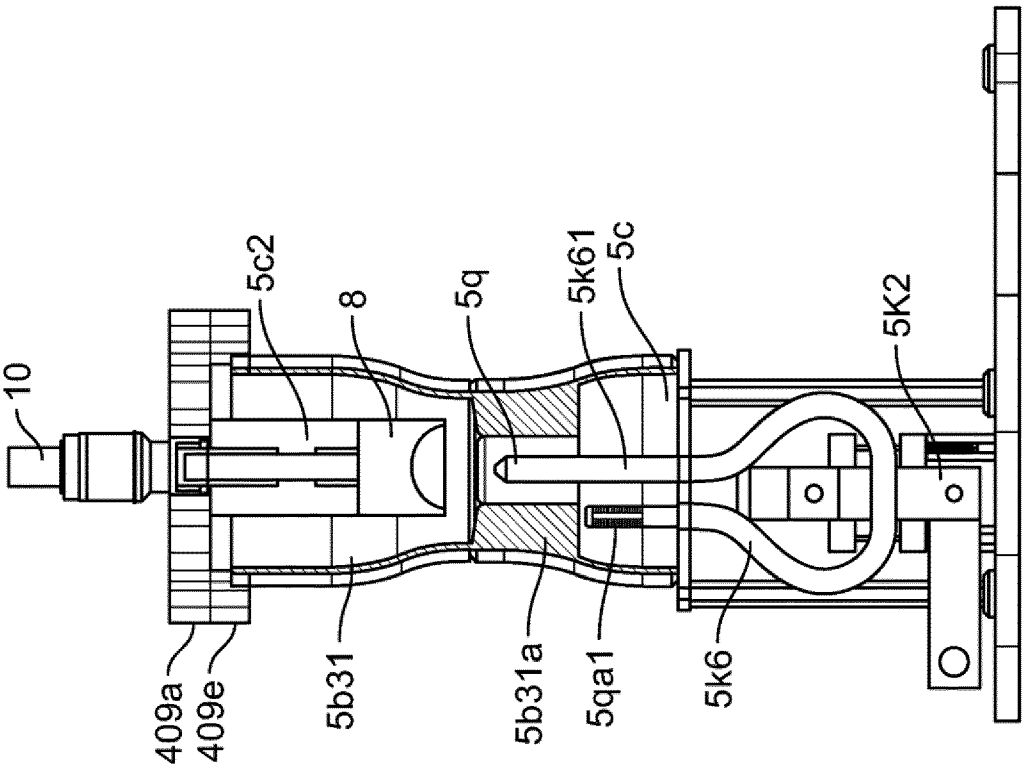
ФИГ. 28



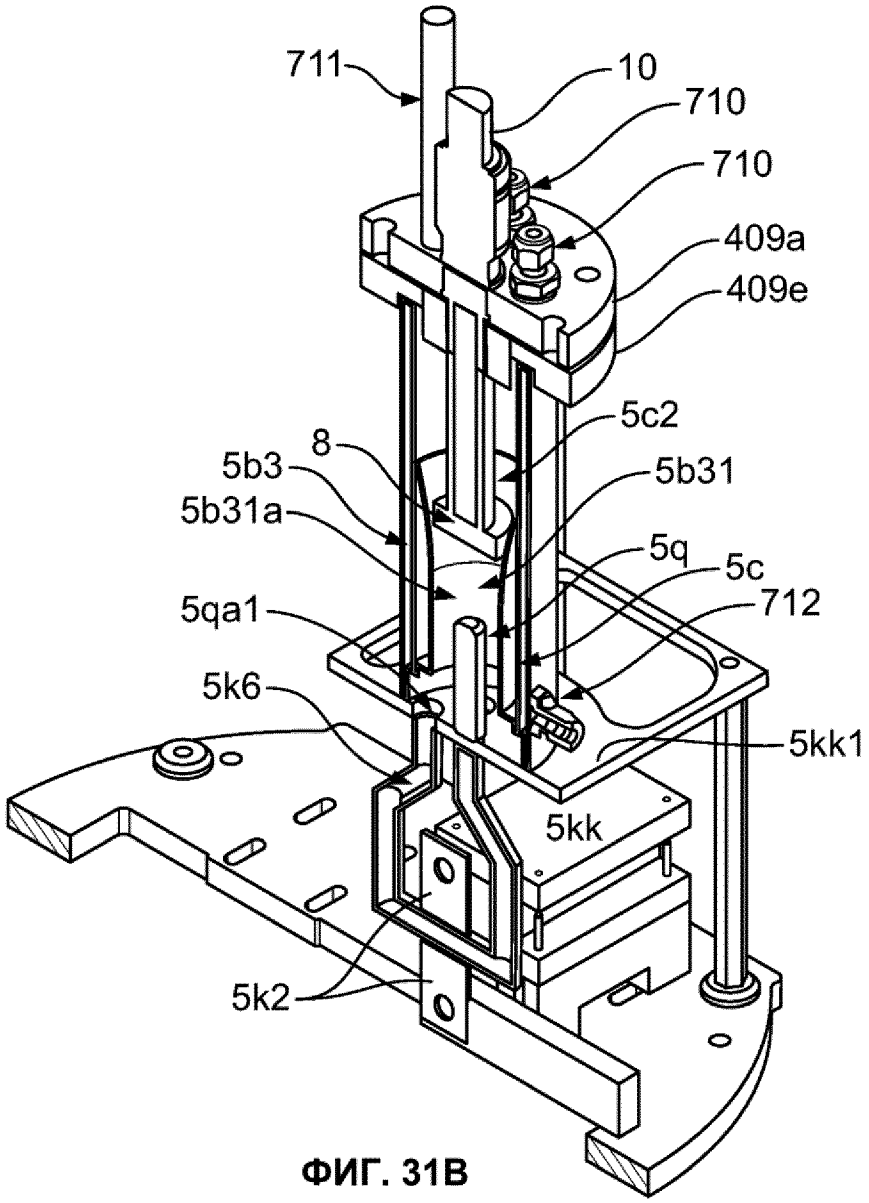
ФИГ. 29



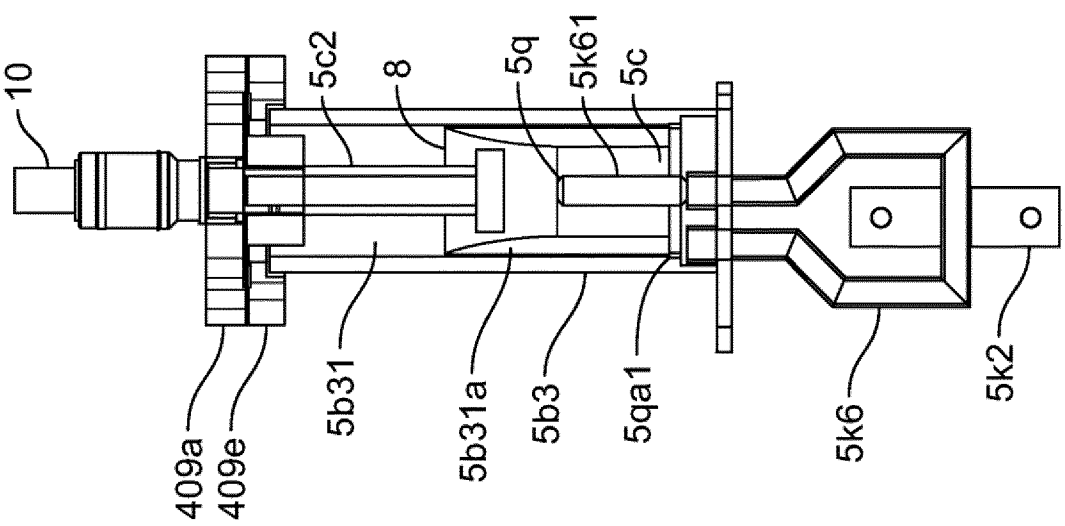
ФИГ. 30



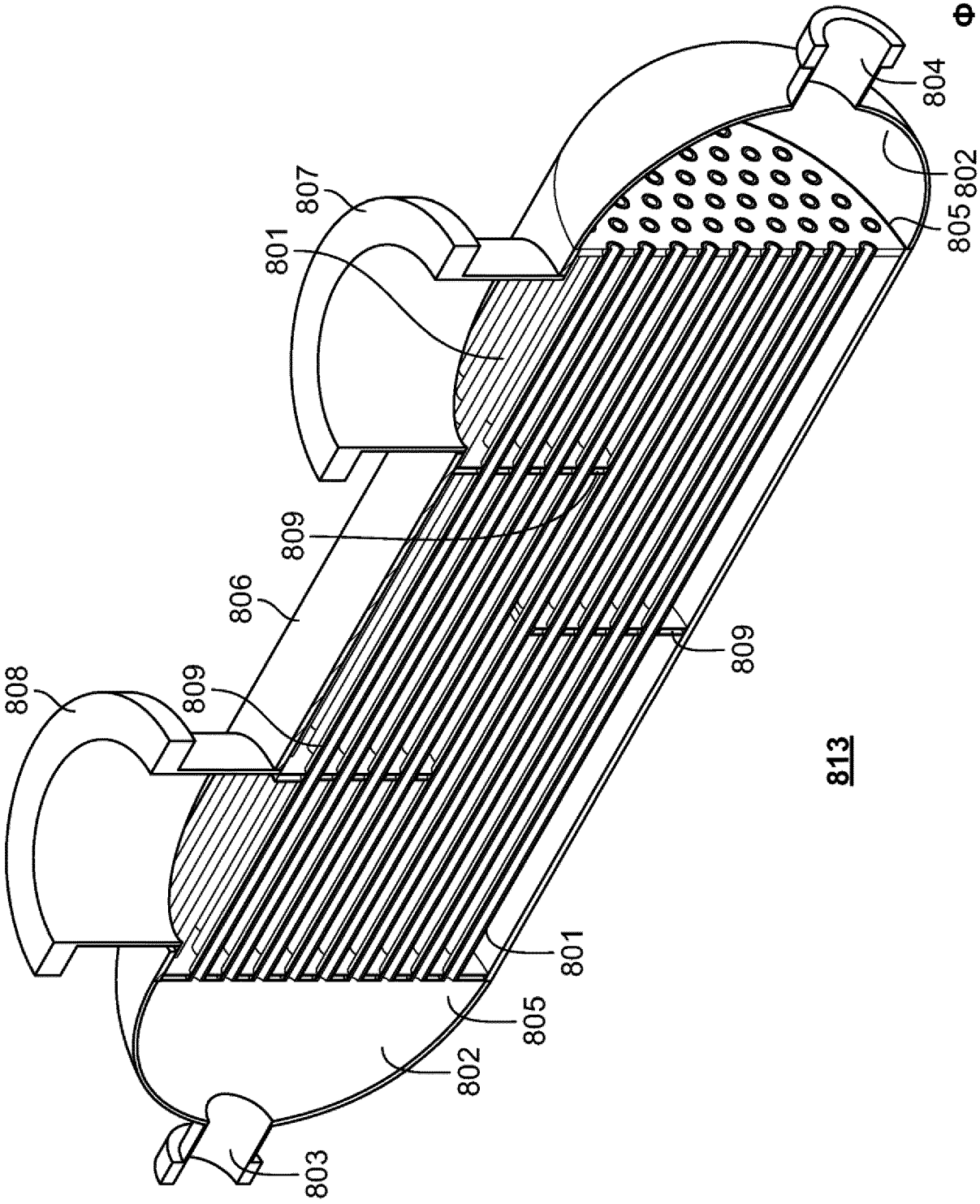
ФИГ. 31A


711
10
710
710
409a
409e
5c2
8
5b3
5b31
5b31a
5q
5c
712
5qa1
5k6
5kk1
5kk
5k2

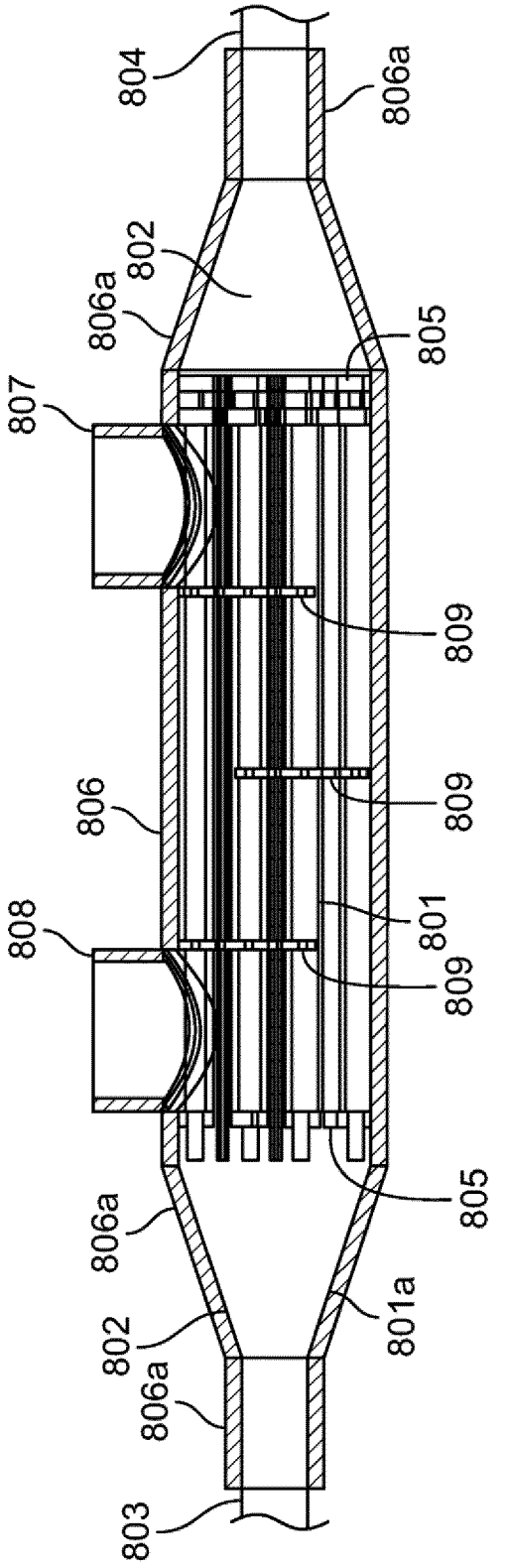
ФИГ. 31В



ФИГ. 31С

