(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 201991888 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.05.19

(22) Дата подачи заявки
2018.02.12

(51) Int. Cl. ***C01B 3/00*** (2006.01)
H02S 10/40 (2014.01)

(54) МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

(31) **62/457,935; 62/461,768; 62/463,684; 62/481,571; 62/513,284; 62/513,324; 62/524,307; 62/532,986; 62/537,353; 62/545,463; 62/556,941; 62/573,453; 62/584,632; 62/594,511; 62/612,304; 62/618,444**

(32) **2017.02.12; 2017.02.21; 2017.02.26; 2017.04.04; 2017.05.31; 2017.05.31; 2017.06.23; 2017.07.14; 2017.07.26; 2017.08.14; 2017.09.11; 2017.10.17; 2017.11.10; 2017.12.04; 2017.12.29; 2018.01.17**

(33) **US**

(86) **PCT/US2018/017765**

(87) **WO 2018/203953 2018.11.08**

(88) **2018.12.27**

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

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

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

(57) Генератор энергии, который обеспечивает по меньшей мере один вид энергии из электрической и тепловой энергии, включающий (i) по меньшей мере одну реакционную камеру для катализа атомарного водорода с образованием гидрино, который можно идентифицировать с помощью уникальных аналитических и спектрографических характеристик, (ii) реакционную смесь, содержащую по меньшей мере два компонента, выбранных из источника катализатора H_2O или катализатора H_2O, и источника атомарного водорода или атомарного водорода; реагентов для образования источника катализатора H_2O или катализатора H_2O, источника атомарного водорода или атомарного водорода, а также расплавленного металла для создания реакционной смеси с высокой проводимостью, (iii) систему впрыска расплавленного металла, включающую по меньшей мере один насос, такой как электромагнитный насос, который приводит к созданию множества пересекающихся потоков расплавленного металла, (iv) систему зажигания, включающую источник электрической энергии, обеспечивающий электрическую энергию с низким напряжением и высокой силой тока для множества пересекающихся потоков расплавленного металла для вопламенения плазмы, чтобы инициировать быструю кинетику реакции гидрино и приращение энергии вследствие образования гидрино, (v) источник H_2 и O_2, подаваемых к плазме, (vi) систему восстановления расплавленного металла и (vii) преобразователь энергии, способный (a) преобразовывать выходную световую энергию высокой мощности от излучателя абсолютно чёрного тела энергетического элемента в электрическую энергию с использованием концентратора термофотогальванических элементов или b) преобразовывать энергетическую плазму в электрическую энергию с использованием магнитогидродинамического преобразователя.

201991888 A1

201991888 A1

МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Перекрёстные ссылки на родственные заявки

Данная заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке США № 62/457,935, поданной 12 февраля 2017 года, заявке 62/461,768, поданной 21 февраля 2017 года, заявке 62/463,684, поданной 26 февраля 2017 года, заявке 62/481,571, поданной 04 апреля 2017 года, заявке 62/513,284, поданной 31 мая 2017 года, заявке 62/513,324, поданной 31 мая 2017 года, заявке 62/524,307, поданной 23 июня 2017 года, заявке 62/532,986, поданной 14 июля 2017 года, заявке 62/537,353, поданной 26 июля 2017 года, заявке 62/545,463, поданной 14 августа 2017 года, заявке 62/556,941, поданной 11 сентября 2017 года, заявке 62/573,453, поданной 17 октября 2017 года, заявке 62/584,632, поданной 10 ноября 2017 года, заявке 62/594,511, поданной 04 декабря 2017 года, заявке 62/612,304, поданной 29 декабря 2017 года, и заявке 62/618,444, поданной 17 января 2018 года, причём все эти заявки включены в настоящий документ посредством ссылки.

Настоящее раскрытие относится к области генерирования электроэнергии и, в частности, к системам, устройствам и способам генерации энергии. Более конкретно, варианты осуществления настоящего раскрытия относятся к устройствам и системам генерации энергии, а также к связанным с ними способам, которые вырабатывают оптическую энергию, плазму и тепловую энергию, а также вырабатывают электрическую энергию через магнитный гидродинамический преобразователь энергии, преобразователь оптической энергии в электрическую, преобразователь плазмы в электрическую энергию, преобразователь фотонов в электрическую энергию, или преобразователь тепла в электрическую энергию. Кроме того, варианты осуществления настоящего раскрытия описывают системы, устройства и способы, которые используют зажигание воды или источника топлива на водной основе для генерации оптической энергии, механической энергии, электрической энергии и/или тепловой энергии с использованием фотогальванических преобразователей энергии. Эти и другие связанные с ними варианты осуществления изобретения подробно описаны в настоящем раскрытии.

Генерация энергии может принимать различные формы, используя энергию, генерируемую из плазмы. Успешная коммерциализация плазмы может зависеть от систем генерирования энергии, способных эффективно формировать плазму и затем захватывать энергию производимой плазмы.

Плазма может образовываться при воспламенении определённых видов топлива. Эти виды топлива могут включать в себя воду или источник топлива на водной основе. Во

время воспламенения образуется плазменное облако атомов с оторванными электронами, и может высвобождаться высокая оптическая энергия. Высокая оптическая энергия плазмы может быть использована электрическим преобразователем, выполненным согласно настоящему изобретению. Ионы и атомы в возбуждённом состоянии могут рекомбинировать и подвергаться электронной релаксации для излучения оптической энергии. Оптическая энергия может быть преобразована в электричество с помощью устройства на фотогальванических элементах.

Определённые варианты осуществления изобретения настоящего раскрытия направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: множество электродов, таких как электроды из твёрдого или расплавленного металла, выполненные с возможностью подачи энергии к топливу для зажигания топлива и получения плазмы; источник электрической энергии, выполненный с возможностью подачи электрической энергии на множество электродов; и, по меньшей мере, один магнитогидродинамический преобразователь энергии, предназначенный для приёма плазмы с высокой температурой и давлением, или, по меньшей мере, один фотогальванический преобразователь энергии («PV»), позиционируемый для приёма, по меньшей мере, множества фотонов плазмы.

В одном варианте осуществления изобретения энергетическая система SunCell®, которая генерирует, по меньшей мере, один вид энергии из числа электрической и тепловой энергии, содержит, по меньшей мере, один сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного; реагенты, содержащие: (i) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий зарождающуюся воду H_2O, (ii), по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O, (iii), по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород, и (iv) расплавленный металл; систему впрыска расплавленного металла, содержащую, по меньшей мере, два резервуара для расплавленного металла, каждый из которых содержит насос и инжекторную трубку; по меньшей мере, одну систему подачи реагента для пополнения реагентов, которые расходуются в процессе реакции реагентов для генерирования, по меньшей мере, один вид энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии; по меньшей мере, одну систему зажигания, содержащую источник электрической энергии для подачи противоположных напряжений, по меньшей мере, к двум резервуарам для расплавленного металла, каждый из которых содержит электромагнитный насос, и, по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из видов энергии из числа световой и тепловой выходной энергии в виде электрической и/или тепловой энергии.

В варианте осуществления изобретения расплавленный металл может содержать

любой проводящий металл или сплав, известный в данной области техники. Расплавленный металл или сплав может иметь низкую температуру плавления. Примерами металлов и сплавов являются сплавы галлия, индия, олова, цинка и сплава Галинстана, в которых пример типичной эвтектической смеси составляет 68% Ga, 22% In и 10% Sn (по весу), хотя пропорции могут варьироваться в пределах 62–95% Ga, 5–22% In, 0–16% Sn (по весу). В варианте осуществления, где металл может вступать в реакцию с по меньшей мере одним из веществ из числа кислорода и воды с образованием соответствующего оксида металла, реакционная смесь гидрино может содержать расплавленный металл, оксид металла и водород. Оксид металла может служить источником кислорода для образования катализатора НОН. Кислород может использоваться повторно между оксидом металла и катализатором НОН, при этом водород, потребляемый для образования гидрино, может пополняться.

Система впрыска расплавленного металла может содержать, по меньшей мере, два резервуара для расплавленного металла, каждый из которых содержит электромагнитный насос для впрыскивания потоков расплавленного металла, которые пересекаются внутри сосуда, причём каждый резервуар может содержать контроллер уровня расплавленного металла, содержащий входную вертикальную трубу. Система зажигания может содержать источник электрической энергии для подачи противоположных напряжений, по меньшей мере, к двум резервуарам для расплавленного металла, каждый из которых содержит электромагнитный насос, при этом источник электрической энергии подаёт ток и поток энергии через пересекающиеся потоки расплавленного металла, чтобы вызвать реакцию реагентов, включающую в себя воспламенение, чтобы образовывать плазму внутри сосуда. Система зажигания может содержать: (i) источник электрической энергии для подачи противоположных напряжений в по меньшей мере два резервуара для расплавленного металла, каждый из которых содержит электромагнитный насос, и (ii) по меньшей мере два пересекающихся потока расплавленного металла, выбрасываемых из по меньшей мере двух металлических резервуаров для расплавленных металлов, каждый из которых содержит электромагнитный насос, при этом источник электроэнергии способен подавать короткий всплеск сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы. Источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы, может содержать по меньшей мере один суперконденсатор. Каждый электромагнитный насос может представлять собой один из типов из числа (i) тип проводимости для постоянного или переменного тока, и может содержать источник постоянного или переменного тока,

подаваемый на расплавленный металл через электроды, а также источник постоянного или синфазного переменного магнитного поля с пересекаемыми векторами, или (ii) индукционный тип, содержащий источник переменного магнитного поля через замкнутую петлю расплавленного металла, который индуцирует переменный ток в металле, и источник синфазного переменного магнитного поля с пересекаемыми векторами. По меньшей мере, одно соединение насоса и соответствующего резервуара или другое соединение между деталями, составляющими ёмкость, систему впрыска и преобразователь, может содержать, по меньшей мере, одно из видов уплотнения: гидравлический затвор, фланцевое и прокладочное уплотнение, клеевое уплотнение, и уплотнение с накидной гайкой, при этом прокладка может содержать углерод. Постоянный или переменный ток системы зажигания расплавленного металла может находиться в диапазоне от 10 А до 50000 А. Цепь системы зажигания расплавленного металла может быть замкнута пересечением потоков расплавленного металла, чтобы вызывать воспламенение и дополнительно вызывать воспламенение с частотой в диапазоне от 0 Гц до 10000 Гц. Электромагнитный насос индукционного типа может содержать керамические каналы, которые образуют замкнутую петлю расплавленного металла. Электроэнергетическая система может дополнительно содержать индуктивно связанный нагреватель для формирования расплавленного металла из соответствующего твёрдого металла, при этом расплавленный металл может содержать, по меньшей мере, один металл из числа следующих: серебро, серебряно-медный сплав и медь. Электроэнергетическая система может дополнительно содержать вакуумный насос и, по меньшей мере, один охладитель. Электроэнергетическая система может содержать, по меньшей мере, один преобразователь энергии или выходную систему для выходной реакционной энергии, такие как, по меньшей мере, один компонент из следующей группы: термофотогальванический преобразователь, фотогальванический преобразователь, фотоэлектронный преобразователь, магнитогидродинамический преобразователь, плазмодинамический преобразователь, термоэлектронный преобразователь, термоэлектрический преобразователь, двигатель Стерлинга, двигатель цикла Брайтона, двигатель цикла Ренкина и тепловой двигатель, нагреватель и паровой котёл. Паровой котёл может содержать излучающий паровой котёл. Часть реакционного сосуда может содержать излучатель абсолютно чёрного тела, который может поддерживаться при температуре в диапазоне от 1000К до 3700К. Резервуары электроэнергетической системы могут содержать нитрид бора, при этом часть сосуда, которая содержит излучатель абсолютно чёрного тела, может содержат углерод, а части электромагнитного насоса, контактирующие с расплавленным металлом, могут содержать

стойкий к окислению металл или керамику. Реагенты реакции гидрино могут содержать, по меньшей мере, одно вещество из числа: метана, моноксида углерода, диоксида углерода, водорода, кислорода и воды. Подачу реагентов может поддерживать каждое вещество из числа метана, окиси углерода, двуокиси углерода, водорода, кислорода и воды под давлением в диапазоне от 0,01 мм. рт. ст. до 1 Торр (мм. рт. ст.). Свет, излучаемый излучателем абсолютно чёрного тела электроэнергетической системы, который направляется на термофотогальванический преобразователь или фотогальванический преобразователь, может быть преимущественно излучением абсолютно чёрного тела, содержащим видимый и ближний инфракрасный диапазон, а фотогальванические элементы могут быть элементами концентратора, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из числа следующих: кристаллический кремний, германий, арсенид галлия (GaAs), антимонид галлия (GaSb), арсенид индия-галлия (InGaAs), антимонид арсенида индия-галлия (InGaAsSb), антимонид арсенида индия-фосфида индия (InPAsSb), InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaInNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaInNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga(In)As/InGaAs; GaInP-GaAs-вафельная структура-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge. Свет, который излучается реакционной плазмой и который направляется на термофотогальванический преобразователь или фотогальванический преобразователь, может быть преимущественно ультрафиолетовым светом, а фотогальванические элементы могут быть элементами концентратора, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из группы III нитрида, GaN, AlN, GaAlN и InGaN.

В варианте осуществления изобретения фотогальванический преобразователь может дополнительно содержать ультрафиолетовое окно для фотогальванических элементов. Фотогальваническое окно (PV) может заменить по меньшей мере часть излучателя абсолютно чёрного тела. Окно может быть практически прозрачным для ультрафиолета. Окно может быть устойчивым к смачиванию расплавленным металлом. Окно может работать при температуре, которая, по меньшей мере, является одной из следующих: температура выше температуры плавления расплавленного металла, и температура кипения расплавленного металла. Типичными материалами для окна являются сапфир, кварц, MgF_2 и плавленый диоксид кремния. Окно может охлаждаться и может содержать средство для очистки во время работы или во время технического обслуживания. SunCell® может дополнительно содержать источник по меньшей мере одного из полей из числа электрических и магнитных полей для удержания плазмы в области, которая

избегает контакта по меньшей мере или с окном, или с фотогальваническими элементами. Источник может содержать систему электростатического осаждения. Источник может содержать систему магнитного удержания. Плазма может удерживаться посредством действия силы тяжести, при этом по меньшей мере один элемент из числа окна и фотогальванических элементов находится на подходящей высоте относительно положения генерации плазмы.

В альтернативном варианте магнитогидродинамический преобразователь энергии может содержать сопло, соединённое с реакционным сосудом, магнитогидродинамический канал, электроды, магниты, систему приема металла, систему рециркуляции металла, теплообменник и, по необязательному выбору, систему рециркуляции газа, в которой реагенты могут содержать: по меньшей мере, один из следующих газов: пары H_2O, газообразный кислород и газообразный водород. Подача реагентов может поддерживать каждое из веществ из числа O_2, H_2 и продукта реакции H_2O под давлением в диапазоне от 0,01 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст. Система подачи реагентов для пополнения реагентов, которые расходуются в реакции реагентов для генерирования, по меньшей мере, одного из видов энергии из числа электрической и тепловой энергии, может содержать, по меньшей мере, один из источников подачи газа O_2 и H_2, корпус для газа, избирательную газопроницаемую мембрану в стенке по меньшей мере одного из компонентов из числа реакционного сосуда, магнитогидродинамического канала, системы сбора металла и системы рециркуляции металла, также может содержать датчики парциального давления O_2, H_2 и H_2O, контроллеры потока, по меньшей мере, один клапан и компьютер для обслуживания по меньшей мере, одного из газовых давлений O_2 и H_2. В варианте осуществления, по меньшей мере, один компонент электроэнергетической системы может содержать керамику, при этом керамика может содержать, по меньшей мере, одно из веществ из числа оксида металла, оксида алюминия, диоксида циркония, оксида магния, оксида гафния, карбида кремния, карбида циркония, диборида циркония и нитрида кремния. Расплавленный металл может содержать серебро, а магнитогидродинамический преобразователь может дополнительно содержать источник кислорода для формирования аэрозоля частиц серебра, подаваемого по меньшей мере в один из резервуаров, реакционный сосуд, магнитогидродинамическое сопло и магнитогидродинамический канал, при этом система подачи реагентов может дополнительно подавать кислород и контролировать источник кислорода для образования аэрозоля серебра. Расплавленный металл может содержать серебро. Магнитогидродинамический преобразователь может дополнительно содержать газ энергетического элемента, содержащий окружающий газ, контактирующий с серебром, по

меньшей мере, в одном из резервуаров и сосуде. Электроэнергетическая система может дополнительно содержать средство для поддержания потока газа энергетического элемента в контакте с расплавленным серебром с образованием аэрозоля серебра, причём поток газа энергетического элемента может содержать по меньшей мере один из видов потока из числа принудительного газового потока и потока конвекционного газа. Газ энергетического элемента может содержать, по меньшей мере, один из газов из числа благородного газа, кислорода, водяного пара, H_2 и O_2. Средство для поддержания потока газа энергетического элемента может содержать, по меньшей мере, одно из устройств из числа газового насоса или компрессора, такого как магнитогидродинамический газовый насос или компрессор, магнитогидродинамический преобразователь и турбулентный поток, вызванный, по меньшей мере, одной из систем впрыска расплавленного металла и плазмой.

Электромагнитный насос индуктивного типа электроэнергетической системы может содержать двухступенчатый насос, содержащий первую ступень, которая содержит насос системы рециркуляции металла, а вторая ступень содержит насос системы впрыска металла для впрыска потока расплавленного металла. который пересекается с другим потоком внутри сосуда. Источник электрической энергии системы зажигания может содержать систему индукционного зажигания, которая может содержать источник переменного магнитного поля, проходящего через замкнутую петлю расплавленного металла, которая генерирует переменный ток в металле, который составляет ток зажигания. Источник переменного магнитного поля может содержать первичную обмотку трансформатора, содержащую электромагнит трансформатора и магнитное ярмо трансформатора, а серебро может, по меньшей мере, частично служить в качестве вторичной обмотки трансформатора, такой как однооборотная короткозамкнутая обмотка, которая охватывает первичную обмотку трансформатора и включает в себя петлю индукционного тока. Резервуары могут содержать перекрёстный соединительный канал для расплавленного металла, который соединяет два резервуара, в результате чего петля тока окружает ярмо трансформатора, при этом петля индукционного тока содержит ток, генерируемый в расплавленном серебре, содержащемся в резервуарах, поперечный соединительный канал, серебро в инжекторных трубках и впрыскиваемые потоки расплавленного серебра, которые пересекаются для завершения петли индукционного тока.