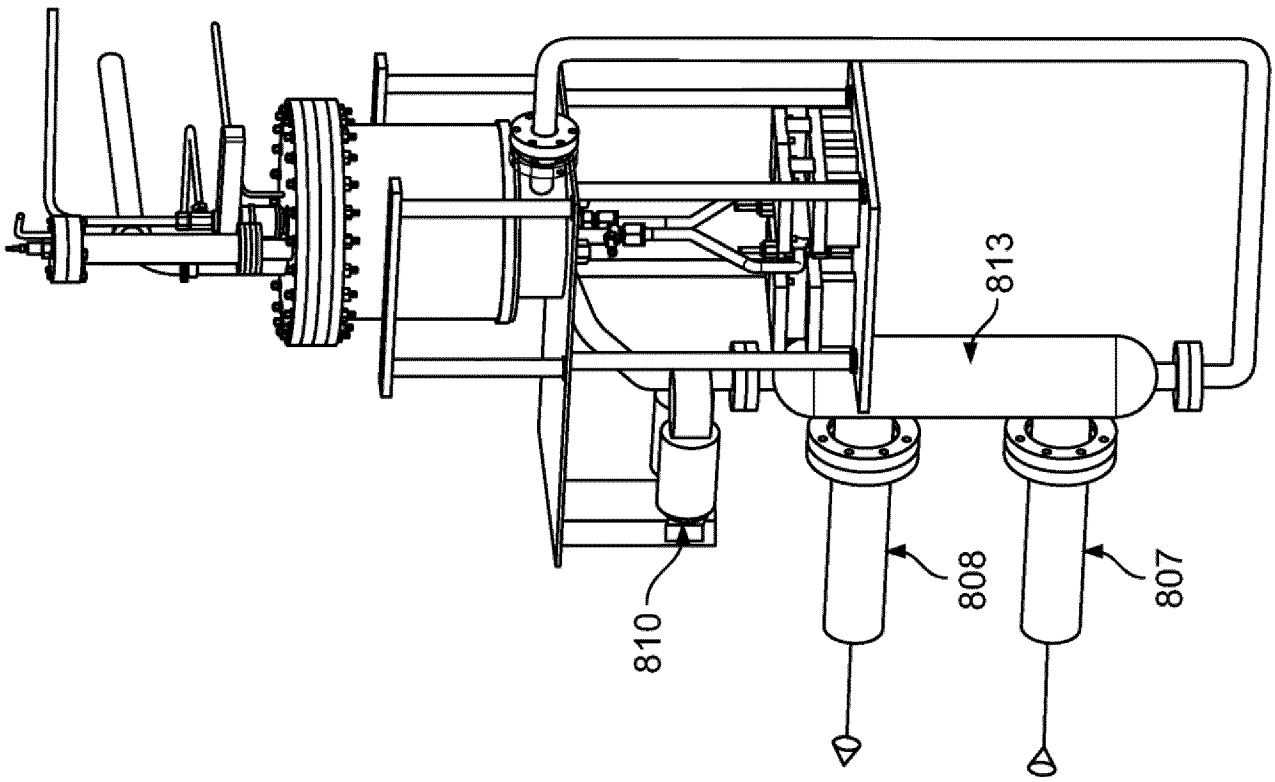


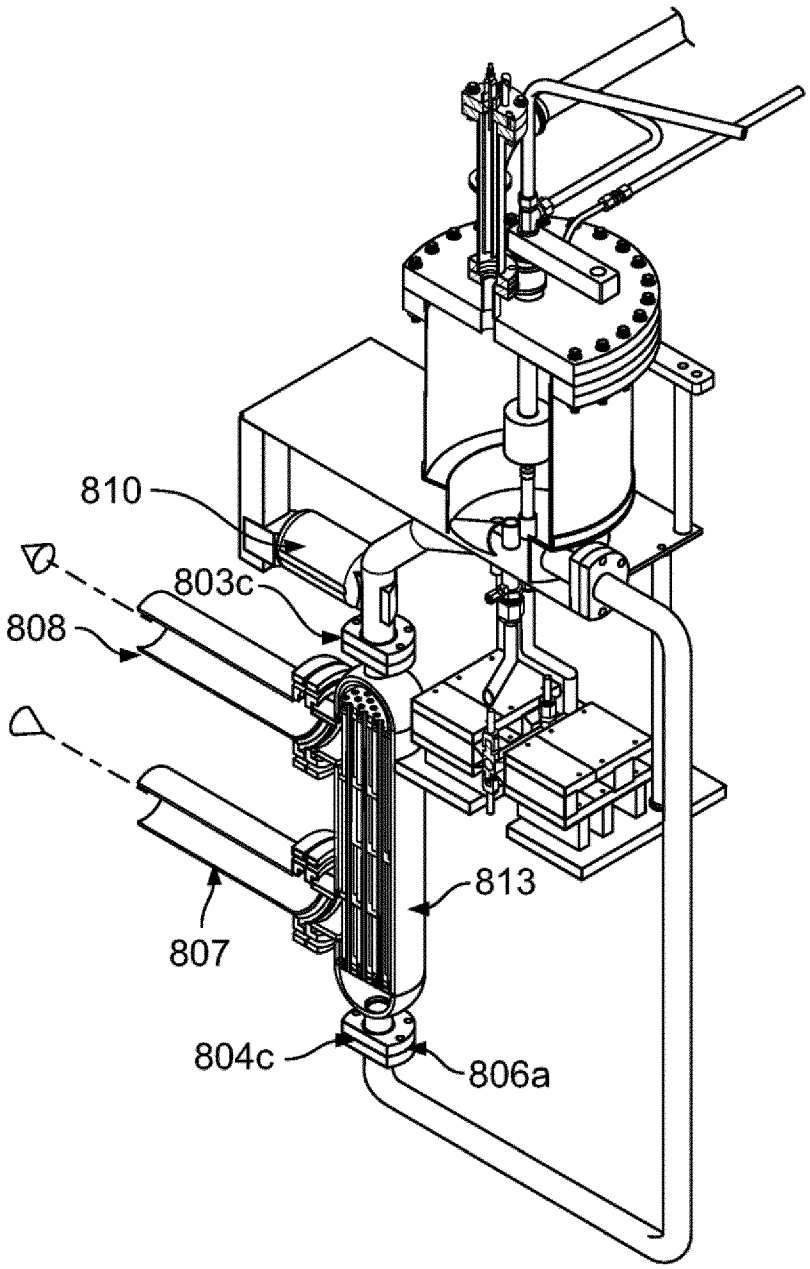
ФИГ. 31D


804
806a
802
806a
805
807
809
806
809
801
808
809
805
806a
801a
802
806a
803
813

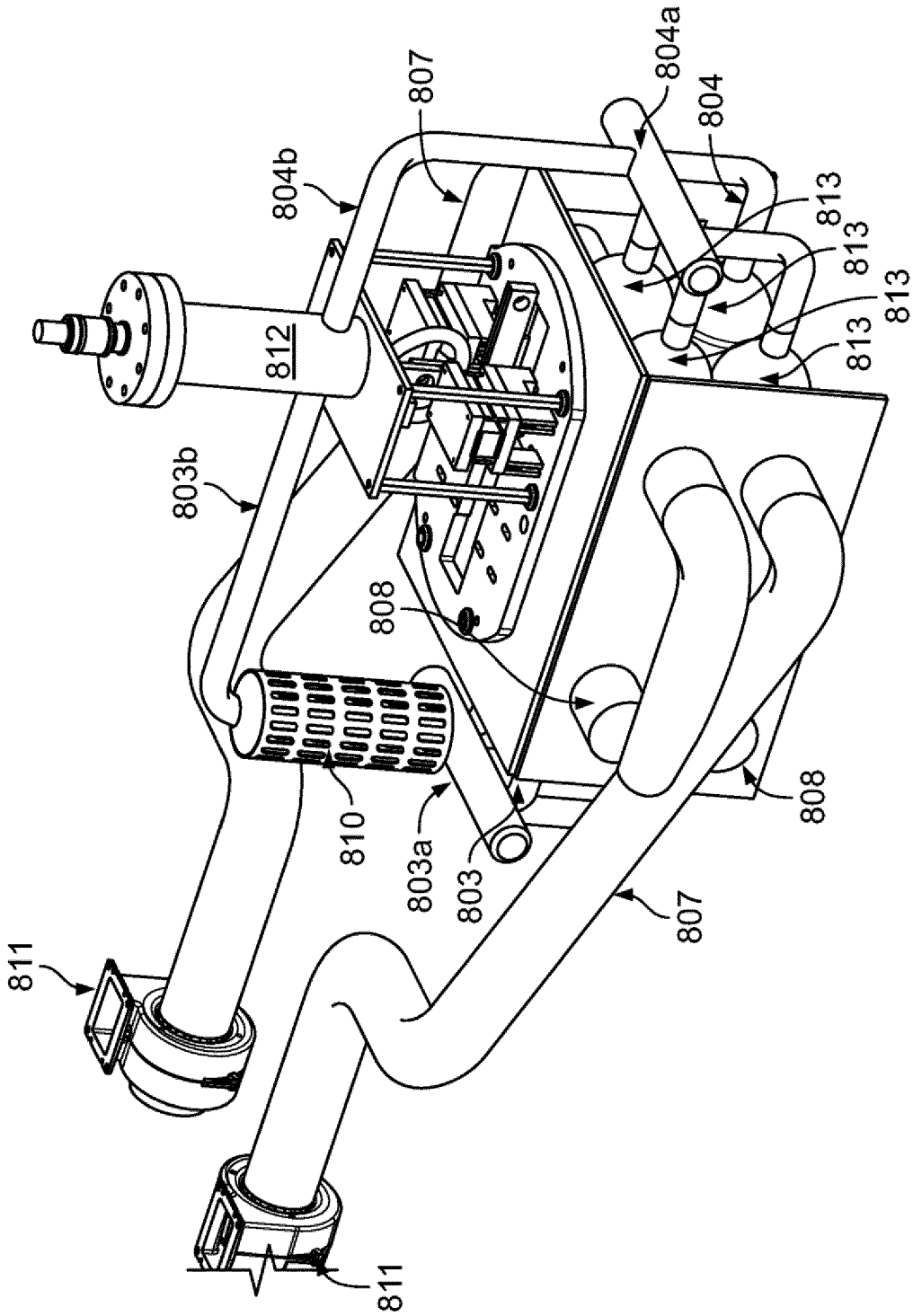
ФИГ. 31E

ФИГ. 31F

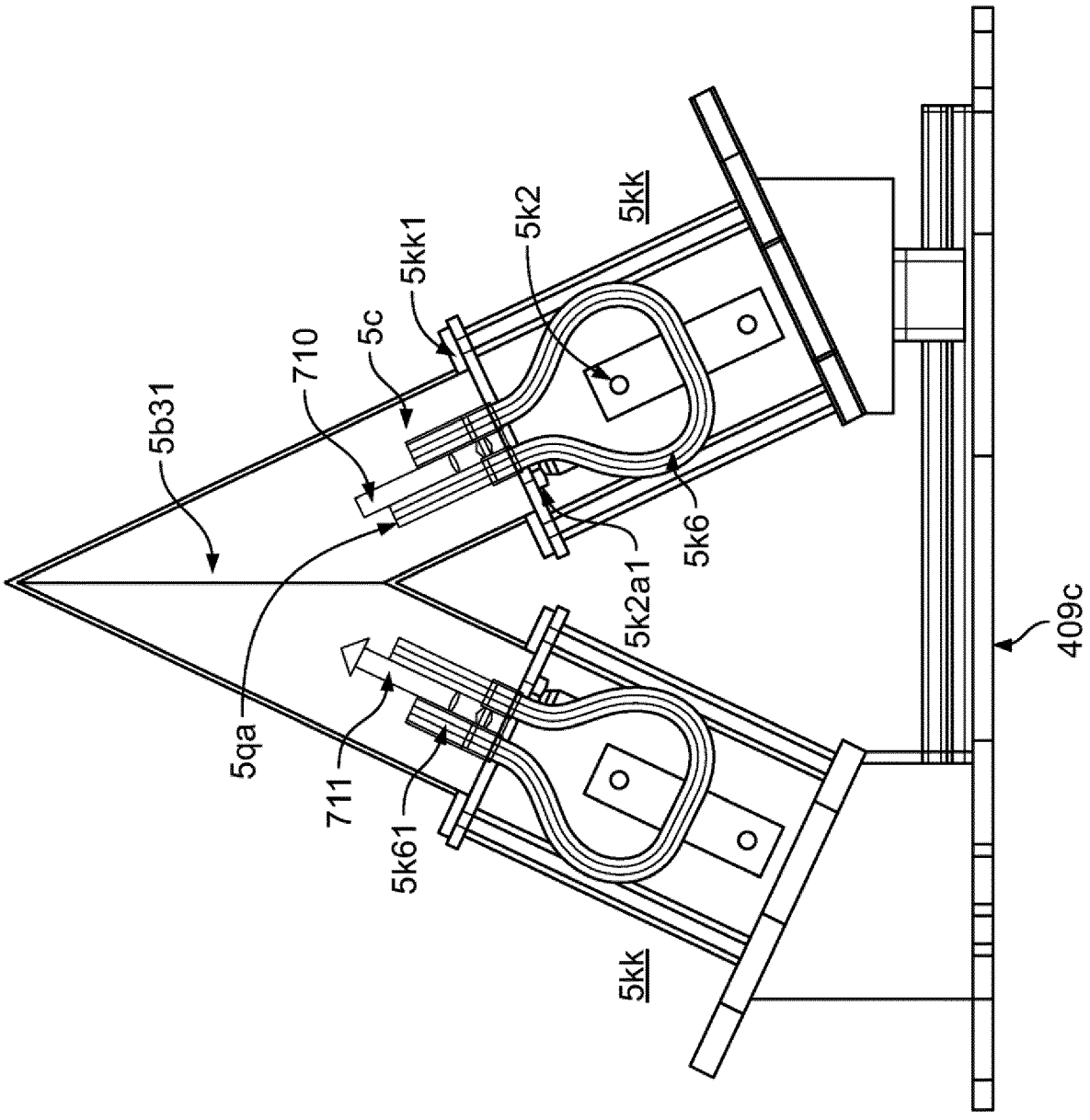




ФИГ. 31G

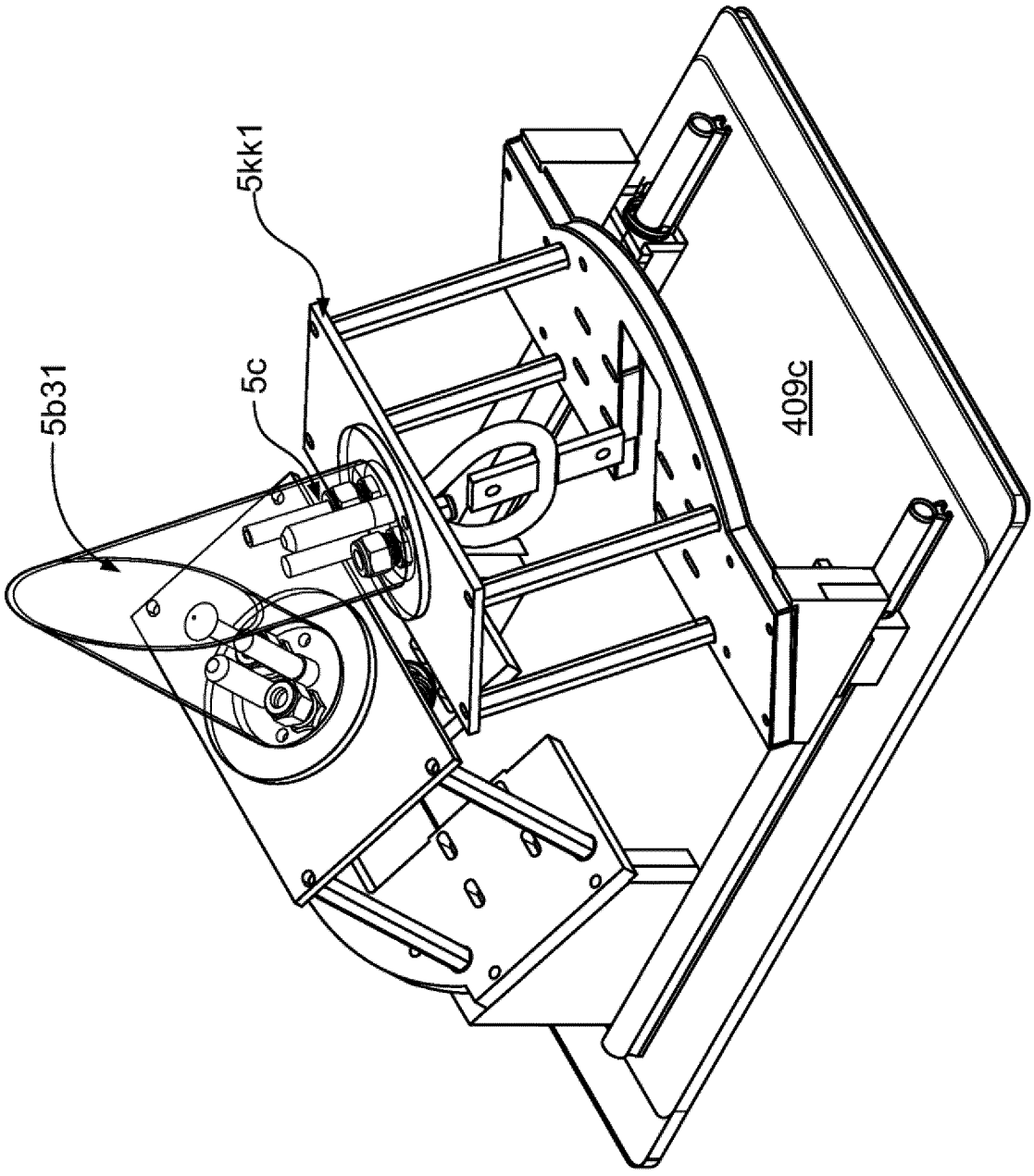

804a
807
804
804b
813
813
813
813
812
803b
808
808
810
803a
803
807
811
811

ФИГ. 31H

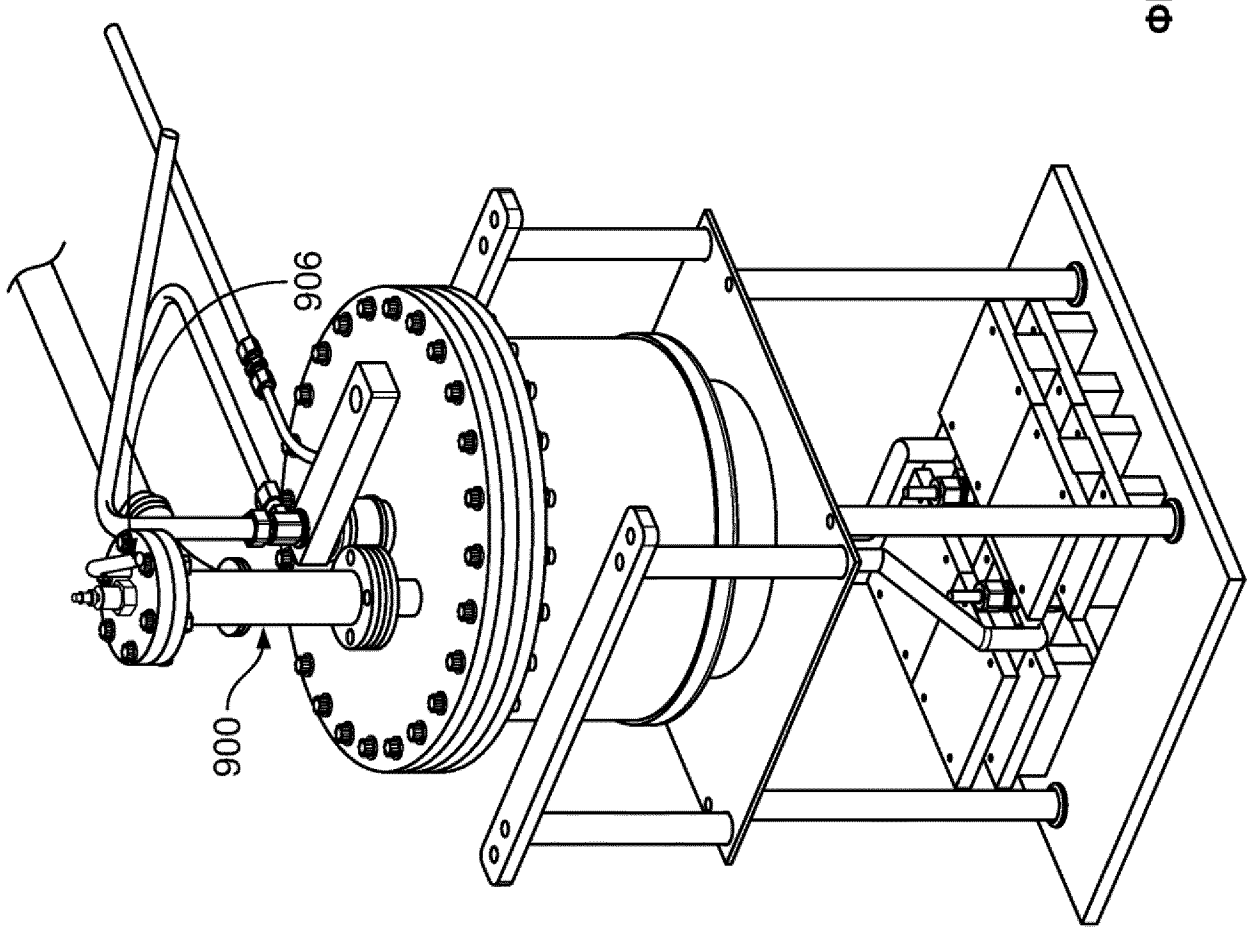


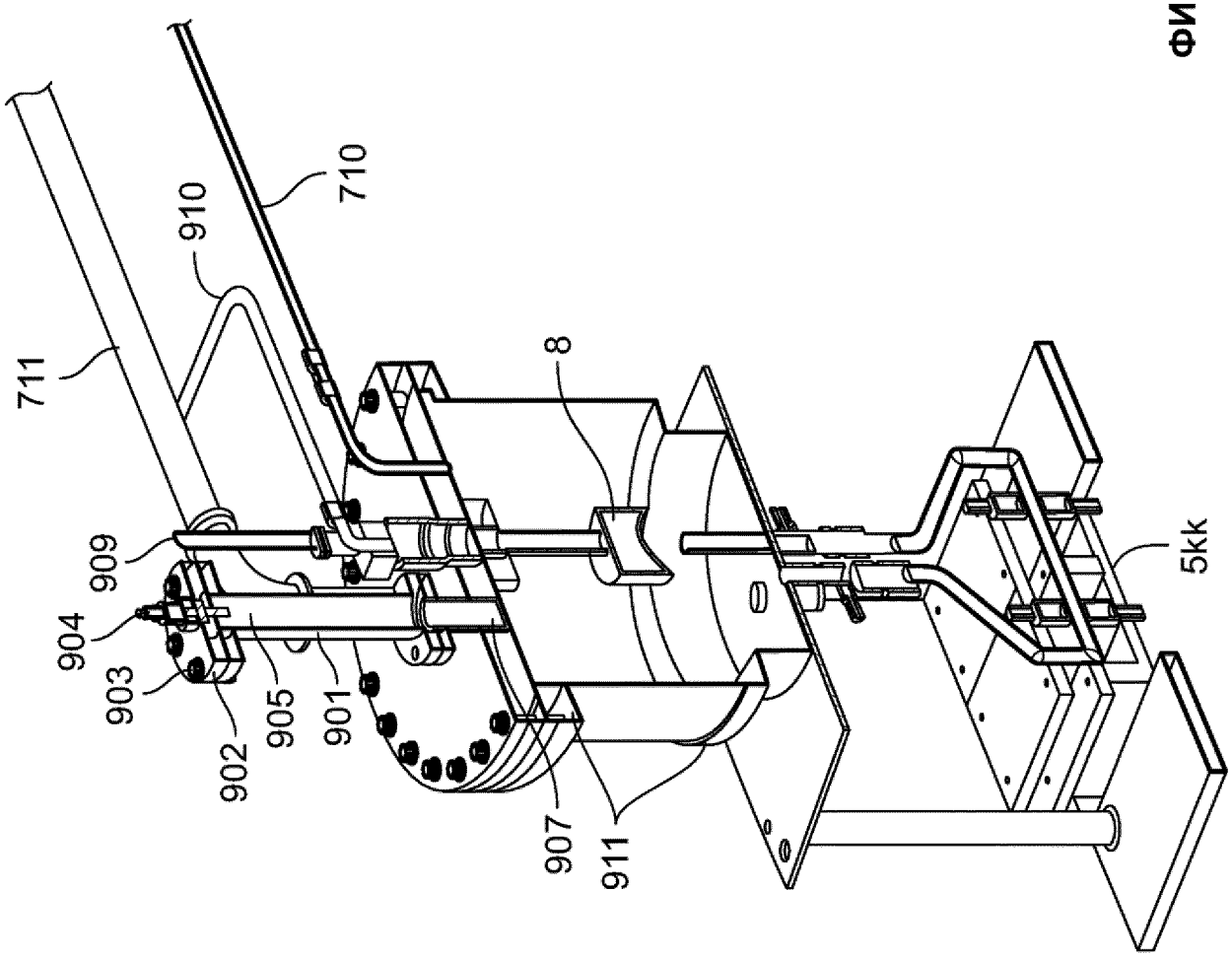
ФИГ. 66А

ФИГ. 66B

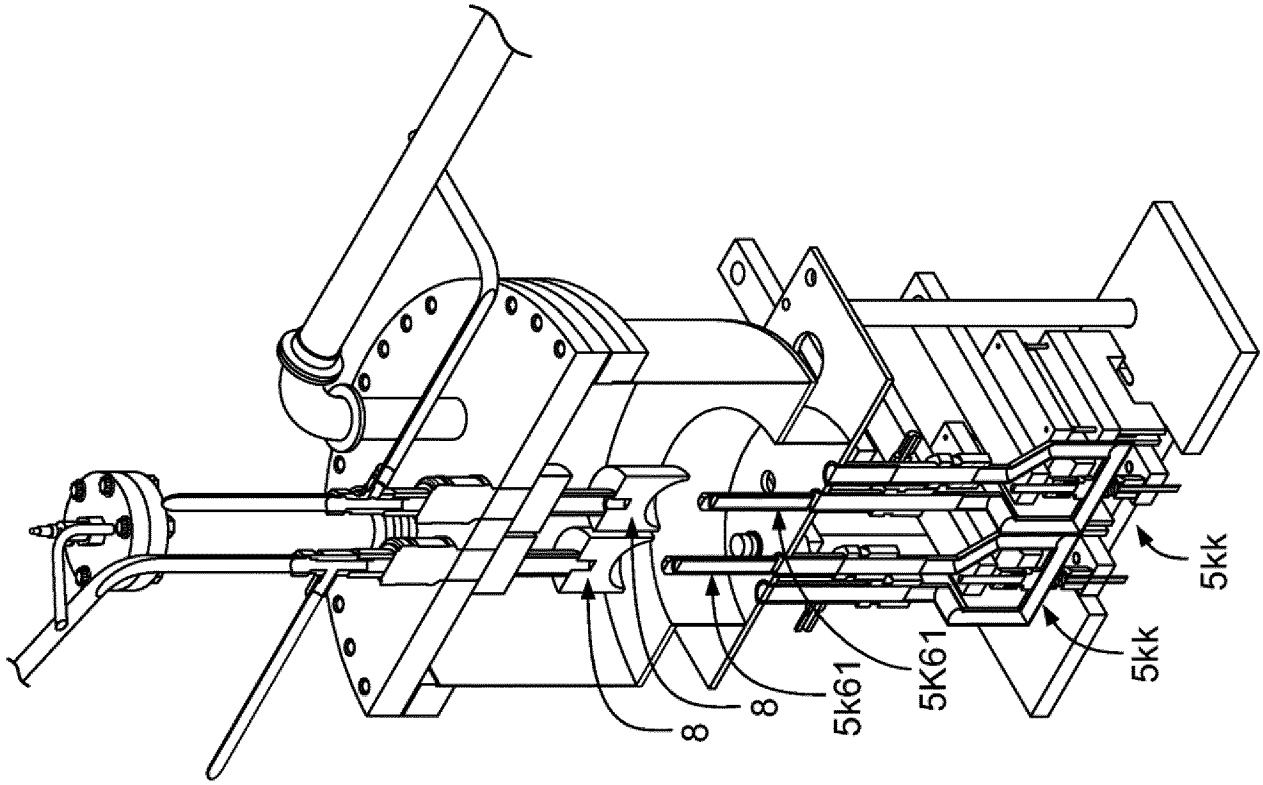


ФИГ. 16.19A

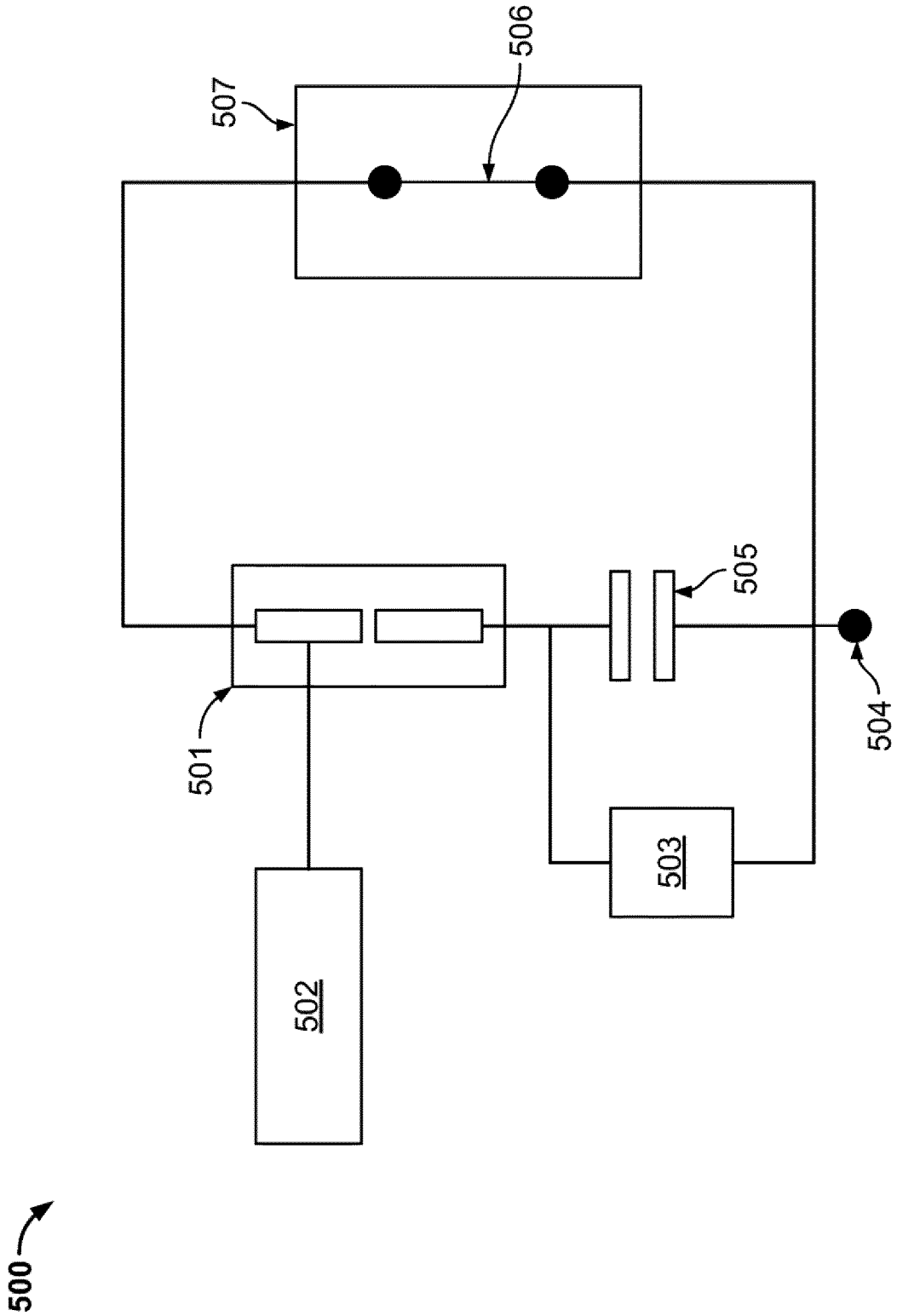




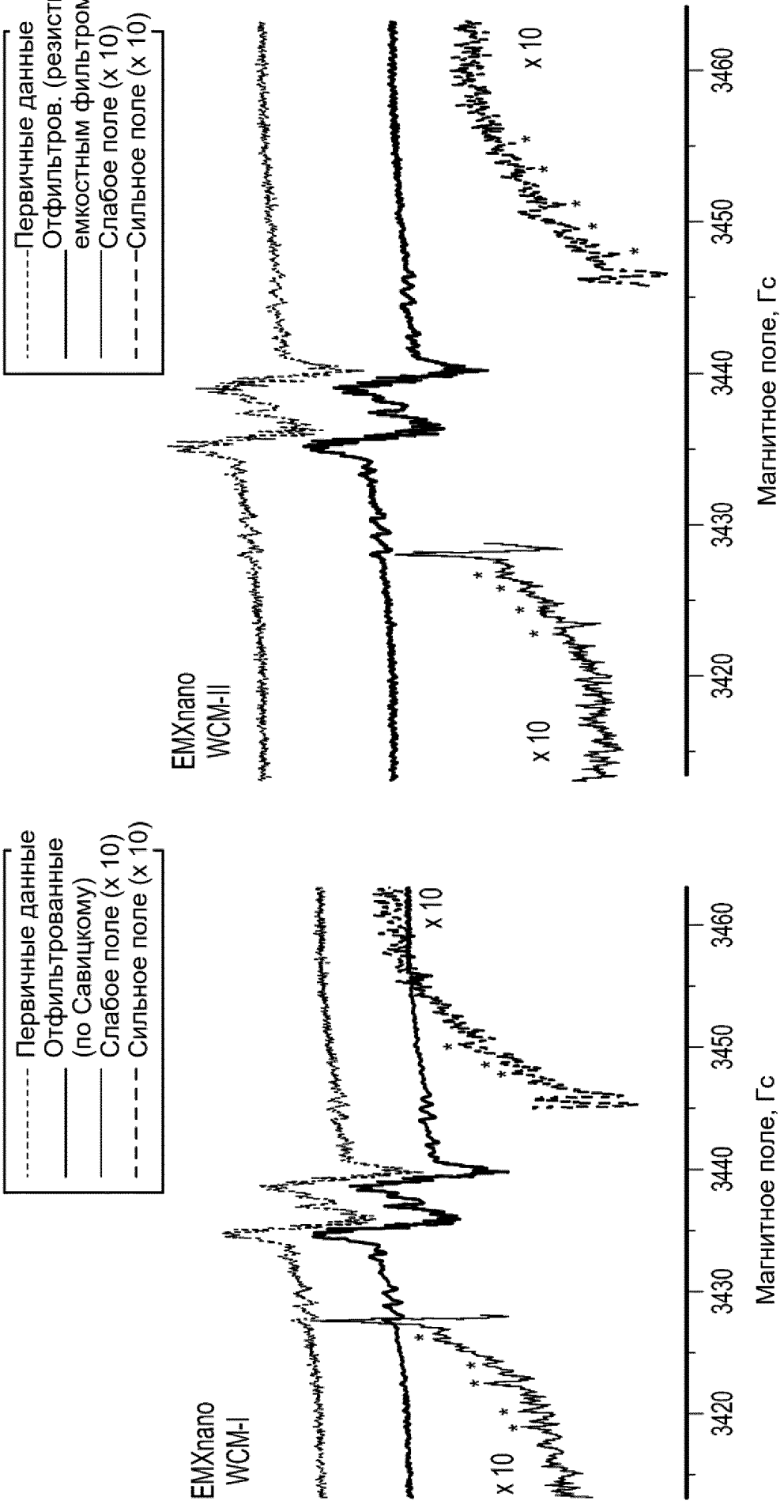
ФИГ. 16.19B



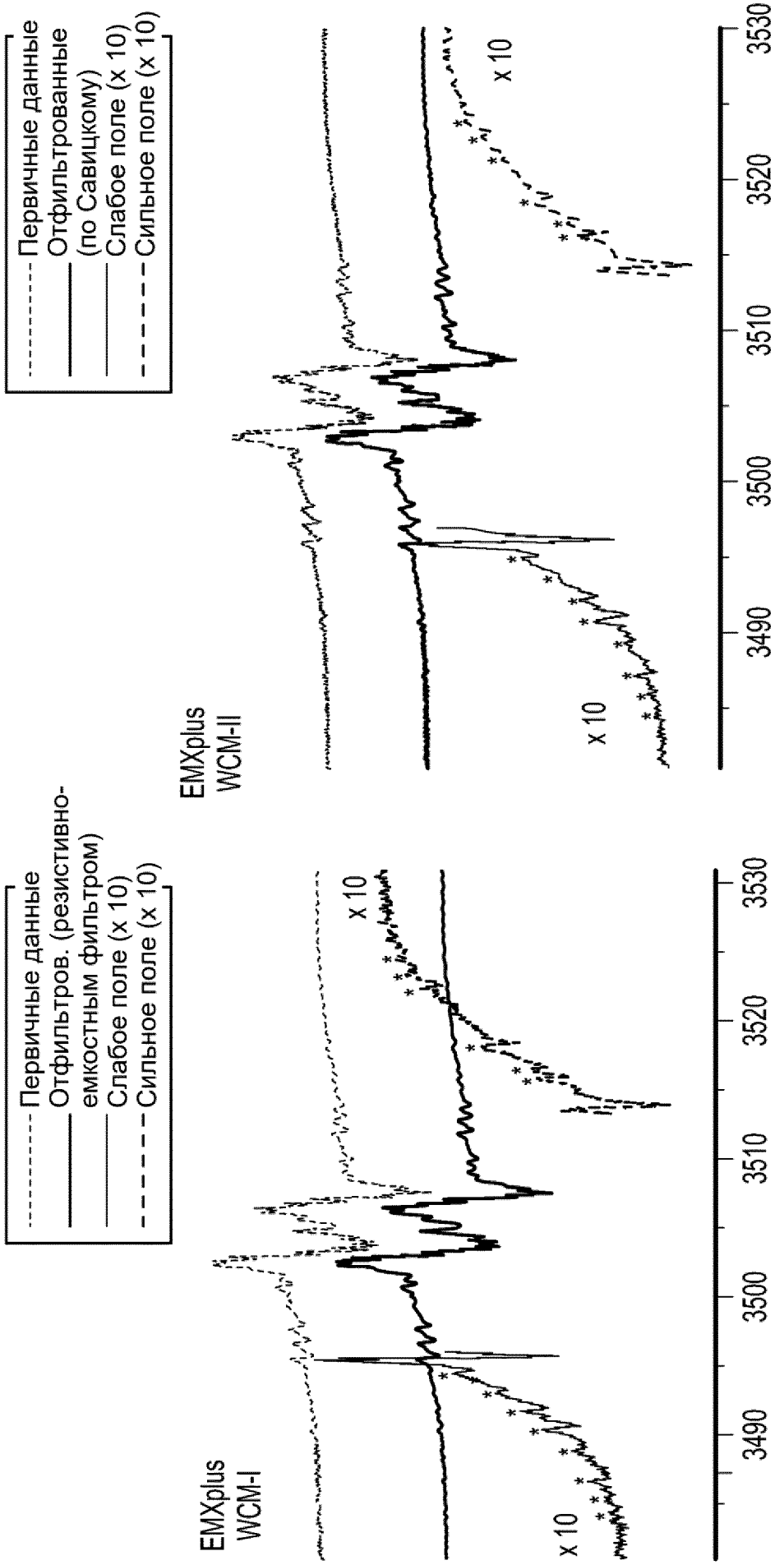
ФИГ. 16.19C