В варианте осуществления изобретения излучатель генерирует, по меньшей мере, один вид энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, причём излучатель содержит, по меньшей мере, один сосуд, способный поддерживать давление ниже, на

уровне или выше атмосферного; реагенты, при этом реагенты включают в себя: а) по меньшей мере один источник катализатора или катализатор, содержащий зарождающуюся H_2O; б) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O; с) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород, который может проникать через стенку сосуда; г) расплавленный металл, такой как серебро, медь или серебряно-медный сплав; и е) оксид, такой как, по меньшей мере, один из CO_2, B_2O_3, $LiVO_3$, и стабильный оксид, который не реагирует с H_2; по меньшей мере одну систему впрыска расплавленного металла, содержащую резервуар для расплавленного металла и электромагнитный насос; по меньшей мере, одну систему зажигания реагента, содержащую источник электрической энергии, чтобы вызывать образование реагентами , по меньшей мере, один из видов плазмы из числа светоизлучающей плазмы и теплоизлучающей плазмы, причём источник электрической энергии получает электрическую энергию от преобразователя энергии; систему для извлечения расплавленного металла и оксида; по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из видов энергии из числа световой и тепловой выходной энергии в электрическую и/или тепловую энергию; при этом система зажигания расплавленного металла содержит, по меньшей мере, одну из систем зажигания, включающую в себя i) электрод из следующей группы: а) по меньшей мере, один набор тугоплавких металлических или углеродных электродов для удержания расплавленного металла; b) тугоплавкий металлический или углеродный электрод и поток расплавленного металла, подаваемый электромагнитным насосом из электрически изолированного резервуара расплавленного металла, и с) по меньшей мере два потока расплавленного металла, подаваемых по меньшей мере двумя электромагнитными насосами из множества электрически изолированных резервуаров расплавленного металла; и ii) источник электрической энергии для подачи сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы, при этом ток системы зажигания расплавленного металла находится в диапазоне от 50 до 50000 А; при этом система впрыска расплавленного металла содержит электромагнитный насос, содержащий, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и источник тока для обеспечения составляющей тока, пересекаемой вектором; при этом резервуар для расплавленного металла содержит индуктивно связанный нагреватель; излучатель дополнительно содержит систему для извлечения расплавленного металла и оксида, такую как, по меньшей мере, один из сосудов, содержащий стенки, способные обеспечивать поток в расплав под действием силы тяжести, и резервуар, сообщающийся с сосудом, дополнительно сосуд содержит систему охлаждения для поддержания

резервуара при более низкой температуре, чем в сосуде, чтобы вызвать накопление металла в резервуаре; при этом сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного, содержит внутренний реакционный элемент, содержащую высокотемпературный излучатель абсолютно чёрного тела, и внешнюю камеру, способную поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного; при этом излучатель абсолютно чёрного тела поддерживается при температуре в диапазоне от 1000K до 3700 K; причём внутренний реакционный элемент, содержащий излучатель абсолютно чёрного тела, содержит огнеупорный материал, такой как углерод или W; при этом излучение абсолютно чёрного тела, испускаемое снаружи элемента, падает на преобразователь света в электричество; причём, по меньшей мере, один преобразователь энергии выходной мощности реакции содержит, по меньшей мере, один преобразователь из числа термофотогальванического преобразователя и фотогальванического преобразователя; при этом свет, излучаемый элементом, представляет собой преимущественно излучение абсолютно чёрного тела, содержащее видимый свет и ближний инфракрасный диапазон света, а фотогальванические элементы представляют собой элементы концентратора, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из следующих: кристаллический кремний, германий, арсенид галлия (GaAs), антимонид галлия (GaSb), арсенид индия-галлия (InGaAs), антимонид арсенида индия-галлия (InGaAsSb) и фосфида индия, антимонид арсенида (InPAsSb), полупроводники группы III/V, InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaInNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaInNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga(In)As/InGaAs; GaInP-GaAs-вафельная структура-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge, при этом электроэнергетическая система дополнительно содержит вакуумный насос и, по меньшей мере, одну систему отвода тепла, а излучатель абсолютно чёрного тела дополнительно содержит датчик температуры и контроллер абсолютно чёрного тела. По необязательному выбору, излучатель может содержать, по меньшей мере, одну дополнительную систему ввода реагентов, где дополнительные реагенты содержат: a), по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий зарождающуюся H_2O; b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O, и c), по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород. Дополнительная система впрыска реагента может дополнительно содержать, по меньшей мере, один из следующих компонентов: компьютер, датчики давления H_2O и H_2 и контроллеры потока, содержащие, по меньшей мере, один или несколько компонентов из группы: контроллер массового расхода, насос, шприцевой насос и высокоточной клапан с электронным управлением; клапан,

содержащий, по меньшей мере, один из следующих типов клапана: игольчатый клапан, пропорциональный электронный клапан и клапан шагового двигателя, причём клапан управляется датчиком давления и компьютером для поддержания, по меньшей мере, одного из давлений H_2O и H_2 на желаемом значении; причём система впрыска дополнительных реагентов поддерживает давление паров H_2O в диапазоне от 0,01 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст.

В варианте осуществления изобретения генератор, который вырабатывает энергию путём преобразования H в гидрино, может производить по меньшей мере один из следующих продуктов из водорода:

a) водородный продукт с рамановским пиком при целочисленном кратном от 0,23 до 0,25 $см^{-1}$ плюс сдвиг матрицы в диапазоне от 0 до 2000 $см^{-1}$;

b) водородный продукт с инфракрасным пиком при целочисленном кратном от 0,23 до 0,25 $см^{-1}$ плюс сдвиг матрицы в диапазоне от 0 до 2000 $см^{-1}$;

c) водородный продукт с пиком рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии при энергии в диапазоне от 500 до 525 эВ плюс сдвиг матрицы в диапазоне от 0 до 10 эВ;

d) водородный продукт, который вызывает сильнопольный сдвиг матрицы MAS NMR (ядерный магнитный резонанс при вращении под магическим углом);

e) водородный продукт, который имеет сильнопольный сдвиг матрицы MAS NMR или сдвиг NMR (ядерный магнитный резонанс) жидкости более чем -5 ч/млн относительно TMS;

f) водородный продукт с по меньшей мере двумя спектральными пиками эмиссии электронного пучка в диапазоне от 200 до 300 нм, имеющими разнесение в целое число, кратное от 0,23 до 0,3 $см^{-1}$, плюс сдвиг матрицы в диапазоне от 0 до 5000 $см^{-1}$; а также

g) водородный продукт с по меньшей мере двумя спектральными пиками УФ-излучения в диапазоне от 200 до 300 нм, имеющими разнесение в целое число, кратное от 0,23 до 0,3 $см^{-1}$, плюс сдвиг матрицы в диапазоне от 0 до 5000 $см^{-1}$.

В одном варианте осуществления настоящее раскрытие направлено на электроэнергетическую систему, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере один сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного;

реагенты, причём реагенты, включающие в себя:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий зарождающуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) расплавленный металл;

по меньшей мере одну систему впрыска расплавленного металла, содержащую резервуар для расплавленного металла и электромагнитный насос;

по меньшей мере, одну систему впрыска дополнительных реагентов, где дополнительные реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий зарождающуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O, и

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород.

по меньшей мере, одну систему зажигания реагентов, содержащую источник электроэнергии, причём источник электроэнергии получает электропитание от преобразователя энергии;

систему для восстановления расплавленного металла;

по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из видов выходной энергии из числа световой и тепловой энергии в электрическую и/или тепловую энергию.

В варианте осуществления изобретения система зажигания расплавленного металла содержит:

a) по меньшей мере, один набор электродов для удержания расплавленного металла; и

b) источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы.

Электроды могут содержать тугоплавкий металл.

В варианте осуществления изобретения источник электрической энергии, который подаёт короткий всплеск сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы, содержит, по меньшей мере, один суперконденсатор.

Система впрыска расплавленного металла может содержать электромагнитный насос, содержащий, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и источник тока, чтобы обеспечивать составляющую тока, пересекаемую вектором.

Резервуар для расплавленного металла может содержать индуктивно связанный нагреватель.

Система зажигания расплавленного металла может содержать, по меньшей мере,

один набор электродов, которые разделены для образования разомкнутой цепи, при этом разомкнутая цепь замыкается посредством впрыска расплавленного металла, чтобы вызывать протекание большого тока для достижения воспламенения.

Ток системы зажигания расплавленного металла может находиться в диапазоне от 500 до 50000 А.

Цепь системы зажигания расплавленного металла может быть замкнута посредством впрыскивания металла, чтобы вызывать частоту воспламенения в диапазоне от 1 Гц до 10000 Гц, при этом расплавленный металл содержит, по меньшей мере, один металл из числа серебра, серебряно-медного сплава и меди, а добавочные реагенты могут содержать по меньшей мере один компонент из числа паров H_2O и газообразного водорода.

В варианте осуществления изобретения система впрыска дополнительных реагентов может содержать, по меньшей мере, один компонент из числа компьютера, датчиков давления H_2O и H_2 и контроллеров потока, содержащих, по меньшей мере, один или несколько компонентов из следующей группы: контроллер массового расхода, насос, шприцевой насос и высокоточный клапан с электронным управлением; клапан, содержащий, по меньшей мере, один клапан из числа игольчатого клапана, пропорционального электронного клапана и клапана шагового двигателя, причём клапан управляется датчиком давления и компьютером для поддержания, по меньшей мере, одного из значений давления H_2O и H2 на желаемом значении.

Система впрыска дополнительных реагентов может поддерживать давление паров H_2O в диапазоне от 0,01 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст.

В одном варианте осуществления изобретения система для восстановления продуктов реагентов содержит, по меньшей мере, один из сосудов, содержащий стенки, способные обеспечивать поток в расплав под действием силы тяжести, электродный электромагнитный насос и резервуар, сообщающийся с сосудом и дополнительно включающий в себя охлаждающую систему для поддержания резервуара при более низкой температуре, чем другая часть сосуда, чтобы вызвать конденсирование в резервуаре паров расплавленного металла, при этом система восстановления может содержать электродный электромагнитный насос, содержащий, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и составляющую тока зажигания, пересекаемую вектором.

В одном варианте осуществления изобретения электроэнергетическая система содержит сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного, содержащий внутренний реакционный элемент, верхнюю крышку, содержащую излучатель абсолютно чёрного тела, и внешнюю камеру, способную

поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного;

причём верхняя крышка, содержащая излучатель абсолютно чёрного тела, поддерживается при температуре в диапазоне от 1000К до 3700К,

при этом, по меньшей мере, один из компонентов из числа внутренней реакционной элемента, верхней крышки, содержащей излучатель абсолютно чёрного тела, содержит тугоплавкий металл, обладающий высокой излучательной способностью.

Электроэнергетическая система может содержать, по меньшей мере, один преобразователь энергии выходной мощности реакции, содержащий, по меньшей мере, один компонент из следующей группы: термофотогальванический преобразователь, фотогальванический преобразователь, фотоэлектронный преобразователь, плазмодинамический преобразователь, термоэлектронный преобразователь, термоэлектрический преобразователь, двигатель Стерлинга, двигатель с циклом Брайтона, двигатель с циклом Ренкина, тепловой двигатель и нагреватель.

В одном варианте осуществления изобретения свет, излучаемый энергетическим элементом, представляет собой преимущественно излучение абсолютно чёрного тела, содержащее видимый и инфракрасный свет ближней области диапазона, а фотогальванические элементы представляют собой концентраторные элементы, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из числа следующих соединений: перовскита, кристаллического кремния, германия, арсенида галлия (GaAs), галлия антимонида (GaSb), арсенида индия-галлия (InGaAs), антимонида арсенида индия-галлия (InGaAsSb), антимонида арсенида индия-фосфида (InPAsSb), InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaInNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaInNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga (In)As/InGaAs; GaInP-GaAs- вафельная структура-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge.

В одном варианте осуществления изобретения свет, излучаемый энергетическим элементом, является преимущественно ультрафиолетовым светом, а фотогальванические элементы представляют собой элементы концентратора, которые содержат, по меньшей мере, одно соединение, выбранное из группы III нитрида, GaN, AlN, GaAlN и InGaN.

Электроэнергетическая система может дополнительно содержать вакуумный насос и, по меньшей мере, один охладитель.

В одном варианте осуществления изобретения настоящее раскрытие направлено на электроэнергетическую систему, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере один сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне

или выше атмосферного;

реагенты, причём реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) расплавленный металл;

по меньшей мере одну систему впрыска расплавленного металла, содержащую резервуар для расплавленного металла и электромагнитный насос;

по меньшей мере, одну систему ввода дополнительных реагентов, при этом дополнительные реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O, и

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород;

по меньшей мере, одну систему зажигания реагентов, содержащую источник электрической энергии, чтобы вызывать образование реагентами, по меньшей мере, одного из видов плазмы из числа светоизлучающей плазмы и теплоизлучающей плазмы, при этом источник электрической энергии получает электрическое питание от преобразователя энергии;

систему для восстановления расплавленного металла;

по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из выходов энергии из числа светового и теплового выхода в электрическую и/или тепловую энергию;

причём система зажигания расплавленного металла содержит:

a) по меньшей мере, один набор электродов для удержания расплавленного металла; и

b) источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы вызвать вступление реагентов в реакцию с образованием плазмы;

причём электроды содержат тугоплавкий металл;

при этом источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы вызвать вступление реагентов в реакцию с образованием плазмы, содержит, по меньшей мере, один суперконденсатор;

при этом система впрыска расплавленного металла содержит электромагнитный насос, содержащий, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и источник тока для обеспечения составляющей тока, пересекаемой вектором;

при этом резервуар для расплавленного металла содержит индуктивно связанный нагреватель;

при этом система зажигания расплавленного металла содержит, по меньшей мере, один набор электродов, которые разделены для образования разомкнутой цепи, причём разомкнутая цепь замкнута посредством впрыскивания расплавленного металла, чтобы вызывать протекание большого тока для достижения воспламенения;

при этом ток системы зажигания расплавленного металла находится в диапазоне от 500 до 50000 А;

при этом система зажигания расплавленного металла, в которой цепь является замкнутой, вызывает частоту воспламенения в диапазоне от 1 Гц до 10000 Гц;

расплавленный металл содержит, по меньшей мере, один из металлов из числа серебра, сплава серебро-медь и меди;

при этом дополнительные реагенты содержат по меньшей мере один из компонентов из числа паров H_2O и газообразного водорода;

при этом система впрыска дополнительных реагентов содержит, по меньшей мере, один из компонентов из числа компьютера, датчиков давления H_2O и H_2 и контроллеров потока, содержащих, по меньшей мере, один или несколько компонентов из группы: контроллер массового расхода, насос, шприцевой насос и высокоточный регулируемый с помощью электроники клапан; клапан, содержащий, по меньшей мере, один из компонентов из числа игольчатого клапана, пропорционального электронного клапана и клапана шагового двигателя, причём клапан управляется датчиком давления и компьютером для поддержания, по меньшей мере, одного из параметров из числа давления H_2O и H_2 на желаемом значении;

при этом система впрыска дополнительных реагентов поддерживает давление паров H_2O в диапазоне от 0,1 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст.;

при этом система для восстановления продуктов реагентов содержит, по меньшей мере, один из сосудов, содержащих стенки, способные обеспечивать поток в расплав под действием силы тяжести, электродный электромагнитный насос и резервуар, сообщающийся с сосудом, и дополнительно содержащих систему охлаждения для поддержания резервуара при более низкой температуре, чем другая часть сосуда, чтобы вызывать конденсацию паров расплавленного металла в резервуаре;

при этом система восстановления, содержащая электродный электромагнитный

насос, содержит, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и составляющую тока зажигания, пересекаемую вектором;

при этом сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного, содержит внутреннюю реакционную камеру, верхнюю крышку, содержащую излучатель абсолютно чёрного тела, и внешнюю камеру, способную поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного;

при этом верхняя крышка, содержащая излучатель абсолютно чёрного тела, поддерживается при температуре в диапазоне от 1000К до 3700К;

при этом, по меньшей мере, один из компонентов из числа внутренней реакционной элемента и верхней крышки, содержащей излучатель абсолютно чёрного тела, содержит тугоплавкий металл, имеющий высокую излучательную способность;

причём излучатель абсолютно чёрного тела дополнительно содержит датчик температуры абсолютно чёрного тела и контроллер;

при этом, по меньшей мере, один преобразователь энергии выходной мощности реакции содержит, по меньшей мере, один компонент из группы термофотогальванического преобразователя и фотогальванического преобразователя;

причём свет, излучаемый элементом, представляет собой преимущественно излучение абсолютно чёрного тела, содержащее видимый и инфракрасный свет ближней области диапазона, а фотогальванические элементы представляют собой элементы концентратора, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из следующей группы соединений: кристаллический кремний, германий, арсенид галлия (GaAs), антимонид галлия (GaSb), арсенид индия-галлия (InGaAs), антимонид арсенида индия-галлия (InGaAsSb) и антимонид арсенида индия-фосфида (InPAsSb), полупроводники III/V группы, InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaInNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaInNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga(In)As/InGaAs; GaInP-GaAs- вафельная структура-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge, и

электроэнергетическая система дополнительно содержит вакуумный насос и, по меньшей мере, один охладитель.

В одном варианте осуществления изобретения настоящее раскрытие направлено на электроэнергетическую систему, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере один сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного;

реагенты, причём реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

b) газ H_2 ; и

c) расплавленный металл;

по меньшей мере одну систему впрыскивания расплавленного металла, содержащую резервуар для расплавленного металла и электромагнитный насос;

по меньшей мере, одну систему впрыскивания дополнительных реагентов, причём дополнительные реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O, и

b) H_2;

по меньшей мере, одну систему зажигания реагентов, содержащую источник электрической энергии, чтобы вызывать образование реагентами, по меньшей мере, одного из видов плазмы из числа светоизлучающей плазмы и теплоизлучающей плазмы, при этом источник электрической энергии получает электрическую энергию от преобразователя энергии;

систему для восстановления расплавленного металла;

по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из выходов энергии из числа светового и теплового выхода в электрическую и/или тепловую энергию;

причём система зажигания расплавленного металла содержит:

a) по меньшей мере, один набор электродов для удержания расплавленного металла; и

b) источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы;

причём электроды содержат тугоплавкий металл;

при этом источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы, содержит, по меньшей мере, один суперконденсатор;

при этом система впрыска расплавленного металла содержит электромагнитный насос, содержащий, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и источник тока для обеспечения составляющей тока, пересекаемой вектором;

при этом резервуар для расплавленного металла содержит индуктивно связанный нагреватель, чтобы, по меньшей мере, первоначально нагревать металл, который образует расплавленный металл;

при этом система зажигания расплавленного металла содержит, по меньшей мере, один набор электродов, которые разделены для образования разомкнутой цепи, при этом разомкнутая цепь замыкается посредством впрыскивания расплавленного металла, чтобы вызывать протекание большого тока для достижения воспламенения;

при этом ток системы зажигания расплавленного металла находится в диапазоне от 500 до 50000 А;

при этом система зажигания расплавленного металла, в которой цепь является замкнутой, вызывает частоту воспламенения в диапазоне от 1 Гц до 10000 Гц;

при этом расплавленный металл содержит, по меньшей мере, один из металлов из числа серебра, сплава серебро-медь и меди;

при этом система впрыска дополнительных реагентов содержит, по меньшей мере, один из компонентов из числа компьютера, датчиков давления H_2O и H_2 и контроллеров потока, содержащих, по меньшей мере, один или несколько компонентов из следующей группы: контроллер массового расхода, насос, шприцевой насос и высокоточной регулируемый клапан с электронным управлением; клапан, содержащий, по меньшей мере, один из компонентов из числа игольчатого клапана, пропорционального электронного клапана и клапана шагового двигателя, причём клапан управляется датчиком давления и компьютером для поддержания, по меньшей мере, одного из параметров из числа давления H_2O и H_2 на желаемом значении;

при этом система впрыска дополнительных реагентов поддерживает давление паров H_2O в диапазоне от 0,01 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст.;

при этом система для восстановления продуктов реагентов содержит, по меньшей мере, один из сосудов, содержащих стенки, способные обеспечивать поток в расплав под действием силы тяжести, электродный электромагнитный насос и резервуар, сообщающийся с сосудом, и дополнительно содержащих систему охлаждения для поддержания резервуара при более низкой температуре, чем другая часть сосуда, чтобы вызывать конденсацию паров расплавленного металла в резервуаре;

при этом система восстановления, содержащая электродный электромагнитный насос, содержит, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и составляющую тока зажигания, пересекаемую вектором;

при этом сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного, содержит внутренний реакционный элемент, верхнюю крышку, содержащую высокотемпературный излучатель абсолютно чёрного тела, и внешнюю камеру, способную поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного;

при этом верхняя крышка, содержащая излучатель абсолютно чёрного тела,

поддерживается при температуре в диапазоне от 1000К до 3700К;

при этом, по меньшей мере, один из компонентов из числа внутренней реакционной элемента и верхней крышки, содержащий излучатель абсолютно чёрного тела, содержит тугоплавкий металл, имеющий высокую излучательную способность;

причём излучатель абсолютно чёрного тела дополнительно содержит датчик температуры абсолютно чёрного тела и контроллер;

при этом, по меньшей мере, один преобразователь энергии выходной мощности реакции содержит, по меньшей мере, один из преобразователей из числа термофотогальванического преобразователя и фотогальванического преобразователя;

при этом свет, излучаемый энергетическим элементом, представляет собой преимущественно излучение абсолютно чёрного тела, содержащее видимый и инфракрасный свет ближней области диапазона, а фотогальванические элементы представляют собой элемента концентратора, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из кристаллического кремния, германия, арсенида галлия (GaAs), антимонида галлия (GaSb), арсенида индия-галлия (InGaAs), антимонида арсенида индия-галлия (InGaAsSb) и антимонида арсенида индия-фосфида (InPAsSb), полупроводников III/V группы, InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaInNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaInNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga(In)As/InGaAs; GaInP-GaAs-вафельная структура-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge, и

электроэнергетическая система дополнительно содержит вакуумный насос и, по меньшей мере, один охладитель.