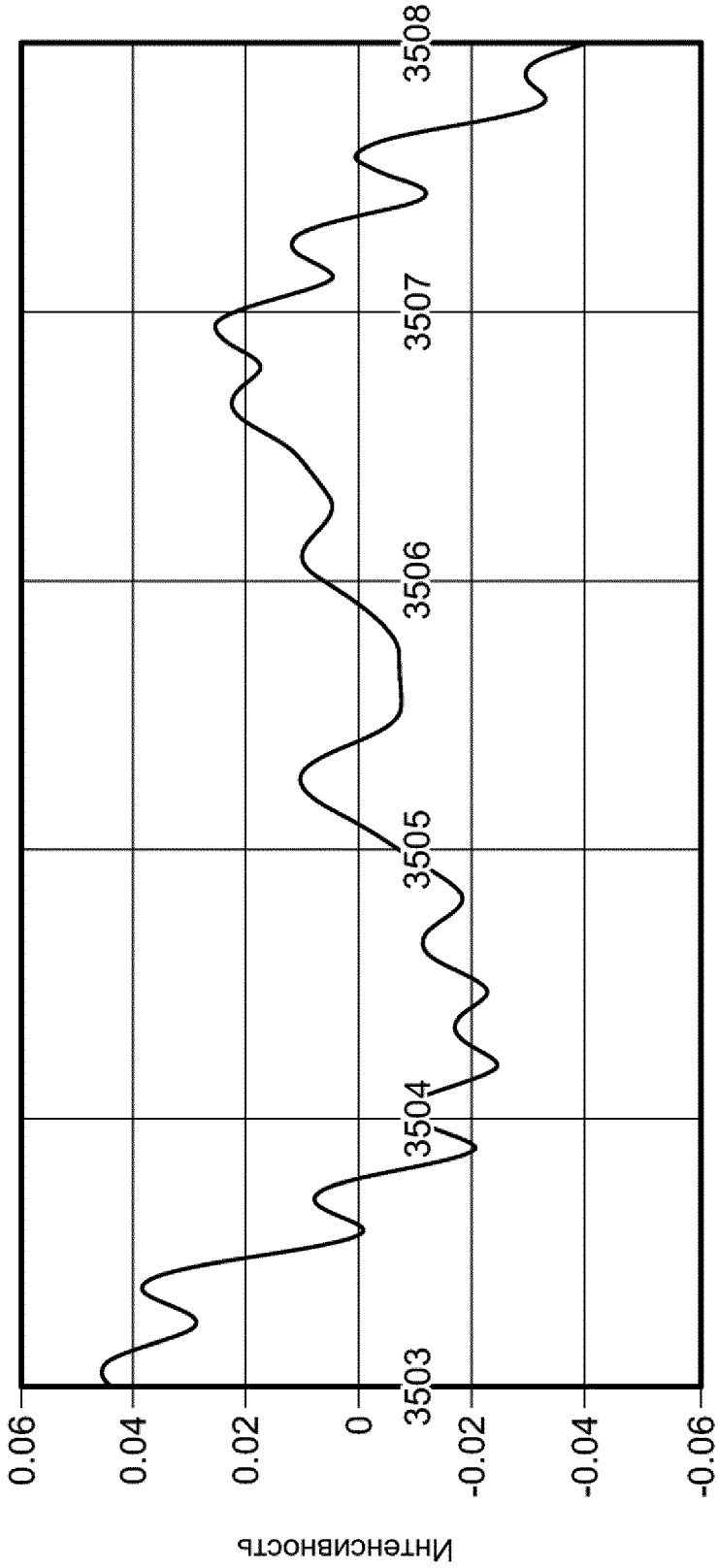
ФИГ. 33


Первичные данные
Отфильтрованные (по Савицкому)
Слабое поле (x 10)
Сильное поле (x 10)
EMXnano WCM-I
x 10
x 10
3420
3430
3440
3450
3460
Магнитное поле, Гс
Первичные данные
Отфильтров. (резистивно-емкостным фильтром)
Слабое поле (x 10)
Сильное поле (x 10)
EMXnano WCM-II
x 10
x 10
3420
3430
3440
3450
3460
Магнитное поле, Гс

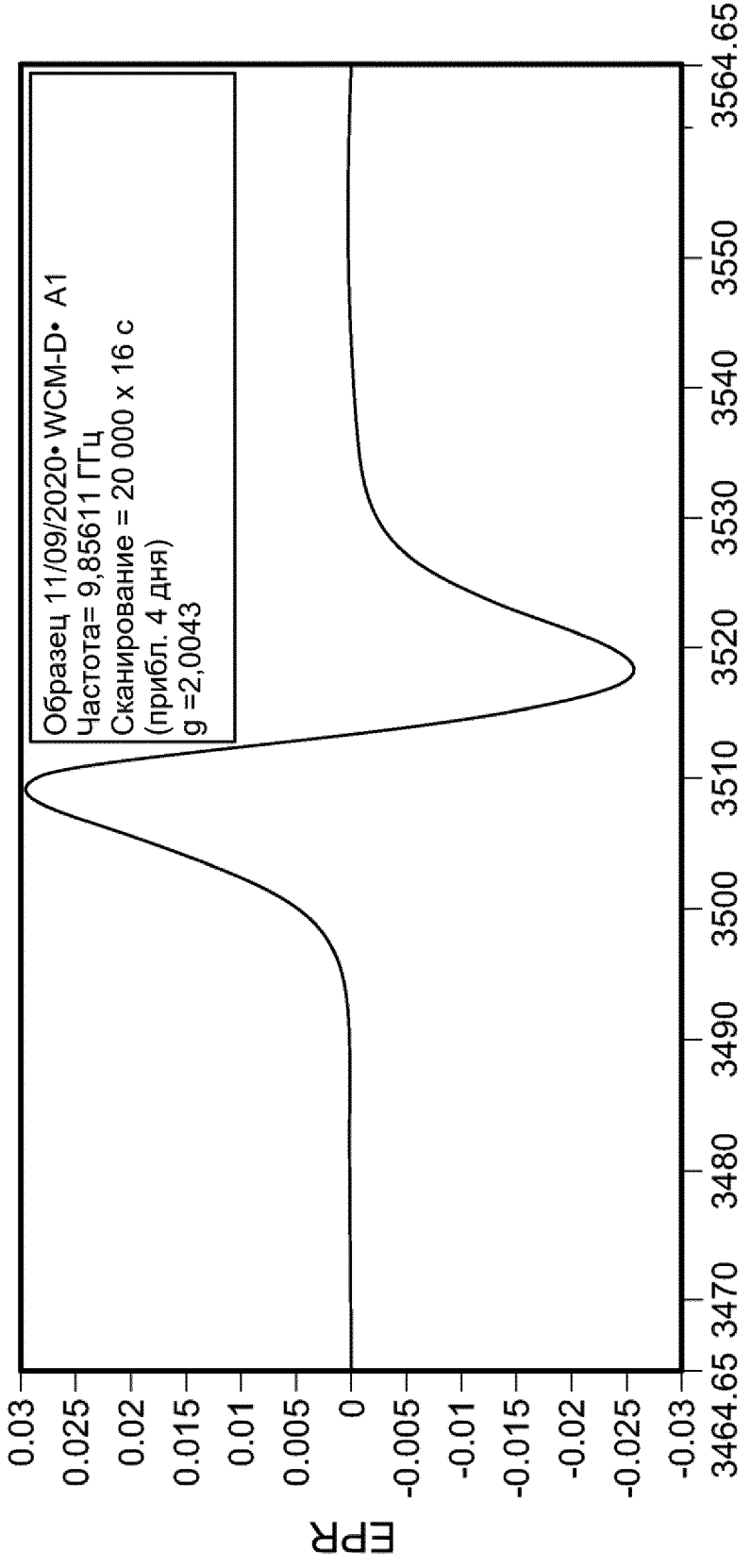
ФИГ. 34А


Первичные данные
Отфильтрованные (по Савицкому)
Слабое поле (x 10)
Сильное поле (x 10)
EMXplus WCM-II
x 10
x 10
3490
3500
3510
3520
3530
Магнитное поле, Гс
Первичные данные
Отфильтров. (резистивно-емкостным фильтром)
Слабое поле (x 10)
Сильное поле (x 10)
EMXplus WCM-I
x 10
x 10
3490
3500
3510
3520
3530
Магнитное поле, Гс