В одном варианте осуществления изобретения настоящее раскрытие направлено на электроэнергетическую систему, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере один сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного;

реагенты, причём реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) расплавленный металл;

по меньшей мере одну систему впрыскивания расплавленного металла, содержащую резервуар для расплавленного металла и электромагнитный насос;

по меньшей мере, одну систему ввода дополнительных реагентов, где дополнительные реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O, и

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород;

по меньшей мере, одну систему зажигания реагентов, содержащую источник электрической энергии, чтобы вызывать образование реагентами, по меньшей мере, одного из видов плазмы из числа светоизлучающей плазмы и теплоизлучающей плазмы, при этом источник электрической энергии получает электрическую энергию от преобразователя энергии;

систему для восстановления расплавленного металла;

по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из выходов энергии из числа светового и теплового выхода в электрическую и/или тепловую энергию;

причём система зажигания расплавленного металла содержит:

а) по меньшей мере, один набор электродов для удержания расплавленного металла; и

б) источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы;

причём электроды содержат тугоплавкий металл;

при этом источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточной для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы, содержит, по меньшей мере, один суперконденсатор;

при этом система впрыскивания расплавленного металла содержит электромагнитный насос, содержащий, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и источник тока для обеспечения составляющей тока, пересекаемой вектором;

при этом резервуар для расплавленного металла содержит индуктивно связанный нагреватель, чтобы, по меньшей мере, первоначально нагревать металл, который образует расплавленный металл;

при этом система зажигания расплавленного металла содержит, по меньшей мере, один набор электродов, которые разделены для образования разомкнутой цепи, при этом разомкнутая цепь замыкается посредством впрыскивания расплавленного металла, чтобы

вызвать протекание большого тока для достижения воспламенения;

при этом ток системы зажигания расплавленного металла находится в диапазоне от 500 до 50000 А;

при этом система зажигания расплавленного металла, в которой цепь является замкнутой, вызывает частоту воспламенения в диапазоне от 1 Гц до 10000 Гц;

при этом расплавленный металл содержит, по меньшей мере, один из металлов из числа серебра, сплава серебро-медь и меди;

при этом добавочные реагенты содержат, по меньшей мере, один из компонентов из числа паров H_2O и газообразного водорода;

при этом система впрыска дополнительных реагентов содержит, по меньшей мере, один из компонентов из числа компьютера, датчиков давления H_2O и H_2 и контроллеров потока, содержащих, по меньшей мере, один или несколько компонентов из следующей группы: контроллер массового расхода, насос, шприцевой насос и клапан с электронным управлением; клапан, содержащий, по меньшей мере, один клапан из числа игольчатого клапана, пропорционального электронного клапана и клапана шагового двигателя, причём клапан управляется датчиком давления и компьютером для поддержания, по меньшей мере, одного из значений давления H_2O и H2 на желаемом значении;

при этом система впрыска дополнительных реагентов поддерживает давление паров H_2O в диапазоне от 0,01 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст.;

при этом система для восстановления продуктов реагентов содержит, по меньшей мере, один из сосудов, содержащий стенки, способные обеспечивать поток в расплав под действием силы тяжести, электродный электромагнитный насос и резервуар, сообщающийся с сосудом, и дополнительно содержит систему охлаждения для поддержания резервуар при более низкой температуре, чем другая часть сосуда, чтобы вызвать конденсацию паров расплавленного металла в резервуаре;

при этом система восстановления, содержащая электродный электромагнитный насос, содержит, по меньшей мере, один магнит, обеспечивающий магнитное поле, и составляющую тока зажигания, пересекаемую вектором;

при этом сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного, содержит внутренний реакционный элемент, верхнюю крышку, содержащую излучатель абсолютно чёрного тела, и внешнюю камеру, способную поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного;

при этом верхняя крышка, содержащая излучатель абсолютно чёрного тела, поддерживается при температуре в диапазоне от 1000К до 3700К;

при этом, по меньшей мере, один из компонентов из числа внутреннего

реакционного элемента и верхней крышки, содержащей излучатель абсолютно чёрного тела, содержит тугоплавкий металл, имеющий высокую излучательную способность;

причём излучатель абсолютно чёрного тела дополнительно содержит датчик температуры абсолютно чёрного тела и контроллер;

при этом, по меньшей мере, один преобразователь энергии выходной мощности реакции содержит, по меньшей мере, один компонент из группы термофотогальванического преобразователя и фотогальванического преобразователя;

при этом свет, излучаемый элементом, представляет собой преимущественно излучение абсолютно чёрного тела, содержащее видимый и инфракрасный свет ближней области диапазона, а фотогальванические элементы представляют собой элементы концентратора, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из кристаллического кремния, германия, арсенида галлия (GaAs), антимонида галлия (GaSb), арсенида индия-галлия (InGaAs), антимонида арсенида индия-галлия (InGaAsSb) и антимонида арсенида индия-фосфида (InPAsSb), полупроводников III/V группы, InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaInNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaInNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga(In)As/InGaAs; GaInP-GaAs- вафельная структура-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge, и

электроэнергетическая система дополнительно содержит вакуумный насос и, по меньшей мере, один охладитель.

В другом варианте осуществления изобретения настоящее раскрытие направлено на электроэнергетическую систему, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере один сосуд, способный выдерживать давление ниже атмосферного;

небольшую дозу, содержащую реагенты, причём реагенты содержат:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) по меньшей мере, один из компонентов из числа проводника и проводящей матрицы;

по меньшей мере, одну систему дозированного впрыска, содержащую, по меньшей мере, одну накладную рельсовую пушку, при этом накладная рельсовая пушка содержит отдельные электрифицированные рельсы и магниты, которые создают магнитное поле, перпендикулярное плоскости рельсов, а цепь между рельсами разомкнута, пока не

замыкается контактом небольшой дозы с рельсами;

по меньшей мере, одну систему зажигания, чтобы вызвать образование с помощью небольшой дозы, по меньшей мере, одного из видов плазмы из числа светоизлучающей плазмы и теплоизлучающей плазмы, при этом по меньшей мере одна система зажигания содержит:

a) по меньшей мере, один набор электродов для удерживания небольшой дозы; и

b) источник электроэнергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии;

при этом, по меньшей мере, один набор электродов образует разомкнутую цепь, причём разомкнутая цепь замыкается посредством впрыскивания небольшой дозы, чтобы вызывать протекание большого тока для достижения воспламенения, и источник электрической энергии, чтобы подавать короткий всплеск большого тока электрической энергии, который включает в себя по меньшей мере одно из следующего:

напряжение, выбранное таким образом, чтобы вызывать высокий переменный ток, постоянный ток или смесь переменного постоянного тока, которая находится в диапазоне, по меньшей мере, от 100 А до 1000000 А, от 1 кА до 100000 А, от 10 кА до 50 кА;

плотность постоянного или пикового переменного тока в диапазоне, по меньшей мере, от 100 А/см^2 до 1000000 А/см^2, от 1000 А/см^2 до 100000 А/см^2 и от 2000 А/см^2 до 50000 А/см^2;

напряжение определяется проводимостью твёрдого топлива или, когда напряжение задаётся желаемым током, значение которого умножается на сопротивление образца твёрдого топлива;

напряжение постоянного тока или пиковое переменное напряжение находится в диапазоне по меньшей мере от 0,1 до 500 кВ, от 0,1 до 100 кВ и от 1 до 50 кВ, и

частота переменного тока находится в диапазоне, по меньшей мере, от 0,1 Гц до 10 ГГц, от 1 Гц до 1 МГц, от 10 Гц до 100 кГц и от 100 Гц до 10 кГц.

систему для восстановления продуктов реакции реагентов, содержащую, по меньшей мере, один из компонентов гравитационного типа, и систему восстановления с накладной рельсовой плазменной пушкой, содержащую, по меньшей мере, один магнит, создающий магнитное поле, и составляющую тока зажигательных электродов, пересекаемую вектором;

по меньшей мере, одну систему регенерации для регенерации дополнительных реагентов из продуктов реакции и образования дополнительной дозы, включающей в себя установку для гранулирования, содержащую плавильный аппарат для образования расплавленных реагентов, систему для добавления H_2 и H_2O к расплавленным реагентам,

капельницу для расплава и резервуар для воды для образования небольшой дозы,

при этом дополнительные реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) по меньшей мере, один элемент из числа проводника и проводящей матрицы; и

по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из выходов энергии из числа светового и теплового выхода в электрическую и/или тепловую энергию, содержащих, по меньшей мере, один или несколько компонентов из следующей группы: фотогальванический преобразователь, фотоэлектронный преобразователь, плазмодинамический преобразователь, преобразователь термоэлектронной энергии, термоэлектрический преобразователь, двигатель Стерлинга, двигатель цикла Брайтона, двигатель цикла Ренкина, тепловой двигатель и нагреватель.

В другом варианте осуществления изобретения настоящее раскрытие направлено на электроэнергетическую систему, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере один сосуд, способный выдерживать давление ниже атмосферного;

небольшую дозу, содержащую реагенты, причём реагенты содержат, по меньшей мере, один из компонентов из числа серебра, меди, поглощённого водорода и воды;

по меньшей мере, одну систему дозированного впрыска, содержащую, по меньшей мере, одну накладную рельсовую пушку, в которой накладная рельсовая пушка содержит отдельные электрифицированные рельсы и магниты, которые создают магнитное поле, перпендикулярное плоскости рельсов, при этом цепь между рельсами разомкнута до тех пор, пока не замыкается контактом небольшой дозы с рельсами;

по меньшей мере, одну систему зажигания, чтобы вызвать образование с помощью небольшой дозы, по меньшей мере, одного из видов плазмы из числа светоизлучающей плазмы и теплоизлучающей плазмы, по меньшей мере, одну систему зажигания, содержащую:

a) по меньшей мере, один набор электродов для удерживания небольшой дозы; и

b) источник электроэнергии для подачи короткого выброса сильноточной электрической энергии;

при этом, по меньшей мере, один набор электродов разделяется для образования разомкнутой цепи,

при этом разомкнутая цепь замыкается посредством впрыскивания небольшой дозы, чтобы вызывать протекание большого тока для достижения воспламенения, а источник электрической энергии, чтобы подавать короткий всплеск большого тока электрической энергии, включает в себя по меньшей мере одно из следующего:

напряжение, выбранное таким образом, чтобы вызывать высокий переменный ток, постоянный ток или смесь переменного постоянного тока, которая находится в диапазоне, по меньшей мере, от 100 А до 1000000 А, от 1 кА до 100000 А, от 10 кА до 50 кА;

плотность постоянного или пикового переменного тока в диапазоне, по меньшей мере, от 100 А/см^2 до 1000000 А/см^2, от 1000 А/см^2 до 100000 А/см^2 и от 2000 А/см^2 до 50000 А/см^2;

напряжение определяется проводимостью твёрдого топлива, при этом напряжение задаётся желаемым током, значение которого умножается на сопротивление образца твёрдого топлива;

постоянное напряжение или пиковое напряжение переменного тока находится в диапазоне по меньшей мере от 0,1 до 500 кВ, от 0,1 до 100 кВ и от 1 до 50 кВ, и

частота переменного тока находится в диапазоне, по меньшей мере, от 0,1 Гц до 10 ГГц, от 1 Гц до 1 МГц, от 10 Гц до 100 кГц и от 100 Гц до 10 кГц.

систему для восстановления продуктов реакции реагентов, содержащую, по меньшей мере, один из компонентов гравитационного типа, и систему восстановления с накладной рельсовой плазменной пушкой, содержащую, по меньшей мере, один магнит, создающий магнитное поле, и составляющую тока зажигательных электродов, пересекаемую вектором;

по меньшей мере, одну систему регенерации для регенерации дополнительных реагентов из продуктов реакции и образования дополнительной дозы, включающей в себя установку для гранулирования, содержащую плавильный аппарат для образования расплавленных реагентов, систему для добавления H_2 и H_2O к расплавленным реагентам, капельницу для расплава и водяной резервуар для образования небольшой дозы,

при этом дополнительные реагенты включают в себя, по меньшей мере, один из компонентов из числа серебра, меди, поглощенного водорода и воды;

по меньшей мере, один преобразователь энергии или выходную систему, содержащую концентратор ультрафиолетового фотогальванического преобразователя, в котором фотогальванические элементы содержат, по меньшей мере, одно соединение, выбранное из группы III нитрида, GaAlN, GaN и InGaN.

В другом варианте осуществления изобретения настоящее раскрытие направлено на электроэнергетическую систему, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов

энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере, один сосуд;

небольшую дозу, содержащую реагенты, причём реагенты содержат:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) по меньшей мере, один из компонентов из числа проводника и проводящей матрицы;

по меньшей мере, одну систему дозированного впрыска;

по меньшей мере, одну систему зажигания для дозированного впрыска, чтобы вызвать формирование впрыснутой дозой, по меньшей мере, один из видов плазмы из числа светоизлучающей плазмы и теплоизлучающей плазмы;

систему для восстановления продуктов реакции реагентов;

по меньшей мере, одну систему регенерации для регенерации дополнительных реагентов из продуктов реакции и формирования дополнительной небольшой дозы,

при этом дополнительные реагенты включают в себя:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) по меньшей мере, один из компонентов из числа проводника и проводящей матрицы;

по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из выходов энергии из числа светового и теплового выхода в электрическую и/или тепловую энергию.

Определённые варианты осуществления изобретения настоящего раскрытия направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: множество электродов, выполненных с возможностью подачи энергии к топливу для зажигания топлива и получения плазмы; источник электрической энергии, выполненный с возможностью подачи электрической энергии на множество электродов; и, по меньшей мере, один фотогальванический преобразователь энергии, позиционируемый для приёма, по меньшей мере, множества плазменных фотонов.

В одном варианте осуществления изобретения настоящее раскрытие относится к электроэнергетической системе, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов

энергии из числа прямой электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере, один сосуд;

реагенты, содержащие:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород;

c) по меньшей мере, один из компонентов из числа проводника и проводящей матрицы; и

по меньшей мере, один набор электродов для удерживания реагентов гидрино,

источник электрической энергии для подачи короткого импульса сильноточной электрической энергии;

перегрузочную систему;

по меньшей мере одну систему для регенерации исходных реагентов из продуктов реакции, и

по меньшей мере один плазменный динамический преобразователь или по меньшей мере один фотогальванический преобразователь.

В одном показательном варианте осуществления изобретения способ получения электрической энергии может включать в себя подачу топлива в область между множеством электродов; подачу энергии на множество электродов для зажигания топлива с образованием плазмы; преобразование множества плазменных фотонов в электрическую энергию с помощью фотогальванического преобразователя энергии; и выведение, по меньшей мере, части электроэнергии.

В другом показательном варианте осуществления способ получения электрической энергии может включать в себя подачу топлива в область между множеством электродов; подачу энергии на множество электродов для зажигания топлива с образованием плазмы; преобразование множества плазменных фотонов в тепловую мощность с помощью фотогальванического преобразователя энергии; и выведение, по меньшей мере, части электроэнергии.

В варианте осуществления изобретения настоящего раскрытия способ генерирования энергии может включать в себя доставку некоторого количества топлива в область загрузки топлива, причём зона загрузки топлива располагается среди множества электродов; зажигание топлива путём пропускания тока, по меньшей мере, около 100 $А/см^2$ через топливо путём подачи тока на множество электродов, чтобы генерировать, по меньшей мере, одно из следующего: плазму, свет и тепло; приём, по меньшей мере, части света в фотоэлектрическом преобразователе энергии; преобразование света в другую

форму энергии с использованием фотогальванического преобразователя энергии; и вывод другой формы энергии.

В дополнительном варианте осуществления изобретения настоящее раскрытие относится к плазменной водяной дуговой энергетической системе, содержащей: по меньшей мере, один закрытый реакционный сосуд; реагенты, содержащие, по меньшей мере, один из источников H_2O и H_2O; по меньшей мере, один набор электродов; источник электрической энергии для подачи начального высокого напряжения пробоя H_2O и обеспечения последующего высокого тока, а также систему теплообменника, в которой электроэнергетическая система генерирует плазменную, световую и тепловую энергию дуги и, по меньшей мере, один фотогальванический преобразователь энергии. Вода может подаваться в виде пара на электродах или через них. Плазме может быть разрешено расширяться в области низкого давления плазменной элемента, чтобы предотвращать подавление реакции гидрино вследствие ограничения. Дуговые электроды могут иметь конструкцию свечи зажигания. Электроды могут содержать, по меньшей мере, один из металлов из числа меди, никеля, никеля с хроматом серебра и цинкового покрытия для коррозионной стойкости, железа, никеля, железа, хрома, благородных металлов, вольфрама, молибдена, иттрия, иридия и палладия. В варианте осуществления водяная дуга поддерживается при низком давлении воды, таком как, по меньшей мере, в одном диапазоне от около 0,01 мм. рт. ст. до 10 мм. рт. ст. и от 0,1 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст. Диапазон давления может поддерживаться в одном диапазоне согласно настоящему раскрытию посредством средств, описанных в раскрытии для элемента SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино). Примерами средств для подачи водяного пара являются, по меньшей мере, один из контроллеров массового расхода и резервуар, содержащий H_2O, такой как гидратированный цеолит, или солевую ванну, такую как раствор KOH, который отводит газы H_2O при желаемом диапазоне давлений. Вода может подаваться шприцевым насосом, при этом подача в вакуум приводит к испарению воды.