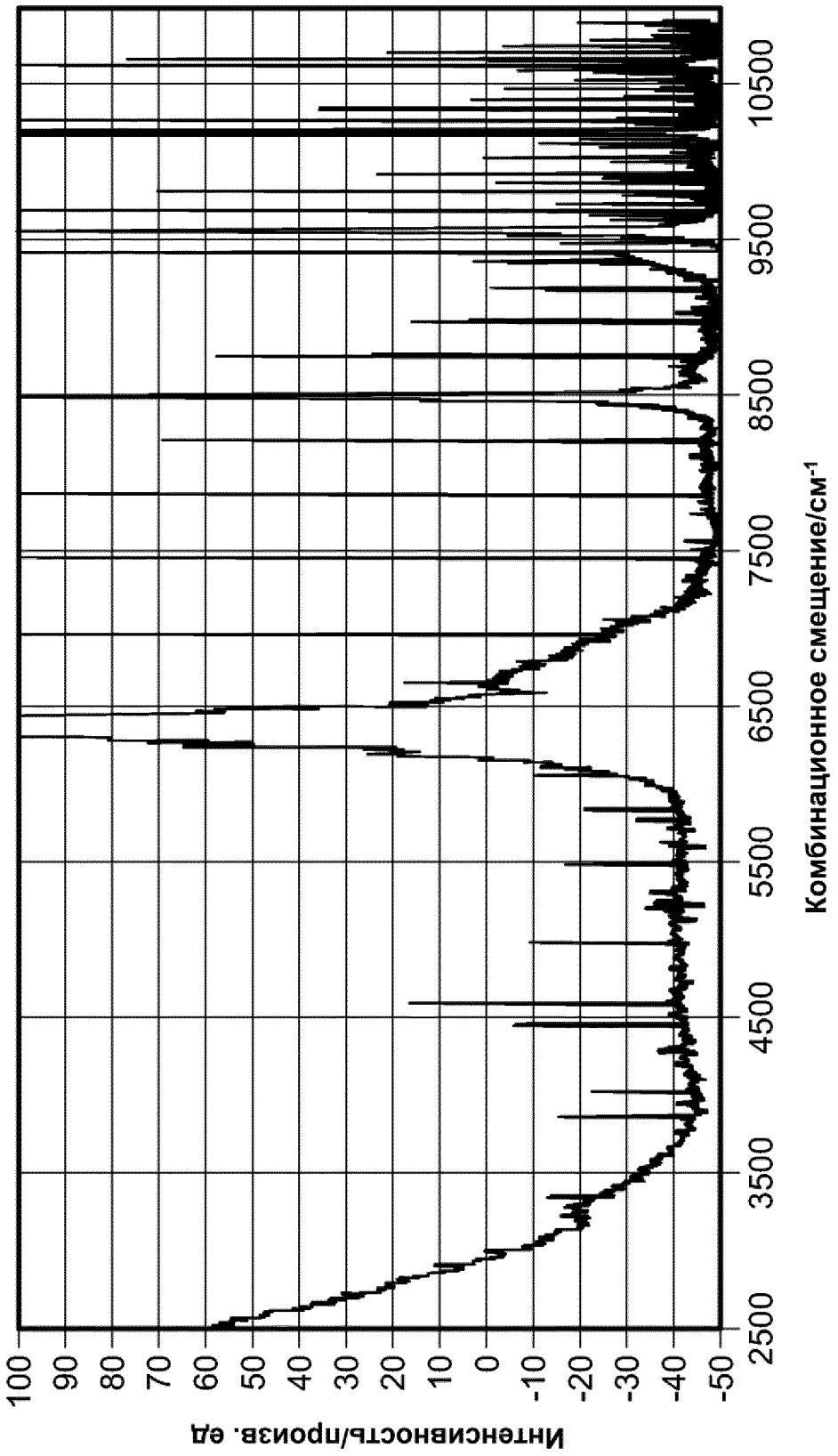
ФИГ. 34В


Интенсивность
0.06
0.04
0.02
0
-0.02
-0.04
-0.06
3503
3504
3505
3506
3507
3508
Поле/Гс

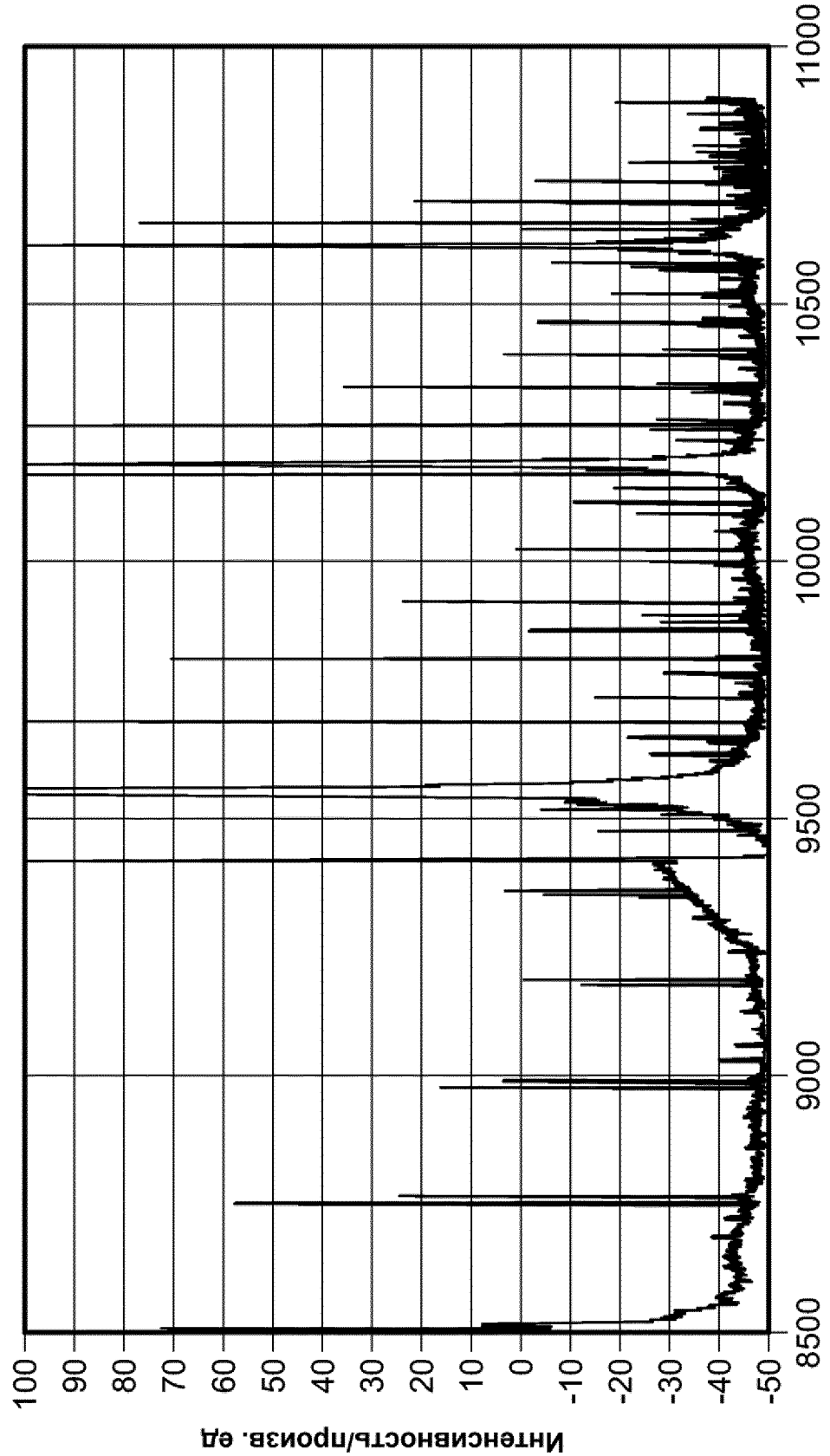
ФИГ. 34С


Образец 11/09/2020• WCM-D• A1
Частота= 9,85611 ГГц
Сканирование = 20 000 x 16 с
(прибл. 4 дня)
g =2,0043
EPR
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
-0.005
-0.01
-0.015
-0.02
-0.025
-0.03
3464.65
3470
3480
3490
3500
3510
3520
3530
3540
3550
3564.65
Поле (гаусс)

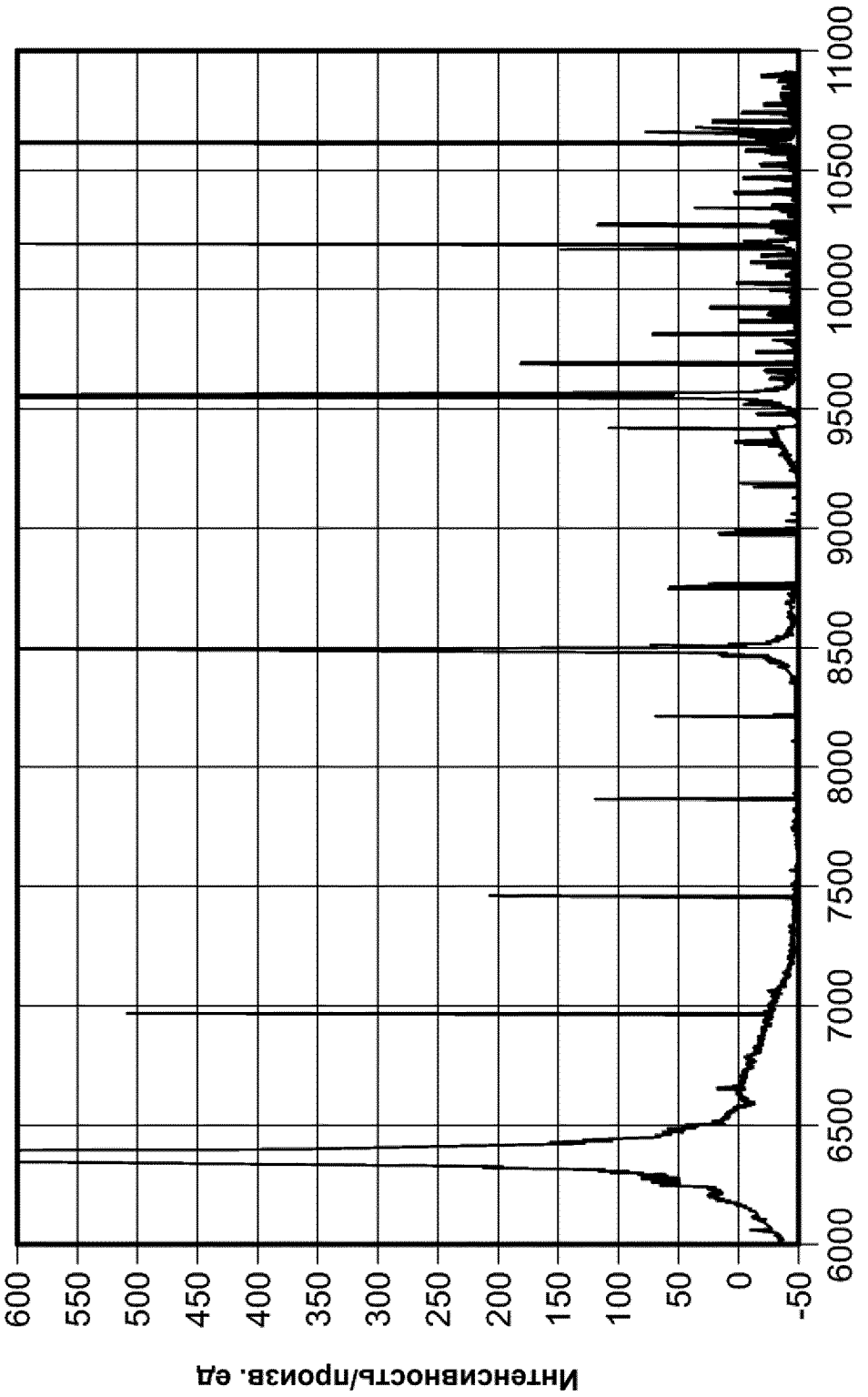
ФИГ. 35


Интенсивность/произв. ед
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
2500
3500
4500
5500
6500
7500
8500
9500
10500
Комбинационное смещение/см-1

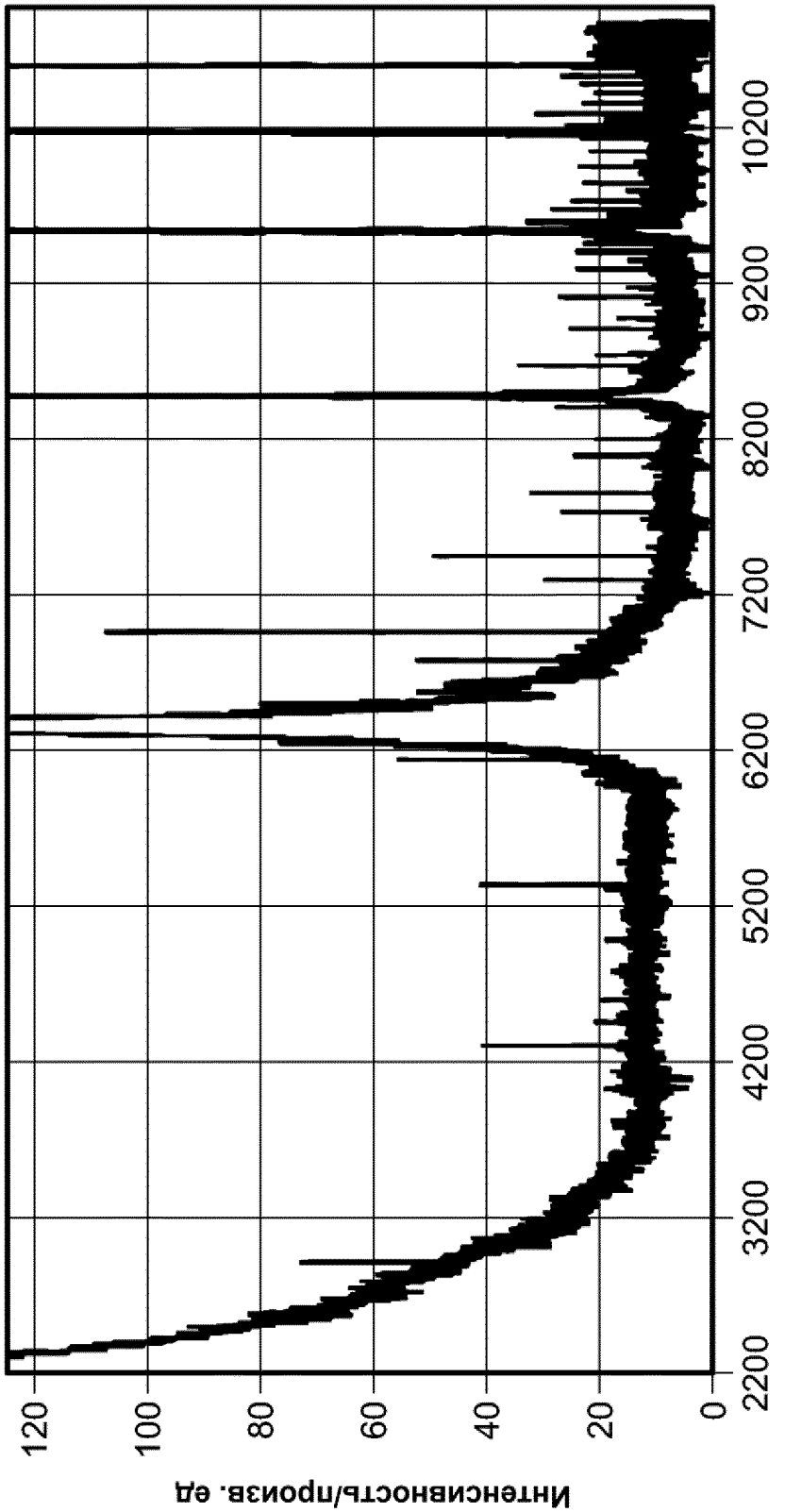
ФИГ. 36А


Интенсивность/произв. ед
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
8500
9000
9500
10000
10500
11000
Комбинационное смещение/см-1

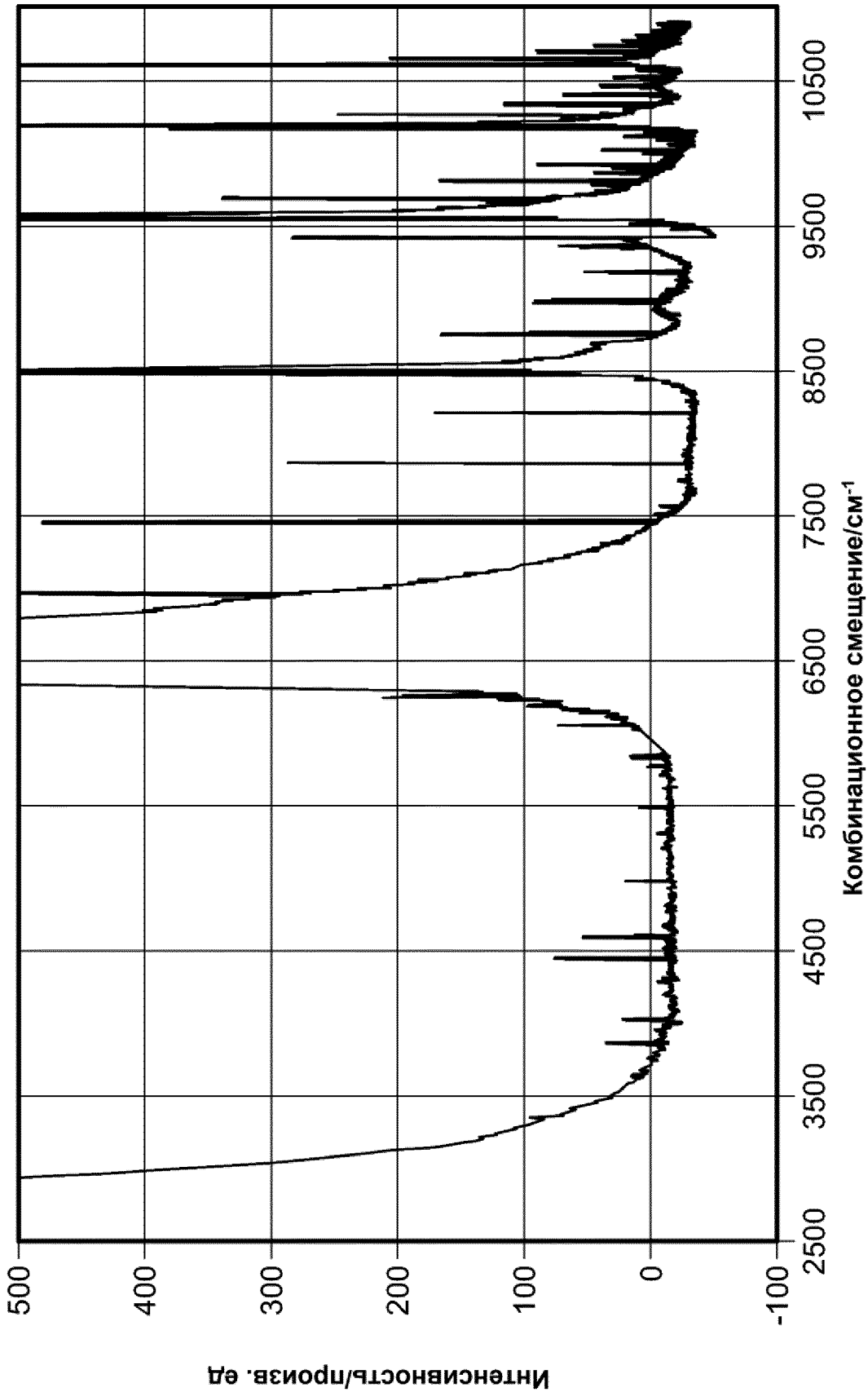
ФИГ. 36В


Интенсивность/произв. ед
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
-50
6000
6500
7000
7500
8000
8500
9000
9500
10000
10500
11000
Комбинационное смещение/см-1

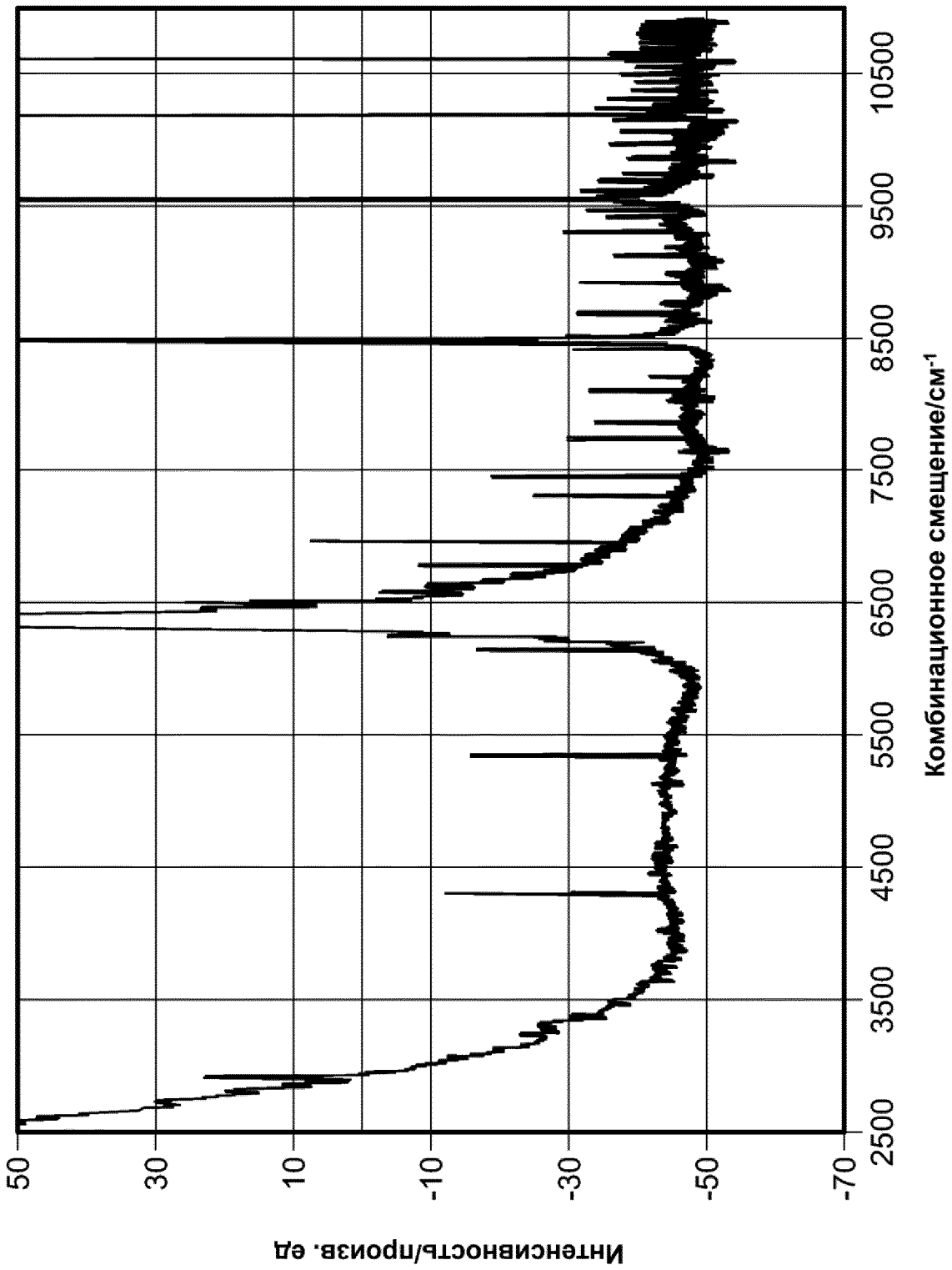
ФИГ. 36С


Интенсивность/произв. ед
120
100
80
60
40
20
0
2200
3200
4200
5200
6200
7200
8200
9200
10200
Комбинационное смещение/см-1

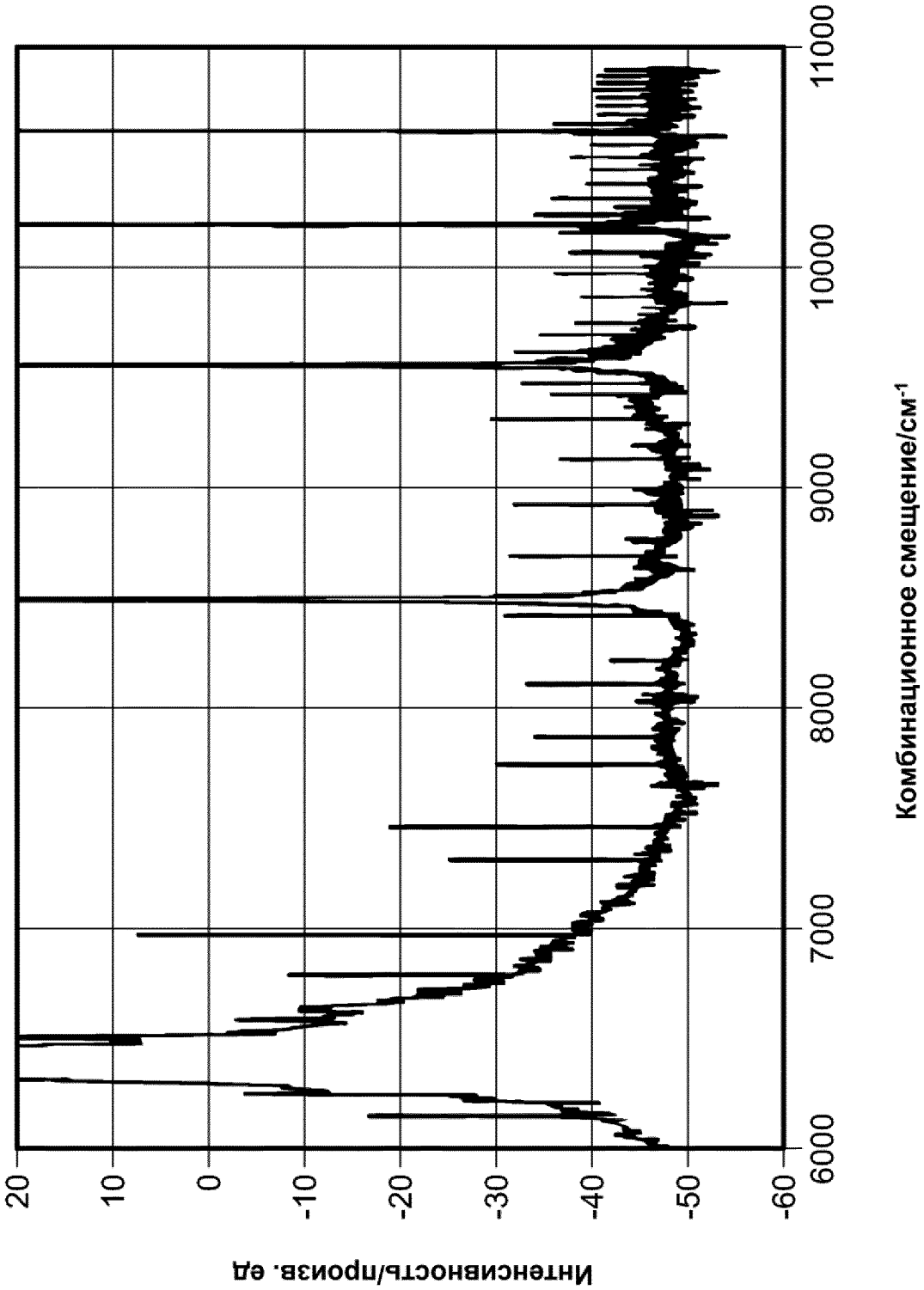
ФИГ. 37А


Интенсивность/произв. ед
500
400
300
200
100
0
-100
2500
3500
4500
5500
6500
7500
8500
9500
10500
Комбинационное смещение/см-1