Определённые варианты осуществления настоящего раскрытия направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, приблизительно 100 $А/см^2$ или, по меньшей мере, приблизительно 5000 кВт; множество электродов, электрически соединённых с источником электроэнергии; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма твёрдого топлива, при этом множество электродов выполнены с возможностью подачи электрической энергии на твёрдое топливо для производства плазмы; и, по меньшей мере, одно из устройств из числа плазменного преобразователя энергии, фотогальванического преобразователя

энергии и преобразователя тепла в электроэнергию, предназначенное для приёма, по меньшей мере, части плазмы, фотонов и/или тепла, генерируемых в результате реакции. Другие варианты осуществления направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: множество электродов; область загрузки топлива, расположенную между множеством электродов и выполненную с возможностью приёма токопроводящего топлива, причём множество электродов выполнены с возможностью подачи тока на токопроводящее топливо, достаточного для зажигания токопроводящего топлива и генерирования, по меньшей мере, или плазмы, или тепловой энергии; механизм подачи для перемещения токопроводящего топлива в область загрузки топлива; и, по меньшей мере, одно из устройств из числа фотогальванического преобразователя энергии для преобразования плазменных фотонов в форму энергии, или преобразователя тепла в электрическую энергию для преобразования тепловой энергии в нетепловую форму энергии, содержащую электричество или механическую энергию. Дополнительные варианты осуществления изобретения направлены на способ генерации энергии, включающий в себя: подачу некоторого количества топлива в область загрузки топлива, причём зона загрузки топлива располагается среди множества электродов; зажигание топлива путём пропускания тока, по меньшей мере, приблизительно 2000 А/см^2 через топливо путём подачи тока на множество электродов, чтобы генерировать, по меньшей мере, одно из следующего: плазму, свет и тепло; приём по меньшей мере части света в фотоэлектрическом преобразователе энергии; преобразование света в другую форму энергии с использованием фотогальванического преобразователя энергии; и вывод другой формы энергии.

Дополнительные варианты осуществления изобретения направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, приблизительно 5000 кВт; множество разнесённых электродов, причём множество электродов, по меньшей мере, частично окружающих топливо, электрически соединены с источником электроэнергии и выполнены с возможностью приёма тока для зажигания топлива, и по меньшей мере один из множества электродов является подвижным; механизм доставки для перемещения топлива; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования плазмы, генерируемой при воспламенении топлива, в неплазменную форму энергии. Дополнительно в настоящем раскрытии представлена система генерирования электроэнергии, содержащая: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 2000 А/см^2; множество разнесённых электродов, причём множество электродов, по меньшей мере, частично окружающих топливо, электрически соединены с источником электроэнергии и выполнены с возможностью

приёма тока для зажигания топлива, и по меньшей мере один из множества электродов является подвижным; механизм доставки для перемещения топлива; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования плазмы, генерируемой при воспламенении топлива, в неплазменную форму энергии.

Другие варианты осуществления изобретения направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 5000 кВт или, по меньшей мере, около 2000 А/см^2; множество разнесённых электродов, причём, по меньшей мере, один из множества электродов содержит механизм сжатия; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма топлива, при этом область загрузки топлива окружена множеством электродов, в результате чего механизм сжатия по меньшей мере одного электрода ориентирован в направлении области загрузки топлива, и при этом множество электродов электрически присоединены к источнику электропитания, выполненному с возможностью подачи энергии на топливо, принятого в области загрузки топлива, для зажигания топлива; механизм подачи для перемещения топлива в область загрузки топлива; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования фотонов, генерируемых при воспламенении топлива, в нефотонную форму энергии. Другие варианты осуществления настоящего раскрытия направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 2000 А/см^2; множество разнесённых электродов, причём, по меньшей мере, один из множества электродов содержит механизм сжатия; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма топлива, при этом область загрузки топлива окружена множеством электродов, в результате чего механизм сжатия по меньшей мере одного электрода ориентирован в направлении области загрузки топлива, и при этом множество электродов электрически присоединены к источнику электропитания, выполненному с возможностью подачи энергии на топливо, принятого в области загрузки топлива, для зажигания топлива; механизм подачи для перемещения топлива в область загрузки топлива; и плазменный преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования плазмы, генерируемой при воспламенении топлива, в неплазменную форму энергии.

Варианты осуществления изобретения настоящего раскрытия также направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: множество электродов; область загрузки топлива, окруженную множеством электродов и выполненную с возможностью приёма топлива, при этом множество электродов выполнено с возможностью зажигания топлива, расположенного в области загрузки топлива; механизм подачи для перемещения

топлива в область загрузки топлива; фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования фотонов, генерируемых при воспламенении топлива, в нефотонную форму энергии; удаляющую систему для удаления побочного продукта из воспламенённого топлива; и систему регенерации, функционально связанную с системой удаления, для рециркуляции удалённого побочного продукта воспламенённого топлива в переработанное топливо. Определённые варианты осуществления настоящего раскрытия также направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, выполненный с возможностью вывода тока, по меньшей мере, около 2000 А/см^2 или, по меньшей мере, около 5000 кВт; множество разнесённых электродов, электрически соединённых с источником электроэнергии; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма топлива, причём область загрузки топлива окружена множеством электродов, и при этом множество электродов выполнено с возможностью подачи энергии на топливо для зажигания топлива, когда оно принимается в области загрузки топлива; механизм подачи для перемещения топлива в область загрузки топлива; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования множества фотонов, генерируемых при воспламенении топлива, в нефотонную форму энергии. Определённые варианты осуществления изобретения могут дополнительно включать в себя один или несколько выводов для выходной мощности, функционально связанных с фотоэлектрическим преобразователем энергии; устройство накопления энергии; датчик, выполненный с возможностью измерения, по меньшей мере, одного параметра, связанного с системой генерирования электроэнергии; и контроллер, выполненный с возможностью управления, по меньшей мере, процессом, связанным с системой генерирования энергии. Определённые варианты осуществления изобретения настоящего раскрытия также направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, выполненный с возможностью вывода тока, по меньшей мере, около 2000 А/см^2 или, по меньшей мере, около 5000 кВт; множество разнесённых электродов, причём множество электродов, по меньшей мере, частично окружающих топливо, электрически соединены с источником электроэнергии и выполнены с возможностью приёма тока для зажигания топлива, и по меньшей мере один из множества электродов является подвижным; механизм доставки для перемещения топлива; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования фотонов, генерируемых при воспламенении топлива, в другую форму энергии.

Дополнительные варианты осуществления изобретения настоящего раскрытия

направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 5000 кВт или, по меньшей мере, около 2000 А/см^2; множество разнесённых электродов, электрически соединённых с источником электроэнергии; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма топлива, причём область загрузки топлива окружена множеством электродов, и при этом множество электродов выполненную с возможностью подачи энергии на топливо для зажигания топлива, когда оно принимается в области загрузки топлива; механизм подачи для перемещения топлива в область загрузки топлива; фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования множества фотонов, генерируемых при воспламенении топлива, в нефотонную форму энергии; датчик, выполненный с возможностью измерения, по меньшей мере, одного параметра, связанного с системой генерирования электроэнергии; и контроллер, выполненный с возможностью управления, по меньшей мере, процессом, связанным с системой генерирования энергии. Дополнительные варианты осуществления направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 2000 А/см^2; множество разнесённых электродов, электрически соединённых с источником электроэнергии; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма топлива, причём область загрузки топлива окружена множеством электродов, и при этом множество электродов выполнено с возможностью подачи энергии на топливо для зажигания топлива, когда оно принимается в области загрузки топлива; механизм подачи для перемещения топлива в область загрузки топлива; плазменный преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования плазмы, генерируемой при воспламенении топлива, в неплазменную форму энергии; датчик, выполненный с возможностью измерения, по меньшей мере, одного параметра, связанного с системой генерирования электроэнергии; и контроллер, выполненный с возможностью управления, по меньшей мере, процессом, связанным с системой генерирования энергии.

Определённые варианты осуществления изобретения настоящего раскрытия направлены на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 5000 кВт или, по меньшей мере, около 2000 А/см^2; множество разнесённых электродов, электрически соединённых с источником электроэнергии; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма топлива, причём область загрузки топлива окружена множеством электродов, и при этом множество электродов выполнено с возможностью подачи энергии на топливо для зажигания топлива, когда оно принимается в области загрузки топлива, при этом давление

в области загрузки топлива представляет собой частичный вакуум; механизм подачи для перемещения топлива в область загрузки топлива; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования плазмы, генерируемой при воспламенении топлива, в неплазменную форму энергии. Определённые варианты осуществления могут включать в себя один или несколько из следующих дополнительных признаков: фотогальванический преобразователь энергии может быть расположен внутри вакуумного элемента; фотогальванический преобразователь энергии может включать в себя, по меньшей мере, одно из покрытий из числа антиотражающего покрытия, покрытия для согласования оптического импеданса или защитного покрытия; фотогальванический преобразователь энергии может быть функционально связан с системой очистки, выполненной с возможностью очистки, по меньшей мере, части фотогальванического преобразователя энергии; система генерирования энергии может включать в себя оптический фильтр; фотогальванический преобразователь энергии может содержать, по меньшей мере, один элемент из числа: монокристаллического элемента, поликристаллического элемента, аморфного элемента, элемента с цепочечным/ленточным кремнием, многопереходного элемента, гомопереходного элемента, гетеропереходного элемента, устройства со структурой p-i-n, тонкоплёночного элемента, сенсибилизированного красителем элемента и органического фотогальванического элемента; при этом фотогальванический преобразователь энергии может содержать многопереходной элемент, причём многопереходной элемент содержит, по меньшей мере, один из видов элемента из числа инвертированного элемента, вертикального элемента, элемента с несовпадающей решёткой, согласованной решёткой элемента и элемента, содержащего группу III -V полупроводниковых материалов.

Дополнительные показательные варианты осуществления изобретения направлены на систему, выполненную с возможностью генерации энергии, содержащую: источник топлива, выполненный с возможностью подачи топлива; источник питания, выполненный с возможностью подачи электроэнергии; и, по меньшей мере, одну пару электродов, выполненных с возможностью приёма топлива и электроэнергии, причём электроды выборочно направляют электроэнергию в локальную область вокруг электродов, чтобы зажечь топливо в локальной области. Некоторые варианты осуществления изобретения направлены на способ производства электроэнергии, содержащий: подачу топлива к электродам; подачу тока на электроды для зажигания локализованного топлива для производства энергии; и преобразование, по меньшей мере, части энергии, производимой с помощью зажигания, в электрическую энергию.

Другие варианты осуществления изобретения направлены на систему генерирования

электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 2000 А/см^2; множество разнесённых электродов, электрически соединённых с источником электроэнергии; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма топлива, причём область загрузки топлива окружена множеством электродов, и при этом множество электродов выполнено с возможностью подачи энергии на топливо для зажигания топлива, когда оно принимается в области загрузки топлива, при этом давление в области загрузки топлива представляет собой частичный вакуум; механизм подачи для перемещения топлива в область загрузки топлива; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования плазмы, генерируемой при воспламенении топлива, в неплазменную форму энергии.

Дополнительные варианты осуществления изобретения направлены на элемент для генерирования электроэнергии, содержащий: выходное отверстие, соединённое с вакуумным насосом; множество электродов, электрически соединённых с источником электроэнергии, по меньшей мере, приблизительно 5000 кВт; область загрузки топлива, выполненную с возможностью приёма топлива на водной основе, содержащего главным образом массу H_2O, причём множество электродов выполнено с возможностью подачи энергии на топливо на водной основе для генерации, по меньшей мере, или дуговой плазмы, или тепловой мощности; и преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования, по меньшей мере, части, по меньшей мере, или дуговой плазмы, или тепловой энергии в электрическую энергию. Также раскрывается система генерирования электроэнергии, содержащая: источник электроэнергии, по меньшей мере, приблизительно 5000 А/см^2; множество электродов, электрически соединённых с источником электроэнергии; область загрузки топлива, выполненная с возможностью приёма топлива на водной основе, содержащего главным образом массу H_2O, причём множество электродов выполнено с возможностью подачи энергии на топливо на водной основе для генерации, по меньшей мере, или дуговой плазмы, или тепловой мощности; и преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования, по меньшей мере, части, по меньшей мере, или дуговой плазмы, или тепловой мощности в электрическую мощность. В варианте осуществления преобразователь энергии содержит фотогальванический преобразователь оптической мощности в электричество.

Дополнительные варианты осуществления изобретения направлены на способ генерации энергии, включающий в себя: загрузку топлива в область загрузки топлива, при этом зона загрузки топлива включает в себя множество электродов; прикладывание тока, по меньшей мере, приблизительно 2000 А/см^2 к множеству электродов для зажигания топлива, чтобы сгенерировать, по меньшей мере, одно из двух явлений: плазму дуги или

тепловую энергию; выполнение по меньшей мере одного из двух явлений: прохождение плазменной дуги через фотогальванический преобразователь для генерации электрической энергии; и прохождение тепловой энергии через термоэлектрический преобразователь для генерирования электроэнергии; и выведение, по меньшей мере, части генерируемой электрической энергии. Также раскрывается система генерирования электроэнергии, содержащая: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 5000 кВт; множество электродов, электрически соединённых с источником питания, причём множество электродов выполнено с возможностью подачи электрической энергии к топливу на водной основе, содержащему главным образом массу H_2O, для генерации тепловой энергии; и теплообменник, выполненный с возможностью преобразования по меньшей мере части тепловой энергии в электрическую энергию; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования, по меньшей мере, части света в электрическую энергию. Кроме того, другой вариант осуществления направлен на систему генерирования электроэнергии, содержащую: источник электроэнергии, по меньшей мере, около 5000 кВт; множество разнесённых электродов, причём, по меньшей мере, один из множества электродов содержит механизм сжатия; область загрузки топлива, выполненная с возможностью приёма топлива на водной основе, содержащего главным образом массу H_2O, причём область загрузки топлива окружена множеством электродов, таким образом механизм сжатия по меньшей мере одного электрода ориентирован в направлении области загрузки топлива, и при этом множество электродов электрически соединено с источником электроэнергии и выполнено с возможностью подачи энергии к топливу на водной основе, принимаемому в области загрузки топлива, для зажигания топлива; механизм подачи для перемещения топлива на водной основе в область загрузки топлива; и фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью преобразования плазмы, генерируемой при воспламенении топлива, в неплазменную форму энергии.

Краткое описание чертежей

Прилагаемые чертежи, которые включены в настоящую спецификацию и составляют её часть, иллюстрируют несколько вариантов осуществления раскрытия изобретения и вместе с описанием служат для объяснения принципов раскрытия. На чертежах:

Фиг. 1 (2I28) представляет собой схематический чертёж узла магнитного ярма электромагнитного насоса элемента SF-CIHT или генератора энергии SunCell® с магнитами и без них, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I69) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического

генератора энергии SunCell®, показывающий в разобранном виде поперечное сечение электромагнитного насоса и сборочного узла резервуара, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I80) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы с электромагнитными насосами в качестве жидких электродов, с компонентами, размещёнными в одном внешнем сосуде высокого давления, показывающий вид в поперечном разрезе в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I81) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы с электромагнитными насосами в качестве жидких электродов, показывающий резервуар и сборочный узел излучателя абсолютно чёрного тела, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I82) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы с электромагнитными насосами, в качестве жидких электродов, показывающий прозрачный вид резервуара и сборочного узла излучателя абсолютно чёрного тела, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I83) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы с электромагнитными насосами в качестве жидких электродов, показывающий нижнюю полусферу излучателя абсолютно чёрного тела и двойные сопла, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I84) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы с электромагнитными насосами в качестве жидких электродов, показывающий генератор с наружным сосудом высокого давления, а также показывающий проходы основания наружного сосуда высокого давления, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I85) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы с электромагнитными насосами в качестве жидких электродов, показывающий генератор с удаленной верхней частью наружного сосуда высокого давления, показывающий проходы основания наружного сосуда высокого давления, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I86) представляет собой схематический чертёж коронарного сечения xz термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I87) представляет собой схематический чертёж поперечного сечения yz термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I88) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показаны опорные компоненты генератора, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I89) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показаны опорные компоненты генератора, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I90) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показаны опорные компоненты генератора в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I91) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показаны опорные компоненты генератора, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I92) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показаны опорные компоненты генератора, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I93) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного

насоса, в качестве жидких электродов, показывающий вертикально убирающуюся антенну в верхнем положении или в положении нагрева резервуара, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I94) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса, в качестве жидких электродов, показывающий вертикально убирающуюся антенну в нижнем положении или в положении охлаждения-нагревая в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I95) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показан исполнительный механизм для изменения вертикального положения катушки нагревателя, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I96) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий механизм привода исполнительного механизма для изменения вертикального положения катушки нагревателя, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I97) представляет собой схематический вид в поперечном разрезе термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий привод для изменения вертикального положения катушки нагревателя в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I98) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий сборочный узел электромагнитного насоса, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I99) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий соединители резервуара с накидной гайкой, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 1 (2I100) представляет собой схематический чертёж, показывающий внешний вид и вид в поперечном разрезе термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, содержащих соединители резервуара с накидной гайкой, в соответствии с

вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I101) представляет собой схематический вид сверху в поперечном разрезе термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I102) представляет собой схематический чертёж в поперечном разрезе, показывающий герметизирующий сосуд для изоляции от твёрдых частиц, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I103) представляет собой схематический вид в поперечном разрезе термофотогальванического генератора энергии SunCell®, включающего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий герметизирующий сосуд для изоляции от твёрдых частиц, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I104) - 1 (2I114) являются схематическими чертежами термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, с датчиком уровня рентгеновского излучения, соединителями с накидной гайкой и нижней камерой для размещения стабилизаторов напряжения и источников питания, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I115) представляет собой схематический чертёж клетки Фарадея электромагнитного (EM) насоса, в которой размещаются два электромагнита EM и контуры охлаждения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

ерву 1 (2I116) представляет собой схематический чертёж клетки Фарадея электромагнитного (EM) насоса, в которой размещаются один электромагнит EM и контуры охлаждения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I117) – 1 (2I126) представляют собой схематические чертежи термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, с датчиком уровня рентгеновского излучения, соединителями с накидной гайкой и нижней камерой для размещения стабилизаторов напряжения и источников питания, в соответствии с воплощение настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I127) – 1 (2I130) представляют собой схематические чертежи прототипа термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные

инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидкостных электродов, и соединители с накидной гайкой, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I131) представляет собой схематический чертёж частей прототипа термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидкостных электродов, и соединители с накидной гайкой, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I132) представляет собой схематический чертёж генератора энергии SunCell®, показывающий детали оптического распределения и систему фотогальванического преобразователя, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I133) представляет собой схематический чертёж треугольного элемента геодезической компактной группы приёмников фотогальванического преобразователя или теплообменника, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I134) представляет собой схематический чертёж генератора энергии SunCell®, показывающий детали кубического вторичного излучателя и системы фотогальванического преобразователя с индуктивно-связанным нагревателем в активном положении, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I135) представляет собой схематический чертёж генератора энергии SunCell®, показывающий детали кубического вторичного излучателя и системы фотогальванического преобразователя с индуктивно-связанным нагревателем в положении для хранения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I136) представляет собой схематический чертёж системы кубического фотогальванического преобразователя, содержащей кубический вторичный излучатель, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I137) представляет собой схематический чертёж генератора энергии SunCell®, показывающий детали кубического вторичного излучателя и системы фотогальванического преобразователя со снятой нагревательной антенной, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I138) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного

насоса в качестве жидких электродов, показывающий сборочный узел электромагнитного насоса с впускной вертикальной трубкой, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I139) представляет собой схематическое изображение гидравлического затвора сборочного узла резервуар-к электромагнитному насосу EM, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I140) представляет собой схематическое изображение гидравлического затвора сборочного узла резервуар-к электромагнитному насосу EM, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I141) представляет собой схематический чертёж внутреннего или обратного уплотнения накидной гайки сборочного узла резервуар-к электромагнитному насосу EM, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I142) представляет собой схематический чертёж компрессионного уплотнения сборочного узла резервуар-к электромагнитному насосу EM, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I143) представляет собой схематический чертёж термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий наклонный сборочный узел электромагнитного насоса с впускной вертикальной трубкой и термофотогальваническим PV преобразователем увеличенного радиуса для уменьшения интенсивности светового излучения абсолютно чёрного тела, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I144) – 1 (2I145) представляют собой схематические чертежи термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показан наклонный сборочный узел электромагнитного насоса с впускной вертикальной трубкой, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I146) – 1 (2I147) представляют собой схематические чертежи термофотогальванического генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показан наклонный сборочный узел электромагнитного насоса с впускной вертикальной трубкой и прозрачной реакционной камерой энергетического элемента, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I148) представляет собой схематический вид сверху радиочастотной (RF) антенны индуктивно-связанного нагревателя, содержащей две отдельные антенные

катушки, каждая из которых содержит верхнюю плоскую опорную подставку и нижнюю параллельную плоскости трубок электромагнитного насоса омегаобразную плоскую дисковую катушку, конденсаторную коробку для каждой катушки антенны и двусторонний исполнительный механизм для горизонтального перемещения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I149) представляет собой схематический вид сверху радиочастотной (RF) антенны индуктивно-связанного нагревателя, содержащей две отдельные антенные катушки, каждая из которых содержит верхнюю плоскую опорную подставку и нижнюю параллельную плоскости трубок электромагнитного насоса омегаобразную плоскую дисковую катушку, общую конденсаторную коробку антенной катушки с гибкими антенными соединениями и двусторонний исполнительный механизм для горизонтального перемещения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I150) представляет собой два вида схематического изображения радиочастотной (RF) антенны индуктивно-связанного нагревателя, содержащего верхний сегментированный овал, который является кольцеобразным для обоих резервуаров, причём каждый контур содержит гибкую секцию антенны и нижнюю, параллельную плоскости трубок электромагнитного насоса, омегаобразную плоскую дисковую катушку, имеющую общую конденсаторную коробку для катушки антенны с гибкими антенными соединениями и двусторонним исполнительным механизмом для горизонтального перемещения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I151) представляет собой два вида схематического изображения радиочастотной (RF) антенны индуктивно-связанного нагревателя, содержащей разделённую верхнюю кольцеобразную овальную катушку и нижнюю плоскую дисковую катушку, соединённую с одной половиной овальной катушки, при этом две половины овала соединяются с помощью петли соединительных проводников тока, когда половинки находятся в закрытом положении, как показано в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I152) представляет собой четыре вида схематического изображения радиочастотной (RF) антенны индуктивно-связанного нагревателя, содержащей разделённую верхнюю кольцеобразную овальную катушку и нижнюю плоскую дисковую катушку, соединённую с одной половиной овальной катушки, при этом две половины овала соединены петлёй токопроводящих соединителей, когда половины, показанные в открытом положении, перемещаются в закрытое положение, в соответствии с вариантом

осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I153) – 1 (2I155) представляют собой схематический чертёж генератора тепловой энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, на котором показан полый тепловой поглотитель, имеющий стенки со встроенными трубками охлаждающей жидкости, для поглощения тепловой энергии от излучателя абсолютно чёрного тела и передачи тепла к охлаждающей жидкости, а затем – к вторичному теплообменнику для вывода горячего воздуха, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I156) представляет собой схематический чертёж генератора тепловой энергии SunCell®, содержащего верхний и нижний теплообменники для вывода пара, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I157) – 1 (2I158) представляют собой схематический чертёж генератора тепловой энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающие верхнюю и нижнюю трубки парового котла для вывода пара, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I159) представляет собой схематический чертёж трубок парового котла и камеры парового котла теплового генератора SunCell® для вывода пара в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I160) представляет собой схематический чертёж реакционной камеры, трубок парового котла и котельной камеры теплового генератора SunCell® для вывода пара, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I161) представляет собой схематический чертёж компонентов магнитогидродинамического (МГД) преобразователя: катода, анода, изолятора и проходного фланца шины, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I162) – 1 (2I166) представляют собой схематические чертежи генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающие наклонные резервуары, и магнитогидродинамический (МГД) преобразователь, содержащий пару возвратных МГД электромагнитных насосов, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I167) – 1 (2I173) представляют собой схематические чертежи генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающие наклонные резервуары, и магнитогидродинамический (МГД) преобразователь, содержащий пару возвратных МГД электромагнитных насосов и

пару возвратных МГД газовых насосов или компрессоров, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I174) – 1 (2I176) представляют собой схематические чертежи генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающие наклонные резервуары, сборочный узел трубок керамического электромагнитного насоса и магнитогидродинамический (МГД) преобразователь, содержащий пару возвратных МГД электромагнитных насосов, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I177) представляют собой схематический чертёж магнитогидродинамического (МГД) генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий наклонные резервуары, сборочный узел трубок керамического электромагнитного насоса и прямой МГД-канал, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I178) представляет собой схематический чертёж магнитогидродинамического (МГД) генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий наклонные резервуары, и прямой МГД-канал, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I179-2I183) представляют собой схематические чертежи магнитогидродинамического (МГД) генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающие наклонные резервуары, сферическую реакционную камеру энергетического элемента, прямой МГД-канал и корпус для добавления газа, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I184) представляет собой схематические чертежи магнитогидродинамических (МГД) генераторов энергии SunCell®, содержащих двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающие наклонные резервуары, сферическую реакционную камеру энергетического элемента, прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа, и одноступенчатые индукционные электромагнитные насосы для впрыска, а также либо одноступенчатые индукционные, либо проводящие постоянный ток возвратные МГД электромагнитные насосы, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I185) представляет собой схематический чертёж одноступенчатого

индукционного впрыскивающего электромагнитного насоса, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I186) представляет собой схематический чертёж магнитогидродинамического (МГД) генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий наклонные резервуары, сферическую реакционную камеру энергетического элемента, прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа, двухступенчатые индукционные электромагнитные насосы, как для впрыска, так и для возврата МГД, и систему индукционного зажигания, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I187) представляет собой схематический чертёж сборочного узла опорной плиты резервуара и соединительных компонентов впускной вертикальной трубки, трубки инжектора и сопла, а также фланцев, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения раскрытия.

Фиг. 1 (2I188) представляет собой схематический чертёж двухступенчатого индукционного электромагнитного насоса, в котором первая ступень служит в качестве возвратного МГД электромагнитного насоса, а вторая ступень служит в качестве инжекционного электромагнитного насоса, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I189) представляет собой схематический чертёж системы индукционного зажигания, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I190) – 1 (2I191) представляют собой схематические чертежи магнитогидродинамического (МГД) генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающие наклонные резервуары, сферическую реакционную камеру энергетического элемента, прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа, двухступенчатые индукционные электромагнитные насосы, как для впрыска, так и для МГД-возврата, каждый из которых имеет систему принудительного воздушного охлаждения и систему индукционного зажигания, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I192) представляет собой схематический чертёж магнитогидродинамического (МГД) генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающий наклонные резервуары, сферическую реакционную камеру энергетического элемента,

прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа, двухступенчатые индукционные электромагнитные насосы для впрыска и возврата МГД, каждый из которых имеет систему принудительного жидкостного охлаждения, систему индукционного зажигания и индуктивно связанные нагревательные антенны на трубках электромагнитного насоса, резервуарах, реакционной камере энергетического элемента и обратном трубопроводе МГД, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 1 (2I193) - 1 (2I195) представляют собой схематические чертежи магнитогидродинамического (МГД) генератора энергии SunCell®, содержащего двойные инжекторы электромагнитного насоса в качестве жидких электродов, показывающие наклонные резервуары, сферическую реакционную камеру энергетического элемента, прямой магнитогидродинамический (МГД) канал, корпус для добавления газа, двухступенчатые индукционные электромагнитные насосы, как для впрыска, так и для МГД-возврата, каждый из которых имеет систему принудительного воздушного охлаждения и систему индукционного зажигания, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 1 (2I196) представляет собой схематический чертёж двух генераторов тепловой энергии SunCell®, один из которых содержит теплообменник в виде излучающего поглотителя тепла с формой полусферической оболочки в виде раковины, имеющий стенки со встроенными трубками охлаждающей жидкости, для поглощения тепловой энергии из реакционной камеры, содержащей излучатель абсолютно чёрного тела, и для передачи тепла к охлаждающей жидкости, а другой генератор содержит круговой цилиндрический теплообменник и паровой котёл, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 2 представляет собой схематическое изображение фазовой диаграммы серебро-кислород из Справочника Smithells Metals, 8-е издание (Smithells Metals Reference Book-8th Edition), 11-20, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 3 представляет собой абсолютный спектр в области от 5 до 450 нм при воспламенении 80 мг дозы серебра, содержащего поглощенные H_2 и H_2O в результате обработки газа расплавом серебра перед подачами капель в резервуар для воды, показывающий среднюю NIST калиброванную оптическую силу 1,3 МВт, по существу, полностью сосредоточенную в ультрафиолетовой и крайней коротковолновой ультрафиолетовой областях спектра, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 4 представляет собой спектр (область от 100 нм до 500 нм с отсечкой при 180 нм из-за окна сапфирового спектрометра) зажигания расплавленного серебра, накачанного в W электроды в атмосфере аргона с окружающим давлением паров H_2O около 1 мм. рт. ст., показывающий излучение УФ-линии, которое переходило в излучение абсолютно чёрного тела при 5000К, когда атмосфера становилась оптически толстой для УФ-излучения с испарением серебра, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

Фиг. 5 представляет собой схематический чертёж реакционной камеры энергетического элемента гидрино, содержащей средство для детонации проволоки, служащее по меньшей мере одним из источников реагентов, и средство для распространения реакции гидрино с образованием макроагрегатов или полимеров, содержащих виды водорода с более низкой энергией, такие как молекулярное гидрино, в соответствии с вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения.

В данном описании раскрываются каталитические системы для выделения энергии из атомарного водорода с образованием состояний с более низкой энергией, где электронная оболочка находится в более близком положении относительно ядра. Высвобождаемая энергия используется для генерации электроэнергии, и при этом дополнительно новые виды и соединения водорода, которые являются желаемыми продуктами. Эти энергетические состояния предсказываются классическими физическими законами и требуют, чтобы катализатор принимал энергию от водорода, чтобы пройти соответствующий переход высвобождения энергии.

Классическая физика даёт замкнутые решения для атома водорода, гидрид-иона, молекулярного иона водорода и молекулы водорода и предсказывает соответствующие соединения, имеющие дробные главные квантовые числа. Атомарный водород может подвергаться каталитической реакции с определёнными соединениями, включающими сам атомарный водород, которые могут принимать энергию в целых кратных от потенциальной энергии атомарного водорода, м • 27,2 эВ, где m является целым числом. Предсказанная реакция включает в себя резонансную безызлучательную передачу энергии от стабильного в другом случае атомарного водорода к катализатору, способному принимать энергию. Продукт представляет собой H(1/p), дробные ридберговские состояния атомарного водорода, называемые «атомами гидрино», где n = 1/2, 1/3, 1/4,…, 1/p (p≤137 - целое число) заменяет хорошо известный параметр n = целое число в уравнении Ридберга для возбуждённых состояний водорода. Каждое состояние гидрино также содержит электрон, протон и фотон, но полевой вклад от фотона скорее увеличивает энергию связи, чем уменьшает её, что скорее соответствует десорбции

энергии, а не её поглощению. Поскольку потенциальная энергия атомарного водорода составляет 27,2 эВ, атомы mH служат катализатором m• 27,2 эВ для другого ($m+1$)-го H - го атома H [1]. Например, атом H может выступать в качестве катализатора для другого H, принимая 27,2 эВ от него через передачу энергии через пространство, например, посредством магнитного или индуцированного электрического диполь-дипольного соединения, чтобы образовать промежуточное соединение, которое распадается с испусканием непрерывного спектра с коротковолновыми предельными значениями и энергиями $m^2 \cdot 13.6\ eV \left(\frac{91.2}{m^2}\ nm \right)$. В дополнение к атомарному H, молекула, которая принимает m• 27,2 эВ от атомарного H с уменьшением величины потенциальной энергии молекулы на ту же самую энергию, может также служить катализатором. Потенциальная энергия H_2O составляет 81,6 эВ. В этом случае, по тому же самому механизму, предполагается, что образующаяся молекула H_2O (не связанная водородом в твёрдом, жидком или газообразном состоянии), образованная термодинамически выгодным восстановлением оксида металла, будет служить катализатором для образования H(1/4) с выделением энергии 204 эВ, включающий в себя передачу 81,6 эВ в HOH и высвобождение непрерывного излучения с отсечкой при 10,1 нм (122,4 эВ).

В каталитической реакции H-атома, включающей переход в $H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right]$ состояние, атомы mH служат катализатором m• 27,2 эВ для другого (m + 1)-го атома H. Тогда реакция между m + 1 атомами водорода, при которой m атомов резонансно и безызлучательно принимают m • 27,2 эВ от (m + 1)-го атома водорода, в то время как mH служит катализатором, определяется как

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

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

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

И общая реакция

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

Реакция катализа (m = 3) относительно потенциальной энергии образующейся H_2O

[1] составляет

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

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

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

И общая реакция

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

После передачи энергии катализатору (уравнения (1) и (5)) образуется промежуточное соединение $H*\left[\frac{a_H}{m+1}\right]$, имеющее радиус атома H и центральное поле в (m + 1) раз превышающее центральное поле протона. Предполагается, что радиус уменьшается по мере того, как электрон подвергается радиальному ускорению до стабильного состояния, имеющего радиус 1/(m + 1) от радиуса некатализированного атома водорода, с выделением $m^2 \cdot 13.6$ эВ энергии. Предполагается, что полоса крайней непрерывной коротковолновой области ультрафиолетового излучения, обусловленная промежуточным соединением $H*\left[\frac{a_H}{m+1}\right]$ (например, уравнение (2) и уравнение (6)), будет иметь коротковолновую границу спектральной чувствительности и энергию $E_{\left(H \rightarrow H\left[\frac{a_H}{p=m+1}\right]\right)}$, учитывая, что

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

и проходят в область более длинных длин волн, чем соответствующие предельные значения. Здесь предполагается, что полоса крайней непрерывной коротковолновой области ультрафиолетового излучения вследствие распада промежуточного соединения $H*[a_H / 4]$ будет иметь коротковолновую отсечку при $E = m^2 \cdot 13,6 = 9 \cdot 13,6 = 122,4$ эВ (10,1 нм) [где $p = m + 1 = 4$ и $m = 3$ в формуле (9)] и распространяется на более длинные волны. Полоса непрерывного излучения на длине волны 10,1 нм и переход к более длинным волнам для теоретически предсказанного перехода H в более низкую энергию, так называемое состояние «гидрино» H (1/4), наблюдались только в результате

импульсных газовых разрядов, содержащих некоторое количество водорода. Другое наблюдение, предсказанное уравнениями (1) и (5), состоит в образовании быстрых возбужденных атомов H в результате рекомбинации быстрых H+. Быстрые атомы вызывают увеличение расширенной бальмеровской α эмиссии. Расширение бальмеровской α линии более чем на 50 эВ, которое выявляет популяцию атомов водорода с необычайно высокой кинетической энергией в некоторых смешанных водородных плазмах, является хорошо установленным явлением, причиной которого является энергия, выделяющаяся при образовании гидрино. Быстрый H ранее наблюдался в отшнурованной плазме с непрерывной эмиссией водорода.

Возможен дополнительный катализатор и реакции с образованием гидрино. Необходимо присутствие определённых частиц (например, He +, Ar +, Sr +, K, Li, HCl и NaH, OH, SH, SeH, образующаяся H_2O, nH (n = целое число)), которые можно идентифицировать на основе их известных уровней энергии электронов с атомарным водородом, чтобы катализировать процесс. Реакция включает в себя безызлучательный перенос энергии с последующей непрерывной эмиссией q•13,6 эВ или переносом q•13,6 эВ к H с образованием необычайно горячего возбужденного состояния H и атома водорода, который имеет более низкую энергию, чем непрореагировавший атомный водород, что соответствует дробному главному квантовому числу. То есть в формуле для основных энергетических уровней 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 является радиусом Бора для атома водорода (52,947 пм), e является величиной заряда электрона, а ε_o - вакуумная диэлектрическая проницаемость, дробные квантовые числа:

$$n = 1,\frac{1}{2},\frac{1}{3},\frac{1}{4},...,\frac{1}{p}\ ;\ \text{где p} \le 137 \text{ является целым числом} \tag{12}$$

хорошо известный параметр n = целое число в уравнении Ридберга для возбужденных состояний водорода заменяется и представляет атомы водорода с более низким энергетическим состоянием, называемые «гидрино». Состояние n = 1 водорода и состояния n = 1/целое число водорода являются безызлучательными, но переход между двумя безызлучательными состояниями, скажем от n = 1 к n = 1/2, возможен через безызлучательный перенос энергии. Водород является особым случаем стабильных состояний, определяемых уравнениями. (10) и (12), где соответствующий радиус атома водорода или гидрино определяется как

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

где p = 1, 2, 3,… . Чтобы сохранить энергию, энергия должна быть передана от атома водорода к катализатору в единицах целого числа потенциальной энергии атома водорода в нормальном n = 1 состоянии, а радиус переходит в $a_H/m+p$. Гидрино образуются путём взаимодействия обычного атома водорода с подходящим катализатором, имеющим чистую энтальпию реакции

m • 27,2 эВ (14)

где m является целым числом. Считается, что скорость катализа увеличивается, поскольку чистая энтальпия реакции более близко соответствует m • 27,2 эВ. Было обнаружено, что катализаторы, имеющие чистую энтальпию реакции внутри ±10%, предпочтительно ±5% от m • 27,2 эВ являются подходящими для большинства применений.