ФИГ. 37В


50
30
10
-10
-30
-50
-70
2500
3500
4500
5500
6500
7500
8500
9500
10500
Интенсивность/произв. ед
Комбинационное смещение/см-1

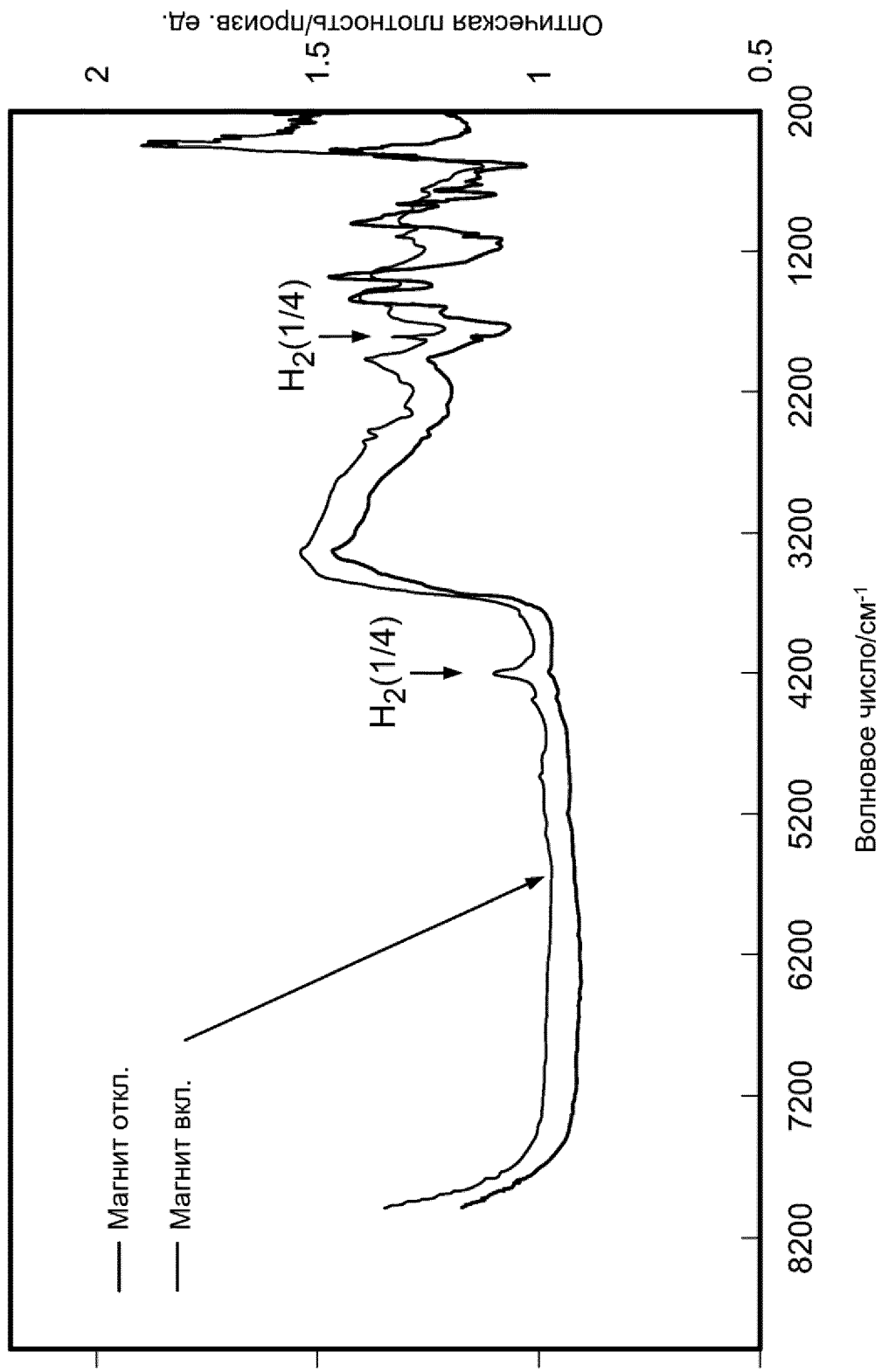
ФИГ. 38А


Интенсивность/произв. ед
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
6000
7000
8000
9000
10000
11000
Комбинационное смещение/см-1

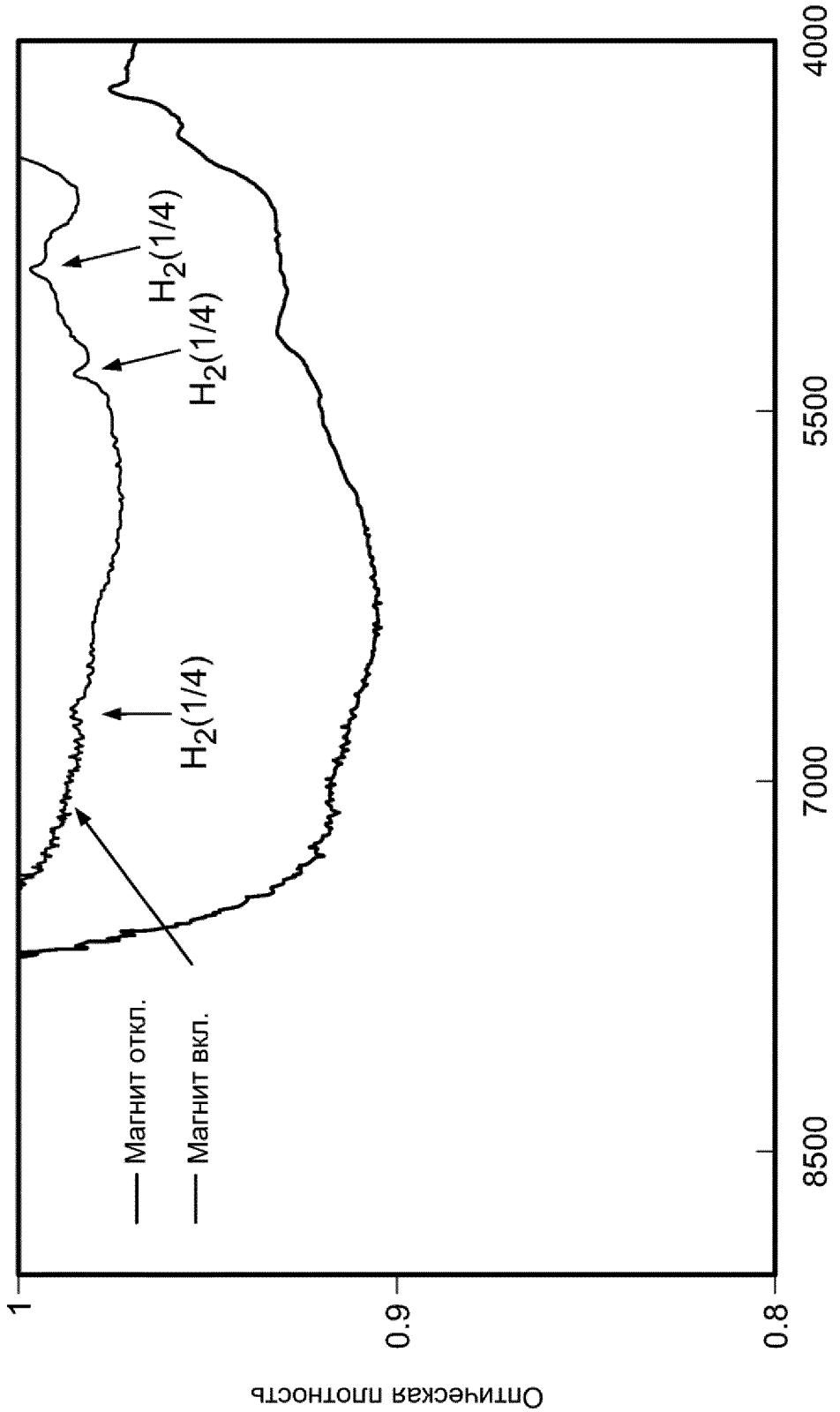
ФИГ. 38В

ФИГ. 38С

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)


Оптическая плотность/произв. ед.
2
1.5
1
0.5
200
1200
2200
3200
4200
5200
6200
7200
8200
Волновое число/см-1
H2(1/4)
H2(1/4)
Магнит откл.
Магнит вкл.

ФИГ. 39А

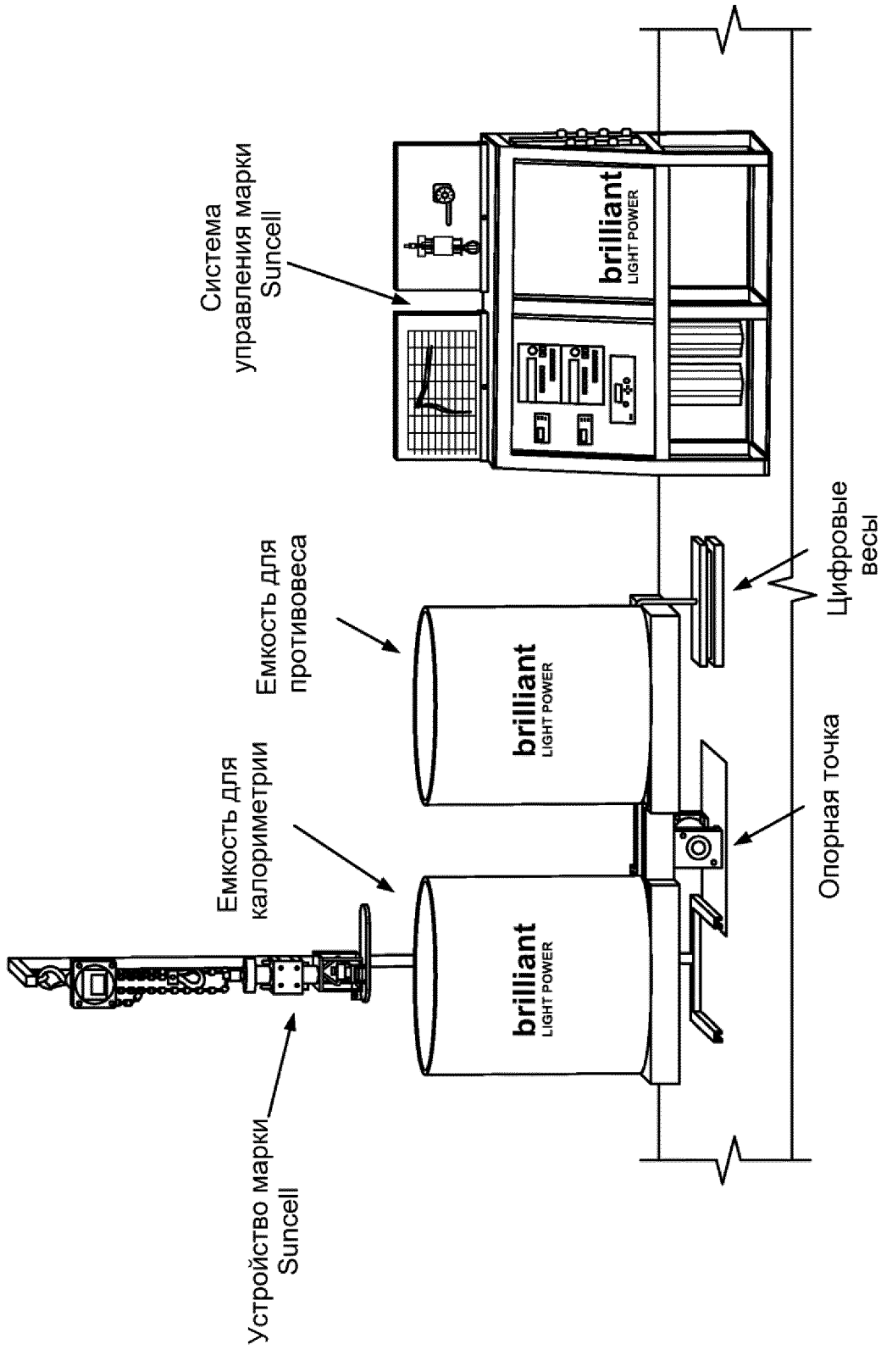

Оптическая плотность
1
0.9
0.8
8500
7000
5500
4000
Волновое число/см-1
Магнит откл.
Магнит вкл.
H2(1/4)
H2(1/4)
H2(1/4)

ФИГ. 39В

ФИГ. 40A

ФИГ. 40B

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ (ПРАВИЛО 26)


Система управления марки Suncell
Емкость для противовеса
Емкость для калориметрии
Устройство марки Suncell
Цифровые весы
Опорная точка
brilliant
LIGHT POWER

ФИГ. 41