Каталитические реакции включают в себя два этапа высвобождения энергии: безызлучательный перенос энергии к катализатору, за которым следует дополнительное высвобождение энергии, когда радиус уменьшается до соответствующего стабильного окончательного состояния. Таким образом, общая реакция задаётся следующим образом:

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

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

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

И общая реакция

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

q, r, m и p являются целыми числами. $H*\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right]$ имеет радиус атома водорода (соответствующий 1 в знаменателе) и центральное поле, эквивалентное значению, которое в (m + p) раз превышает центральное поле протона, и $H\left[\frac{a_H}{(m+p)}\right]$ соответствует стабильному состоянию с радиусом $\frac{1}{(m+p)}$ относительно H.

Каталитический продукт $H(1/p)$ также может реагировать с электроном с образованием гидрино-гидридного иона $H^-(1/p)$, или два $H(1/p)$ могут реагировать с образованием соответствующего молекулярного гидрино $H_2(1/p)$. В частности, каталитический продукт $H(1/p)$ также может реагировать с электроном с образованием нового гидридного иона $H^-(1/p)$ с энергией E_B связи:

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

где p = целое число > 1, S = ½, ħ - постоянная Планка, μ_o - проницаемость вакуума, m_e - масса электрона, μ_e - уменьшенная приведённая масса электрона, определяемая $\mu_e = \frac{m_e m_p}{\frac{m_e}{\sqrt{\frac{3}{4}}} + m_p}$, где m_p - масса протона, ao- радиус Бора, и ионный радиус составляет $r_1 = \frac{a_0}{p}\left(1+\sqrt{s(s+1)}\right)$. Из уравнения (19) рассчитанная энергия ионизации гидрид-иона равна 0.75418 эВ, а экспериментальное значение составляет 6082.99 ± 0.15 $см^{-1}$ (0,75418 эВ). Энергии связи гидрино-гидридных ионов могут быть измерены с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS).

Пики NMR, сдвинутые вверх, являются прямым доказательством существования состояния водорода с более низкой энергией, с уменьшенным радиусом относительно обычного гидрид-иона и имеющего увеличение диамагнитного экранирования протона. Сдвиг задаётся суммой вкладов диамагнетизма двух электронов и фотонного поля величины p (Mills GUTCP Eq. (7.87)):

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

где первый член относится к H^-(с p = 1), а p = целое число > 1 для $H^-(1/p)$, а α является постоянной тонкой структуры. Предсказанные пики гидрино-гидрида чрезвычайно смещены вверх относительно обычного иона-гидрида. В варианте осуществления изобретения пики являются положительными значениями TMS. Сдвиг NMR (ядерный магнитный резонанс) относительно TMS может быть больше, чем известный по меньшей мере для одного из обычных H^-, H, H_2 или H^+ отдельно или содержащих соединение. Сдвиг может быть больше, чем по меньшей мере один из 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 частей на миллион (ppm). Диапазон абсолютного сдвига относительно голого протона, где сдвиг TMS составляет около -31,5 относительно голого протона, может составлять - (p29,9 + $p^2$2,74) частей на миллион (уравнение (20)) в пределах диапазона приблизительно, по меньшей мере, одного из диапазонов: ±5 частей на миллион, ±10 частей на миллион, ±20 частей на миллион, ±30 частей на миллион, ±40 частей на миллион, ±50 частей на миллион, ±60 частей на миллион, ±70 частей на миллион, ±80 частей на миллион, ±90 частей на миллион и ±100 частей на миллион. Диапазон абсолютного сдвига относительно голого протона может составлять - (p29,9 + $p^2$1,59 X 10^{-3}) частей на миллион (уравнение (20)) в диапазоне, по меньшей мере, одного из диапазонов из числа от 0,1% до 99%, от 1% до 50% и от 1% до 10%. В другом варианте осуществления изобретения присутствие соединений гидрино, таких как атом гидрино, гидрид-ион или молекула, в твёрдой матрице, такой как матрица гидроксида, например, NaOH или KOH, вызывает сильнопольный сдвиг протонов матрицы. Протоны матрицы, такие как протоны NaOH или KOH, могут обмениваться. В варианте осуществления изобретения сдвиг может привести к тому, что пик матрицы будет находиться в диапазоне около от -0,1 до -5 ч/млн относительно TMS. Определение NMR (ядерный магнитный резонанс) может включать ядерно-магнитную резонансную спектроскопию (MAS ^1H NMR) с вращающимся магическим углом ^1H.

H(1/p) может реагировать с протоном, а два H(1/p) могут реагировать с образованием, соответственно $H_2(1/p)^+$ и H_2(1/p). Молекулярный ион водорода, молекулярный заряд, функции плотности тока, расстояния связи и энергии были решены с помощью 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, имеющего центральное поле $+pe$ в каждом фокусе вытянутой сфероидальной молекулярной орбитали, равна

$$E_T = -p^2\left\{\begin{array}{l}\dfrac{e^2}{8\pi\varepsilon_o a_H}(4\ln 3-1-2\ln 3)\left[1+p\sqrt{\dfrac{2\hbar\sqrt{\dfrac{2e^2}{4\pi\varepsilon_o\left(2a_H\right)^3}}}{m_e c^2}}\right] \\ -\dfrac{1}{2}\hbar\sqrt{\dfrac{\dfrac{pe^2}{4\pi\varepsilon_o\left(\dfrac{2a_H}{p}\right)^3}-\dfrac{pe^2}{8\pi\varepsilon_o\left(\dfrac{3a_H}{p}\right)^3}}{\mu}}\end{array}\right\} \quad (22)$$

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

где p - целое число, c - скорость света в вакууме, а μ - уменьшенная ядерная масса. Полная энергия молекулы водорода, имеющей центральное поле $+pe$ в каждом фокусе вытянутой сфероидальной молекулярной орбитали, равна

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

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

Энергия E_D диссоциации связи молекулы H_2 (1/p) водорода 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 задаётся уравнениями (23-25):

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

H_2 (1/p) может быть идентифицирован с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS), в которой продукт ионизации в дополнение к ионизированному

электрону может иметь по меньшей мере одну из возможностей, таких как возможности, включающие в себя два протона и электрон, атом водорода (H), атом гидрино, молекулярный ион, водородный молекулярный ион, и $H_2(1/p)^+$, где энергии могут быть сдвинуты матрицей.

NMR (ядерный магнитный резонанс) газообразного продукта катализа обеспечивает окончательную проверку теоретически предсказанного химического сдвига $H_2(1/p)$. В общем предполагается, что ^1H NMR-резонанс $H_2(1/p)$ по прогнозам должен иметь сильнопольный сдвиг относительно H_2 резонанса из-за дробного радиуса в эллиптических координатах, когда электроны находятся значительно ближе к ядрам. Предсказанный сдвиг $\frac{\Delta B_T}{B}$, для $H_2(1/p)$ определяется суммой вкладов диамагнетизма двух электронов и фотонного поля величины p (уравнений Миллса GUTCP (11.415-11.416)):

$$\frac{\Delta B_T}{B} = -\mu_0 \left(4 - \sqrt{2} \ln \frac{\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}-1} \right) \frac{pe^2}{36 a_0 m_e} \left(1 + p\alpha^2 \right) \tag{27}$$

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

где первый член выражения относится к H_2 с p = 1 и p = целое число >1 для $H_2(1/p)$. Экспериментальный абсолютный H_2 газофазный резонансный сдвиг, равный -28,0 частей/млн, прекрасно согласуется с прогнозируемым абсолютным газофазным сдвигом, равным -28,01 частей/млн (уравнение (28)). Предсказанные пики молекулярных гидрино чрезвычайно смещены с направлением в область сильного поля относительно обычного H_2. В варианте осуществления изобретения пики являются сильнопольными сдвигами TMS. Сдвиг NMR относительно TMS может быть больше, чем известный, по меньшей мере, для одного из обычных H^-, H, H_2 или H^+ по отдельности или в составе соединения. Сдвиг может быть больше, чем по меньшей мере один из 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 частей на миллион. Диапазон абсолютного сдвига относительно голого протона, где сдвиг TMS составляет около -31,5 частей/млн относительно голого протона, может составлять - (p 28,01 + $p^2$2,56) частей/млн (уравнение (28)) в пределах диапазона, по меньшей мере, одного диапазона из числа следующих: ±5 частей/млн, ±10 частей/млн, ±20 частей/млн, ±30 частей/млн, ±40 частей/млн, ±50 частей/млн, ±60 частей/млн, ±70 частей/млн, ±80 частей/млн, ±90 частей/млн и ±100 частей/млн. Диапазон абсолютного сдвига относительно голого протона может составлять -(p 28,01 + $p^2$1,49 X 10-3) частей/млн (уравнение (28)) в диапазоне, по меньшей мере, одного из следующих: от около 0,1% до 99%, от 1% до 50% и от 1% до 10%.

Энергии E_{vib} колебаний для перехода от υ = 0 к υ = 1 молекул H_2(1/p) водородного типа составляют:

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

где p составляет целое число.

Энергии E_{rot} вращения, для перехода от J к J+1 молекул H_2(1/p) водородного типа 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 составляет целое число, а I представляет момент инерции. Колебательно-вращательное излучение H_2(1/4) наблюдалось на возбужденных электронным лучом молекулах в газах и захваченных в твёрдой матрице.

Зависимость p^2 вращательных энергий является следствием обратной зависимости p межъядерного расстояния и соответствующего воздействия от момента инерции I. Предсказанное межъядерное расстояние 2c' для H_2(1/p) составляет:

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

По меньшей мере, одну из энергий из числа энергии вращения и энергии колебаний H_2(1/p) можно измерить, по меньшей мере, с помощью спектроскопии с электронно-лучевым возбуждением, рамановской спектроскопии комбинационного рассеяния и инфракрасной спектроскопии с Фурье-преобразованием (FTIR). H_2(1/p) может быть захвачен в матрице для измерения, такой как, по меньшей мере, в одной из матриц из числа MOH, MX и M_2CO_3 (M = щелочь; X = галогенид).

В одном варианте осуществления изобретения продукт молекулярного гидрино наблюдается в виде пика обратного эффекта Рамана (IRE) примерно при 1950 $см^{-1}$. Пик усиливается с помощью использования проводящего материала, содержащего элементы шероховатости или размер частиц, сравнимый с длиной волны лазера комбинационного рассеяния на эффекте Рамана, который поддерживает поверхностное усиленное комбинационное рассеяние (SERS), чтобы показать пик обратного эффекта Рамана (IRE).

I. Катализаторы

В настоящем раскрытии изобретения все такие термины как реакция гидрино, катализ H, реакция катализа H, катализ при обращении к водороду, реакция образования водорода с образованием гидрино, и реакция образования гидрино, относятся к такой реакции, как уравнение формул (15-18) катализатора, определяемого уравнением (14) с атомом H, чтобы формировать состояния водорода с энергетическими уровнями,

заданными уравнениями. (10) и (12). Соответствующие термины, такие как реагенты гидрино, реакционная смесь гидрино, каталитическая смесь, реагенты для образования гидрино, реагенты, которые образуют или формируют водород, или гидрино в низкоэнергетическом состоянии, также используются взаимозаменяемо при обращении к реакционной смеси, которая выполняет катализ от H до состояний H или состояния гидрино, имеющих уровни энергии, заданные уравнениями (10) и (12).

Каталитические водородные переходы с более низкой энергией по настоящему изобретению требуют использование катализатора, который может быть в форме эндотермической химической реакции целого числа m потенциальной энергии некатализированного атомарного водорода 27.2 эВ, который принимает энергию атома H, чтобы вызвать переход. Эндотермическая каталитическая реакция может представлять собой ионизацию одного или нескольких электронов из числа таких частиц, как атом или ион (например, m = 3 для Li→ Li^{2+}), и может дополнительно включать в себя согласованную реакцию разрыва связи с ионизацией одного или нескольких электронов из одного или нескольких партнёров первоначальной связи (например, m = 2 для NaH→ Na^{2+} + H). He^{+} удовлетворяет критерию катализатора - химический или физический процесс с изменением энтальпии, равным целому кратному от энергии 27.2 эВ, так как он ионизируется при энергии 54.417 эВ, которая составляет 2·27.2 эВ. Целое число атомов водорода также может служить катализатором целочисленного кратного 27.2 эВ энтальпии. Катализатор способен принимать энергию атомарного водорода в целочисленных единицах, равных одному из значений около 27,2 эВ, ± 0,5 эВ и 27,2/2 ± 0,5 эВ.

В одном варианте осуществления изобретения катализатор содержит атом или ион M, в котором ионизация t электронов от атома или иона M каждый до уровня энергии непрерывного процесса такова, что сумма энергий ионизации t электронов составляет приблизительно одно из значений: m · 27,2 эВ и m · 27,2/2 эВ, где m является целым числом.

В варианте осуществления изобретения катализатор содержит двухатомную молекулу MH, в которой разрыв связи M-H плюс ионизация t электронов от атома M каждый до уровня энергии непрерывного процесса такова, что сумма энергии связи и энергий ионизации t электронов составляет приблизительно одно из значений: m · 27,2 эВ и m · 27,2/2 эВ, где m является целым числом.

В одном варианте осуществления катализатор включает в себя 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,CO_2,NO_2, и NO_3 а также

атомы или ионы 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^+, 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 изобретения водородные катализаторы типа MH^- для получения гидрино, обеспечиваемые переносом электрона на акцептор A, разрывом связи M-H плюс ионизация t электронов от атома M каждый до уровня энергии непрерывного процесса, в результате чего сумма энергия переноса электрона, содержащая разность сродства электрона (EA) MH и A, энергия связи M-H и энергия ионизации t электронов из M, приблизительно равна $m \cdot 27{,}2$ эВ, где m является целым числом. Водородными катализаторами типа MH^-, способными обеспечить чистую энтальпию реакции, составляющую приблизительно $m \cdot 27{,}2$ эВ, являются OH^-, SiH^-, CoH^-, NiH^- и SeH^-

В других вариантах осуществления изобретения водородные катализаторы типа MH^+ для получения гидрино обеспечиваются переносом электрона от донора A, который может быть отрицательно заряжен, разрывом связи M-H и ионизацией t электронов от атома M каждый до уровня энергии непрерывного процесса, в результате чего сумма энергии переноса электрона, составляющая разность энергий ионизации MH и A, энергии связи M-H и энергии ионизации t электронов из M, составляет приблизительно $m \cdot 27{,}2$ эВ, где m является целым числом.

В одном варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, одна из молекул, или положительно, или отрицательно заряженный молекулярный ион служит катализатором, который принимает около $m27{,}2$ эВ от атомарного водорода с уменьшением величины потенциальной энергии молекулы, или положительно, или отрицательно заряженного молекулярного иона примерно на $m27{,}2$ эВ. Примерами катализаторов являются H_2O, OH, амидная группа NH_2 и H_2S.

O_2 может служить катализатором или источником катализатора. Энергия связи молекулы кислорода составляет 5,165 эВ, а первая, вторая и третья энергии ионизации атома кислорода равны, соответственно, 13.61806 эВ, 35.11730 эВ и 54.9355 эВ. Реакции $O_2 \rightarrow O + O^{2+}$, $O_2 \rightarrow O + O^{3+}$, $2O \rightarrow 2O^+$ обеспечивают суммарную энтальпию примерно в 2, 4 и 1 раз от E_h, соответственно, и включают в себя каталитические реакции с образованием гидрино, принимая эти энергии от H, чтобы вызвать образование гидрино.

II. Гидрино

Атом водорода, имеющий энергию связи, определяемую формулой $E_B = \frac{13.6\ eV}{\left(1/p\right)^2}$

где p является целым числом больше 1, предпочтительно от 2 до 137, является продуктом

реакции H-катализа настоящего раскрытия изобретения. Энергия связи атома, иона или молекулы, также известная как энергия ионизации, представляет собой энергию, необходимую для удаления одного электрона из атома, иона или молекулы. Атом водорода, имеющий энергию связи, приведенную в уравнениях (10) и (12), в дальнейшем обозначается как «атом гидрино» или «гидрино». Обозначение для гидрино с радиусом $a_н/p$, где $a_н$ является радиусом обычного атома водорода, а p является целым числом, выглядит как $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$. Атом водорода с радиусом $a_н$ в дальнейшем определяется «обычным атомом водорода» или «нормальным атомом водорода». Обычный атомарный водород характеризуется энергией связи, составляющей 13,6 эВ.

Согласно настоящему раскрытию изобретения, обеспечивается гидрино-гидридный ион (H^-), имеющий энергию связи согласно формуле (19), которая превышает энергию связи обычного гидрид-иона (около 0,75 эВ) для p = 2 и вплоть до 23, и является меньшей для p = 24 (H^-). Для p = 2 и до p = 24 уравнения (19), энергии связи гидрид-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. В данном документе также предоставлены показательные соединения, содержащие новый гидрид-ион.

Также представлены иллюстративные соединения, содержащие один или несколько гидрино-гидридных ионов, и один или несколько других элементов. Такое соединение называют «гидрино-гидридным соединением».

Обычные частицы водорода характеризуются следующими энергиями связи: (a) гидрид-ион, 0,754 эВ («обычный гидрид-ион»); (b) атом водорода («обычный атом водорода»), 13,6 эВ; (c) двухатомная молекула водорода, 15,3 эВ («обычная молекула водорода»); (d) молекулярный ион водорода, 16,3 эВ («обычный молекулярный ион водорода»); и (e) H_3^+, 22,6 эВ («обычный молекулярный ион триводорода»). В данном документе применительно к формам водорода «нормальный» и «обычный» являются синонимами.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления настоящего изобретения, предлагается соединение, содержащее, по меньшей мере, одну частицу водорода с увеличенной энергией связи, такой как (a) атом водорода, имеющий энергию связи около $\frac{13.6\ eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$, например, в диапазоне от около 0,9 до 1,1 раз $\frac{13.6\ eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$, где p представляет собой целое число от 2 до 137; (b) гидрид-ион (H^-), имеющий энергию связи

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

например, в диапазоне от около 0,9 до 1,1 раз.

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

где p - целое число от 2 до 24; (c) $H_4^+(1/p)$; (d) тригидрино молекулярный ион $H_3^+(1/p)$, имеющий энергию связи около $\frac{22.6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$ такую, как в диапазоне от примерно 0,9 до 1,1 раз от $\frac{22.6}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$, где p представляет собой целое число от 2 до 137; (e) дигидрино, имеющее энергию связи около $\frac{15.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$, такую, как в диапазоне от примерно 0,9 до 1,1 раз от $\frac{15.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$, где p представляет собой целое число от 2 до 137; (f) дигидрино-молекулярный ион с энергией связи около $\frac{16.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$, такой, как в диапазоне от примерно 0,9 до 1,1 раз от $\frac{16.3}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}\ eV$, где p представляет собой целое число, предпочтительно, целое число от 2 до 137.

В соответствии с дополнительным вариантом осуществления настоящего изобретения предлагается соединение, содержащее, по меньшей мере, один вид частиц водорода с увеличенной энергией связи, такой как (a) молекулярный ион дигидрино, имеющий полную энергию около

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

например, в диапазоне от 0,9 до 1,1 раз

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

где p - целое число, ħ - постоянная Планка, m_e - масса электрона, c – скорость света в вакууме, μ - уменьшенная масса ядра, и (b) молекула дигидрино, имеющая полную энергию около

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

например, в диапазоне от 0,9 до 1,1 раз

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

где p - целое число и a_0 - радиус Бора.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего раскрытия изобретения, в котором соединение содержит отрицательно заряженные частицы водорода с увеличенной энергией связи, соединение дополнительно содержит один или несколько катионов, таких как протон, обычный H_2^+ или обычный H_3^+.

В настоящем документе предлагается способ получения соединений, содержащих по меньшей мере один гидрино-гидридный ион. Такие соединения в дальнейшем определяются как «гидрино-гидридные соединения». Способ включает в себя взаимодействие атомарного водорода с катализатором, имеющим чистую энтальпию реакции около $\frac{m}{2}\cdot 27\ eV$, где m представляет собой целое число больше 1, предпочтительно целое число меньше 400, для получения атома водорода с увеличенной энергией связи, имеющий энергию связи около $\frac{13.6\ eV}{\left(\frac{1}{p}\right)^2}$ где p является целым числом, предпочтительно целым числом от 2 до 137. Дополнительным продуктом катализа является энергия. Атом водорода с увеличенной энергией связи может реагировать с источником электронов с образованием гидрид-иона с увеличенной энергией связи. Гидрид-ион с увеличенной энергией связи может реагировать с одним или несколькими катионами с образованием соединения, содержащего, по меньшей мере, один гидрид-ион с увеличенной энергией связи.

Новые водородные соединения вещества могут содержать:

(а) по меньшей мере один нейтральный, положительный или отрицательный вид частиц водорода (в дальнейшем «частицы водорода с увеличенной энергией связи»), имеющий энергию связи, которая:

(i) больше, чем энергия связи соответствующих обычных видов частиц водорода, или

(ii) больше, чем энергия связи любых водородных частиц, для которых соответствующие обычные водородные частицы являются нестабильными или не наблюдаются, потому что энергия связи обычных водородных частиц меньше тепловых энергий в условиях окружающей среды (стандартные температура и давление, STP), или является отрицательной; а также

(b) по меньшей мере, ещё один элемент. Соединения в настоящем раскрытии изобретения далее упоминаются как «водородные соединения с увеличенной энергией связи».

Под «другим элементом» в данном контексте подразумевается элемент, отличающийся от частиц водорода с увеличенной энергией связи. Таким образом, другой элемент может быть обычным видом водородных частиц, или любым другим элементом, отличным от водорода. В одной группе соединений другой элемент и частицы водорода с увеличенной энергией связи являются нейтральными. В другой группе соединений другой элемент и частицы водорода с увеличенной энергией связи заряжаются таким образом, что другой элемент обеспечивает уравновешивающий заряд для образования нейтрального соединения. Первая группа соединений характеризуется молекулярной и координатной связью; последняя группа характеризуется ионной связью.

Также обеспечиваются новые соединения и молекулярные ионы, содержащие:

(a) по меньшей мере один нейтральный, положительный или отрицательный вид частиц водорода (в дальнейшем «частицы водорода с увеличенной энергией связи»), имеющий полную энергию, которая:

(i) больше, чем полная энергия соответствующих обычных видов частиц водорода, или

(ii) больше, чем общая энергия любых видов частиц водорода, для которых соответствующие обычные частицы водорода являются нестабильными или не наблюдаются, потому что полная энергия обычных частиц водорода меньше тепловых энергий в условиях окружающей среды, или является отрицательной; а также

(b) по меньшей мере, один другой элемент.

Полная энергия частиц водорода является суммой энергий, необходимых для удаления всех электронов из частиц водорода. Виды частиц водорода, в соответствии с настоящим раскрытием изобретения, имеют полную энергию, превышающую полную энергию соответствующих обычных видов частиц водорода. Частицы водорода, имеющие увеличенную полную энергию, согласно настоящему раскрытию, также определяются как

«частицы водорода с увеличенной энергией связи», даже несмотря на то, что некоторые варианты осуществления для частиц водорода, имеющих увеличенную полную энергию, могут иметь первую энергию связи электронов меньше, чем первая энергия связи электрона соответствующих обычных видов частиц водорода. Например, гидрид-ион уравнения (19) для p = 24 имеет первую энергию связи, которая меньше, чем первая энергия связи обычного гидрид-иона, в то время как полная энергия гидрид-иона уравнения. (19) для p = 24 гораздо больше, чем полная энергия соответствующего обычного гидрид-иона.

В данном документе также представлены новые соединения и молекулярные ионы, содержащие:

(a) множество нейтральных, положительных или отрицательных частиц водорода (далее «частицы водорода с увеличенной энергией связи»), имеющих энергию связи, которая:

(i) больше, чем энергия связи соответствующих обычных видов частиц водорода, или

(ii) больше, чем энергия связи любых водородных частиц, для которых соответствующие обычные водородные частицы являются нестабильными или не наблюдаются, потому что энергия связи обычных водородных частиц меньше тепловых энергий в условиях окружающей среды, или является отрицательной; а также

(b) по необязательному выбору, один другой элемент. Соединения по настоящему изобретению далее определяются как «водородные соединения с увеличенной энергией связи».

Виды частиц водорода с увеличенной энергией связи могут быть образованы путём взаимодействия одного или нескольких атомов гидрино с одной или несколькими частицами из числа: электрона, атома гидрино, соединения, содержащего, по меньшей мере, один из указанных видов частиц водорода с увеличенной энергией связи и, по меньшей мере, один другой атом, молекулу, или ион, отличающийся от частиц водорода с увеличенной энергией связи.

Также обеспечиваются новые соединения и молекулярные ионы, содержащие:

(a) множество нейтральных, положительных или отрицательных частиц водорода (далее «частицы водорода с увеличенной энергией связи»), имеющих полную энергию, которая:

(i) больше, чем полная энергия обычного молекулярного водорода, или

(ii) больше, чем полная энергия любых видов частиц водорода, для которых соответствующие обычные частицы водорода являются нестабильными или не

наблюдаются, потому что полная энергия обычных видов водорода меньше тепловых энергий в условиях окружающей среды, или является отрицательной; а также

(b) по необязательному выбору, один другой элемент. Соединения по настоящему изобретению далее определяются как «водородные соединения с увеличенной энергией связи».

В варианте осуществления изобретения предлагается соединение, содержащее, по меньшей мере, один вид частиц водорода с увеличенной энергией связи, выбранный из (a) гидрид-иона, имеющего энергию связи в соответствии с формулой (19), которая превышает энергию связи обычного гидрид-иона (около 0,8 эВ) для p = 2 и вплоть до 23, и меньше для p = 24 («гидрид-ион с увеличенной энергией связи» или «гидрино-гидридный ион»); (b) атом водорода, имеющий энергию связи, превышающую энергию связи обычного атома водорода (около 13,6 эВ) («атом водорода с увеличенной энергией связи» или «гидрино»); (c) молекула водорода, имеющая первую энергию связи, превышающую приблизительно 15,3 эВ («молекула водорода с увеличенной энергией связи» или «дигидрино»); и (d) ион молекулярного водорода, имеющий энергию связи более чем около 16,3 эВ («ион молекулярного водорода с увеличенной энергией связи» или «молекулярный ион дигидрино»). В раскрытии изобретения частицы и соединения водорода с увеличенной энергией связи также определяются как частицы и соединения водорода с более низкой энергией. Гидрино содержат частицы водорода с увеличенной энергией связи или, что эквивалентно, частицы водорода с более низкой энергией.

III. Химический реактор

Настоящее раскрытие изобретения также относится к другим реакторам для создания частиц и соединений водорода с увеличенной энергией связи, согласно настоящему раскрытию, таких как молекулы дигидрино и гидрино-гидридные соединения. Другими продуктами катализа являются энергия и, возможно, плазма и свет, в зависимости от типа энергетического элемента. Такой реактор в дальнейшем именуется «водородный реактор» или «водородный энергетический элемент». Водородный реактор содержит элемент для получения гидрино. Элемент для производства гидрино может иметь форму химического реактора или газо-топливного элемента, такого как газоразрядный элемент, элемент с плазменной горелкой или микроволновый энергетический элемент, и электрохимический элемент. В одном варианте осуществления изобретения катализатор представляет собой HOH, а источником по меньшей мере одного компонента из числа HOH и H является лёд. В варианте осуществления элемент содержит дуговой разрядный элемент, который содержит лёд и, по меньшей мере, один электрод, в результате чего разряд затрагивает, по меньшей мере, часть льда.

В варианте осуществления изобретения дуговой энергетический элемент содержит сосуд, два электрода, источник высокого напряжения, такой как источник, способный выдавать напряжение в диапазоне от около 100 В до 1 МВ, и ток в диапазоне от около 1 А до 100 кА, а также источник воды, такой как резервуар, и средство для образования и подачи капель H_2O. Капли могут перемещаться между электродами. В варианте осуществления изобретения капли инициируют воспламенение дуговой плазмы. В варианте осуществления водяная дуговая плазма содержит HOH и H, которые могут вступать в реакцию с образованием гидрино. Скорость воспламенения и соответствующая номинальная мощность могут контролироваться с помощью управления размером капель и скоростью, с которой они подаются к электродам. Источник высокого напряжения может содержать, по меньшей мере, один высоковольтный конденсатор, который может заряжаться с помощью источника энергии высокого напряжения. В варианте осуществления изобретения элемент дугового разряда дополнительно содержит такое средство, как преобразователь энергии, такой как один из преобразователей настоящего изобретения, по меньшей мере один из числа следующих: фотогальванический PV преобразователь и тепловой двигатель для преобразования энергии от процесса гидрино, такой как свет и тепло, в электричество.

Показательные варианты осуществления изобретения энергетического элемента для создания гидрино могут принимать форму жидкотопливного элемента, твёрдотопливного элемента, топливного элемента, который может использовать как жидкое, так и твёрдое топливо (geterogeneous-fuel cell), такого элемента, как элемент типа CIHT (индуцированный каталитический переход гидрино), и элемента SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино) или энергетического элемента SunCell®. Каждый из этих элементов содержит: (i) источник атомного водорода, (ii) по меньшей мере один катализатор, выбранный из числа твёрдого катализатора, расплавленного катализатора, жидкого катализатора, газообразного катализатора, или из их смеси для создания гидрино; и (iii) сосуд для осуществления реакции водорода и катализатора для создания гидрино. В используемом здесь контексте и как рассматривается настоящим раскрытием изобретения, термин «водород», до тех пор, пока не определяется по-другому, включает в себя не только лёгкий водород (^1H), но также дейтерий (^2H) и тритий (^3H). Показательные смеси для химической реакции и реакторы могут содержать SF-CIHT, CIHT или варианты осуществления термического элемента настоящего раскрытия изобретения. Дополнительные показательные варианты осуществления изобретения приводятся в этом разделе, озаглавленном как «Химический реактор». Примеры реакционных смесей, имеющих в качестве катализатора H_2O,

образованного во время реакции смеси, также приводятся в настоящем раскрытии изобретения. Другие катализаторы могут использоваться для образования частиц и соединений водорода с увеличенной энергией связи. Реакции и условия могут регулироваться исходя из этих показательных случаев в таких параметрах, как реагенты, весовые соотношения реагентов, давление H_2, и температура реакции. Подходяще реагенты, условия и диапазоны параметров являются параметрами настоящего раскрытия изобретения. Гидрино и молекулярный гидрино показываются как продукты реакторов настоящего раскрытия изобретения с помощью предсказанных непрерывных полос излучения, кратных целочисленным произведениям 13.6 эВ, в противном случае наблюдаются необъяснимые экстраординарно высокие H кинетические энергии, измеренные с помощью расширения доплеровской линии в H линий, инверсии H линий, формирование плазмы без полей пробоя, и аномальная продолжительность послесвечения плазмы, как докладывалось в предыдущих публикациях Милза. Такие данные, как данные об элементе CIHT (индуцированный каталитический переход гидрино) и твёрдом топливе, были подтверждены независимо, в другом месте другими исследователями. Образование гидрино с помощью энергетических элементов настоящего раскрытия также было подтверждено электрическими энергиями, которые непрерывно выводились в течение продолжительного времени, при этом они были кратны электрическому входу, который в большинстве случаев превышал вход в 10 раз при отсутствии альтернативного источника. Предсказанный молекулярный гидрино $H_2(1/4)$ был идентифицирован как продукт элементов CIHT и твёрдого топлива с помощью MAS H NMR, который показал предсказанный пик матрицы с сильнопольным сдвигом примерно -4,4 частей на миллион, ToF-SIMS и ESI-ToFMS, который показал $H_2(1/4)$ в комплексе с газопоглотительной матрицей в виде пиков m/e = M + n2, где M - масса исходного иона, а n - целочисленная эмиссионная спектроскопия с электронно-лучевым возбуждением и фотолюминесцентная эмиссионная спектроскопия, которая показала предсказанные вращательные и вибрационные спектры $H_2(1/4)$, имеющие множитель 16 или квантовое число p = 4 в квадрате, умноженный на энергии H_2, рамановской спектроскопии комбинационного рассеяния и FTIR-спектроскопии, которые показали вращательную энергию $H_2(1/4)$ 1950 $см^{-1}$, равную 16 или квантовому числу p = 4 в квадрате, умноженному на энергии вращения H_2, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS), которая показала предсказанную общую энергию связи $H_2(1/4)$ 500 эВ, и пик ToF-SIMS со временем прибытия до пика m/e = 1, который соответствовал H с кинетической энергией около 204 эВ, соответствующей прогнозируемому выделению энергии для H к H(1/4) с энергией, переведённой в третье тело H, как сообщается в Mills Prior Publications и в R. Mills X Yu,

Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski, «Электрохимический элемент с индуцированным каталитическим переходом гидрино (CIHT)» (“Catalyst Induced Hydrino Transition (CIHT) Electrochemical Cell”), Международный журнал Energy Research, (2013) и R. Mills, J. Lotoski, J. Kong, G Chu, J. He, J. Trevey, «Электрохимический элемент с индуцированным каталитическим переходом гидрино (CIHT) высокой плотностью энергии» (“High-Power-Density Catalyst Induced Hydrino Transition (CIHT) Electrochemical Cell”) (2014), которые включены сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

При использовании как калориметра потока воды, так и дифференциального сканирующего калориметра (DSC) Setaram DSC 131, образование гидрино с помощью энергетических элементов, согласно настоящему раскрытию изобретения, таких как элементы, содержащие твёрдое топливо для выработки тепловой энергии, было подтверждено наблюдением выхода тепловой энергии от твёрдого топлива, образующего гидрино, которое превышает максимальную теоретическую энергию в 60 раз. MAS H NMR показал предсказанный сдвиг матрицы с сильнопольным сдвигом $H_2(1/4)$ примерно на -4,4 частей на миллион. Пик рамановской спектроскопии комбинационного рассеяния, начиная с 1950 $см^{-1}$, соответствовал энергии вращения свободного пространства $H_2(1/4)$ (0,2414 эВ). Эти результаты представлены в предыдущих публикациях Милза (Mills), а также в R. Mills, J. Lotoski, W. Good, J. He, «Твёрдое топливо, образующее катализатор HOH» (“Solid Fuels that Form HOH Catalyst”) (2014), которые включены сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

IV. Энергетический элемент и преобразователь энергии, работающие на твёрдом топливе с использованием индуцированного каталитического перехода гидрино (SF-CIHT)

В варианте осуществления изобретения энергетическая система, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов энергии из числа прямой электрической энергии и тепловой энергии, содержит, по меньшей мере, один сосуд, реагенты, содержащие: (a), по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O; (b) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и (c) по меньшей мере, один из проводников и проводящей матрицы, и, по меньшей мере, один набор электродов, ограничивающих реагенты гидрино, источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, система перезарядки, в по меньшей мере, одну систему для регенерации исходных реагентов из продуктов реакции и, по меньшей мере, один прямой преобразователь, такой как, по меньшей мере, один преобразователь из числа следующих видов: преобразователь плазмы в электроэнергию, такой как PDC, магнитогидродинамический преобразователь,

фотогальванический преобразователь, оптическая ректенна, такая, о которой сообщает А. Шарма, В. Сингх, Т. Л. Бугер, Б. А. Кола, в работе «Оптическая ректенна углеродных нанотрубок» (“A carbon nanotube optical rectenna”), Nature Nanotechnology, том 10, (2015), стр. 1027–1032, doi: 10.1038/nnano.2015.220, которая полностью включена сюда посредством ссылки, и, по меньшей мере, один преобразователь тепловой энергии в электрическую. В дополнительном варианте осуществления изобретения сосуд способен выдерживать, по меньшей мере, одно из давлений из числа атмосферного, выше атмосферного и ниже атмосферного. В одном варианте осуществления система регенерации может содержать, по меньшей мере, одну из систем из числа гидратационной, термической, химической и электрохимической системы. В другом варианте осуществления, по меньшей мере, один прямой преобразователь плазмы в электроэнергию может содержать, по меньшей мере, один преобразователь из числа плазмодинамического преобразователя энергии, прямого преобразователя $\vec{E} \times \vec{B}$, магнитогидродинамического преобразователя энергии, магнитогидродинамического преобразователя энергии с магнитным зеркалом, преобразователя с дрейфом заряда, преобразователя мощности типа Post or Venetian Blind power converter, гиротрона, фотонного пакетного СВЧ-преобразователя и фотогальванического преобразователя. В дополнительном варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один преобразователь тепла в электроэнергию может содержать, по меньшей мере, один преобразователь из группы, состоящей из теплового двигателя, парового двигателя, паровой турбины и генератора, газовой турбины и генератора, двигателя цикла Ренкина, двигатель цикла Брайтона, двигатель Стирлинга, термоэлектронный преобразователь энергии и термоэлектрический преобразователь энергии.

SunCell® может содержать множество электродов. В одном варианте осуществления изобретения реакция гидрино происходит избирательно на поляризованном электроде, таком как положительно поляризованный электрод. Избирательность реакции может быть обусловлена гораздо более высокой кинетикой реакции гидрино на смещённом в положительную сторону электроде. В варианте осуществления, по меньшей мере, один компонент SunCell®, такой как стенки реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, может быть смещён в положительную сторону для увеличения скорости реакции гидрино. SunCell® может содержать проводящий резервуар 5c, соединённый с нижней полусферой 5b41 излучателя абсолютно чёрного тела, причём резервуар имеет положительное смещение. Смещение может быть достигнуто с помощью контакта между расплавленным металлом в резервуаре 5c и, по меньшей мере, одной из трубок 5k6 и 5k61 электромагнитного насоса, которые смещены в положительную сторону.

Электромагнитный насос может быть смещён в положительную сторону через соединение шины 5k2a электромагнитного насоса зажигания с положительным контактным выводом источника 2 электрической энергии.

Воспламенение может вызвать выброс мощного света в крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV), который может ионизировать фотоэлектрический активный электрод, чтобы вызывать создание напряжения на электроде. Плазма зажигания может быть оптически толстой для света EUV, в результате чего свет EUV может быть избирательно ограничен положительным электродом, чтобы дополнительно вызывать избирательную локализацию фотоэлектронного эффекта на положительном электроде. SunCell® может дополнительно содержать внешнюю цепь, подключённую через электрическую нагрузку, чтобы использовать напряжение вследствие фотоэлектронного эффекта и энергии на основе гидрино. В варианте осуществления изобретения событие зажигания с образованием гидрино вызывает электромагнитный импульс, который может быть захвачен в виде электрической мощности на множестве электродов, причём выпрямитель может выпрямлять электромагнитную энергию.

В дополнение к ультрафиолетовой фотогальванической и тепловой фотогальванической энергии, в соответствии с настоящим раскрытием изобретения, SunCell® может содержать другие средства электрического преобразования, известные в данной области техники, такие как термоэлектронные, магнитогидродинамические, турбинные, микротурбинные, турбинные системы с циклом Ренкина или Брайтона, химические и электрохимические системы преобразования энергии. Турбина цикла Ренкина может содержать сверхкритический CO_2, органику, такую как гидрофторуглерод или фторуглерод, или паровую рабочую жидкость. В турбине с циклом Ренкина или Брайтона SunCell® может обеспечивать тепловую мощность, по меньшей мере, для одного устройства из числа предварительного нагревателя, рекуператора, парового котла и внешней ступени теплообменника типа камеры сгорания турбинной системы. В одном варианте осуществления изобретения турбина с циклом Брайтона содержит нагреватель турбины SunCell®, встроенный в секцию сгорания турбины. Нагреватель турбины типа SunCell® может содержать воздуховоды, которые принимают поток воздуха, по меньшей мере, от одного устройства из числа компрессора и рекуператора, при этом воздух нагревается, и воздуховоды направляют нагретый сжатый воздушный поток на вход турбины для выполнения работы расширения от высокого давления. Нагреватель турбины типа SunCell® может заменять или дополнять камеру сгорания газовой турбины. Цикл Ренкина или Брайтона может быть замкнутым, при этом преобразователь энергии дополнительно содержит, по меньшей мере, одно устройство из числа конденсатора и

охладителя.

Преобразователь может быть одним из преобразователей, представленных в предыдущих публикациях Милза и в предыдущих заявках Милза. Реактивы гидрино, такие как источники H и источники HOH, а также системы SunCell®, могут включать в себя те из них, которые описаны в настоящем раскрытии изобретения или в предыдущих патентных заявках США, таких как водородный каталитический реактор, PCT/US08/61455, поданная PCT 4/24/2008; Реактор на гетерогенном водородном катализаторе, PCT/US09/052072, поданная PCT 7/29/2009; Энергетическая система гетерогенных водородных катализаторов, PCT/US10/27828, PCT, поданная 18.03.2010; Энергетическая система электрохимического водородного катализатора, PCT/US11/28889, поданная PCT 3/17/2011; Электрохимическая водородно-каталитическая энергетическая система на основе H_2O, PCT/US12/31369, поданная 3/30/2012; Энергетическая система CIHT (индуцированный каталитический переход гидрино) Power System, PCT/US13/041938, поданная 5/21/13; Системы и способы производства электроэнергии, относящиеся к тому же, PCT/IB2014/058177, поданная PCT 1/10/2014; Фотоэлектрические системы и способы производства электроэнергии, относящиеся к тому же, PCT/US14/32584, поданная PCT 4/1/2014; Системы и способы производства электроэнергии в отношении того же, PCT/US2015/033165, поданная PCT 5/29/2015; Генерирующая система для ультрафиолетовой электрической генерации и способы, относящиеся к тому же, PCT/US2015/065826, поданная PCT 15.12.2015, и Термофотогальванический генератор электроэнергии, PCT/US16/12620, поданная PCT 1/8/2016 («Предыдущие публикации Милза»), включенные в настоящий документ посредством ссылки во всей их полноте.

В одном варианте осуществления изобретения H_2O воспламеняется с образованием гидрино с высоким выделением энергии в форме, по меньшей мере, одного из видов энергии из числа тепловой, плазменной и электромагнитной (световой) энергии. («Зажигание» в настоящем раскрытии означает очень высокую скорость реакции с преобразованием H в гидрино, которая может проявляться в виде взрыва, импульса или другой формы выделения большого количества энергии.) H_2O может содержать топливо, которое может воспламеняться при приложении высокого тока, такого как ток в диапазоне от около 100 до 100000 А. Это может быть достигнуто путём приложения высокого напряжения, такого как от около 5000 до 100000 В, для первого формирования высокопроводящей плазмы, такой как электрическая дуга. Альтернативно, высокий ток может проходить через соединение или смесь, содержащую H_2O, где проводимость полученного топлива, такого как твёрдое топливо, является высокой. (В настоящем

раскрытии твёрдое топливо используется для обозначения реакционной смеси, которая образует катализатор, такой как HOH и H, который в дальнейшем реагирует с образованием гидрино. Плазменное напряжение может быть низким, например, в диапазоне от около 1 до 100 В. Однако реакционная смесь может содержать другие физические состояния, отличные от твёрдого. В вариантах осуществления изобретения реакционная смесь может представлять собой, по меньшей мере, одно состояние из числа газообразной, жидкой, расплавленной матрицы, такой как расплавленная проводящая матрица, например, расплавленный металл, такой как, по меньшей мере, одно из следующих состояний из числа расплавленного серебра, расплавленного сплава серебра и меди, меди, твёрдого вещества, суспензии, золь-геля, раствора, смеси, газообразной суспензии, пневматического потока и других состояний, известных специалистам в данной области техники.) В варианте осуществления изобретения твёрдое топливо, имеющее очень низкое сопротивление, содержит реакционную смесь, содержащую H_2O. Низкое сопротивление может быть благодаря проводящим компонентам реакционной смеси. В вариантах осуществления изобретения сопротивление твёрдого топлива составляет, по меньшей мере, одно из значений в диапазоне от около 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 10^{-4} Ом до 10^{-2} Ом. В другом варианте осуществления топливо, имеющее высокое сопротивление, содержит H_2O, содержащую след или незначительный мольный процент добавленного соединения или материала. В последнем случае большой ток может протекать через топливо для достижения воспламенения, вызывая пробой с образованием высокопроводящего состояния, такого как электрическая дуга или плазма дуги.

В одном варианте осуществления изобретения реагенты могут содержать источник H_2O и проводящую матрицу для образования по меньшей мере одного из компонентов из числа источника катализатора, катализатора, источника атомарного водорода и атомарного водорода. В дополнительном варианте осуществления реагенты, содержащие источник H_2O, могут содержать по меньшей мере один из видов состояния воды из числа объёмной H_2O, состояния, отличного от объёмной H_2O, соединение или соединения, которые подвергаются по меньшей мере одной реакции из числа реакции с образованием H_2O и реакции с высвобождением связанной H_2O. Кроме того, связанная H_2O может содержать соединение, которое взаимодействует с H_2O, при этом H_2O находится, по меньшей мере, в одном состоянии из числа поглощённой H_2O, связанной H_2O, физически сорбированной H_2O и воды, полученной от гидратации. В вариантах осуществления изобретения реагенты могут содержать проводник и одно или несколько соединений или материалов, которые подвергаются, по меньшей мере, одному процессу из числа

высвобождения объёмной H_2O, поглощённой H_2O, связанной H_2O, физически сорбированной H_2O и воды, полученной от гидратации, и имеют H_2O в качестве продукта реакции. В других вариантах осуществления, по меньшей мере, один из источников из числа источника катализатора образующейся H_2O и источника атомарного водорода может содержать, по меньшей мере, один источник из следующих: (a) по меньшей мере, один источник H_2O; (b) по меньшей мере, один источник кислорода и (c), по меньшей мере, один источник водорода.

В одном варианте осуществления изобретения скорость реакции гидрино зависит от приложения или распространения сильного тока. В варианте осуществления энергетического элемента SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино) реагенты для образования гидрино подвергаются воздействию низкого напряжения, высокого тока и импульса высокой мощности, которые вызывают очень высокую скорость реакции и высвобождение энергии. В показательном варианте осуществления напряжение с частотой 60 Гц составляет пиковое значение менее 15 В, ток колеблется в диапазоне пикового значения от 100 А/см^2 до 50000 А/см^2 , а мощность - в диапазоне от 1000 Вт/см^2 до 750.000 Вт/см^2 . Другие частоты, напряжения, токи и мощности в диапазонах примерно от 1/100 до 100 раз больше также подходят для этих параметров. В одном варианте осуществления скорость реакции гидрино зависит от приложения или распространения сильного тока. В одном варианте осуществления напряжение выбирают таким образом, чтобы оно вызывало высокий ток переменного, постоянного или смешанного переменного и постоянного токов, которые находятся 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 тока для постоянного или пикового переменного тока может находиться в диапазоне по меньшей мере от 100 А/см2 до 1000000 А/см2, от 1000 А/см^2 до 100000 А/см^2 и от 2000 А/см^2 до 50000 А/см^2. Напряжение постоянного тока или пиковое напряжение переменного тока может находиться по меньшей мере в одном диапазоне, выбранном из диапазонов из числа следующих: от около 0,1 В до 1000 В, от 0,1 В до 100 В, от 0,1 В до 15 В и от 1 В до 15 В. Частота переменного тока может находиться в диапазоне от около 0,1 Гц до 10 ГГц, от 1 Гц до 1 МГц, от 10 Гц до 100 кГц и от 100 Гц до 10 кГц. Время импульса может быть, по меньшей мере, в одном диапазоне, выбранном из числа следующих: от около 10^{-6} с до 10 с, от 10^{-5} с до 1 с, от 10^{-4} с до 0,1 с и от 10^{-3} с до 0,01 с.

В одном варианте осуществления изобретения передача энергии из атомарного водорода, катализируемого в гидринное состояние, приводит к ионизации катализатора. Электроны, ионизированные от катализатора, могут накапливаться в реакционной смеси и

сосуде и приводить к накоплению пространственного заряда. Пространственный заряд может изменять уровни энергии для последующей передачи энергии от атомарного водорода к катализатору с уменьшением скорости реакции. В варианте осуществления применение сильного тока удаляет пространственный заряд и вызывает увеличение скорости реакции гидрино. В другом варианте осуществления высокий ток, такой как ток дуги, вызывает чрезмерное повышение температуры реагента, такого как вода, который может служить источником катализатора H и HOH. Высокая температура может привести к термолизу воды, по меньшей мере, до одного из катализаторов из числа H и HOH. В одном варианте осуществления реакционная смесь энергетического элемента SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино) содержит источник H и источник катализатора, такой как, по меньшей мере, один из *nH* (n представляет собой целое число) и HOH. По меньшей мере, один из *nH* и HOH могут быть образованы путём термолиза или термического разложения, по меньшей мере, одной физической фазы воды, такой как, по меньшей мере, одна фаза из числа твёрдой, жидкой и газообразной воды. Термолиз может происходить при высокой температуре, такой как температура, по меньшей мере, в одном диапазоне из числа следующих: от около 500K до 10000K, от 1000K до 7000K и от 1000K до 5000K. В показательном варианте осуществления изобретения температура реакции составляет от около 3500 до 4000K, в результате чего мольная доля атома H является высокой, как показано в работе J. Lede, F. Lapicque и J Villermaux [J. Lede, F. Lapicque, J Villermaux, «Получение водорода прямым термическим разложением воды», Международный журнал по водородной энергетике, 1983, том 8, 1983, с. 675–679; H. H. G. Jellinek, H. Kachi, «Каталитическое термическое разложение воды и образование водорода», Международный журнал по водородной энергетике, 1984, том 9, с. 677–688; S. Z. Baykara,, «Получение водорода прямым солнечным термическим разложением воды, возможности повышения эффективности процесса», Международный журнал по водородной энергетике, 2004, том 29, с. 1451–1458; S. Z. Baykara, «Экспериментальный солнечный термолиз воды», Международный журнал по водородной энергетике, 2004, том 29, стр. 1459–1469, которые включены сюда посредством ссылки]. Термолизу может способствовать твёрдая поверхность, такая как один из компонентов энергетического элемента. Твёрдая поверхность может быть нагрета до повышенной температуры с помощью подводимой энергии и плазмы, поддерживаемой реакцией гидрино. Термолизные газы, такие как те, что находятся ниже по ходу потока от области воспламенения, могут быть охлаждены для предотвращения рекомбинации или обратной реакции продуктов в исходную воду. Реакционная смесь может содержать охлаждающий агент, находящийся, по меньшей мере, в одной из фаз из числа твёрдой,

жидкой или газообразной фазы, температура которой ниже температуры газообразных продуктов. Охлаждение продуктов реакции термолиза в виде газов может быть достигнуто посредством контактирования продуктов с охлаждающим агентом. Охлаждающий агент может содержать по меньшей мере один компонент из числа пара с более низкой температурой, воды и льда.

SunCell® может содержать генератор водорода от термолиза, содержащий радиатор SunCell®, оксид металла, источник воды, распылитель воды и систему сбора газов водорода и кислорода. Излучение абсолютно чёрного тела от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела может падать на оксид металла, который при нагревании разлагается на кислород и металл. Генератор водорода может содержать источник воды и распылитель воды, который распыляется на металл. Металл может вступать в реакцию с водой с образованием оксида металла и газообразного водорода. Газы могут быть собраны с использованием сепаратора и систем сбора, известных в данной области техники. Реакция может быть представлена следующим образом:

$M_xO_y = xM + y/2O_2$

$xM + yH_2O = M_xO_y + yH_2$

Металл и оксид, которые могут быть известными в данной области техники, служат для поддержания термолиза H_2O с образованием водорода, например, металл и оксид могут быть ZnO/Zn и SnO/Sn. Другими показательными оксидами являются оксид марганца, оксид кобальта, оксид железа и их смеси, которые также известны в данной области техники и приводятся на следующем сайте: https://www.stage-ste.eu/documents/SF%201%202011%20solar_fuels%20by%20SolarPACES.pdf, который включён сюда в качестве ссылки во всей своей полноте.

В варианте осуществления изобретения генератор SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино) или SunCell® содержат электроэнергетическую систему, которая генерирует, по меньшей мере, один из видов энергии из числа электрической энергии и тепловой энергии, содержащую:

по меньшей мере, один сосуд;

реагенты, содержащие:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) по меньшей мере, один компонент из числа проводников и

проводящей матрицы;

по меньшей мере, одну систему ввода реагентов;

по меньшей мере одну систему зажигания реагентов, чтобы вызывать образование реагентами по меньшей мере одного из видов плазмы из числа светоизлучающей плазмы и теплоизлучающей плазмы;

систему для восстановления продуктов реакции реагентов;

по меньшей мере одну систему регенерации для регенерации дополнительных реагентов из продуктов реакции,

при этом дополнительные реагенты содержат:

a) по меньшей мере, один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере, один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере, один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) по меньшей мере, один токопроводящий компонент из числа проводника и проводящей матрицы; а также

по меньшей мере, один преобразователь энергии или систему вывода, по меньшей мере, одного из видов из числа энергии светового и теплового выхода в электрическую и/или тепловую энергию, с помощью такого преобразователя как, по меньшей мере, одного из следующей группы: фотогальванического преобразователя, фотоэлектронного преобразователя, плазмодинамического преобразователя, термоэлектронного преобразователя, термоэлектрического преобразователя, двигателя Стерлинга, двигателя цикла Брайтона, двигателя цикла Ренкина, теплового двигателя и нагревателя.

В варианте осуществления изобретения доза впрыскиваемого топлива может содержать, по меньшей мере, один из источников из числа источника H, H_2, источника катализатора, источника H_2O и H_2O. Подходящая доза содержит проводящую металлическую матрицу и гидрат, такой как, по меньшей мере, один гидрат из числа щелочного металла, гидрата щелочноземельного металла и гидрата переходного металла. Гидрат может содержать по меньшей мере одно из соединений из числа $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $BaI_2 \cdot 2H_2O$, и $ZnCl_2 \cdot 4H_2O$. Альтернативно, доза может содержать по меньшей мере один компонент из числа серебра, меди, поглощённого водорода и воды.

Система зажигания может содержать:

a) по меньшей мере, один набор электродов для удерживания реагентов; и

b) источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, при этом короткий выброс сильноточной электрической энергии достаточен для того, чтобы реагенты среагировали с образованием плазмы. Источник

электрической энергии может принимать электрическую энергию от преобразователя энергии. В одном варианте осуществления изобретения система зажигания реагентов содержит, по меньшей мере, один набор электродов, которые разделены между собой для образования разомкнутой цепи, причём разомкнутая цепь замыкается путём введения реагентов, чтобы вызвать протекание большого тока для достижения воспламенения. В варианте осуществления система зажигания содержит переключатель, по меньшей мере, для одного из действий из числа инициирования тока и прерывания тока после достижения зажигания. Протекание тока может инициироваться реагентами, которые заполняют зазор между электродами. Переключение может быть выполнено электронным способом с помощью, например, по меньшей мере одного из компонентов из числа биполярного транзистора с изолированным затвором (IGBT), кремниевого выпрямителя (SCR) и по меньшей мере одного полевого транзистора на основе оксида металла и полупроводника (MOSFET). В качестве альтернативы, зажигание может быть включено механически. Ток может быть прерван после зажигания, чтобы оптимизировать энергию, генерируемую гидрино, относительно энергии зажигания. Система зажигания может содержать переключатель, позволяющий управляемым количествам энергии протекать в топливо, чтобы вызвать детонацию и отключить питание во время фазы, в которой генерируется плазма. В варианте осуществления изобретения источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии содержит по меньшей мере один из следующих параметров:

напряжение, выбранное таким образом, чтобы вызывать прохождение высокого переменного тока, постоянного тока или смешанного переменного и постоянного тока, которые находятся в диапазоне, по меньшей мере, от 100 А до 1000000 А, от 1 кА до 100000 А, от 10 кА до 50 кА;

плотность постоянного или пикового переменного тока в диапазоне, по меньшей мере, от 100 А/см^2 до 1000000 А/см^2, от 1000 А/см^2 до 100000 А/см^2 и от 2000 А/см^2 до 50000 А/см^2;

при этом напряжение определяется проводимостью твёрдого топлива, причём напряжение определяется с помощью желаемого тока, умноженного на сопротивление образца твёрдого топлива;

напряжение постоянного тока или пиковое напряжение переменного тока находится в диапазоне по меньшей мере от 0,1 до 500 кВ, от 0,1 до 100 кВ и от 1 до 50 кВ, и

частота переменного тока находится в диапазоне, по меньшей мере, от 0,1 Гц до 10 ГГц, от 1 Гц до 1 МГц, от 10 Гц до 100 кГц и от 100 Гц до 10 кГц.

Выходная энергия энергетического элемента SF-CIHT (твёрдотопливный

индуцированный каталитический переход гидрино) может содержать тепловую и световую энергию, которая может преобразовываться в фотогальваническую энергию. В варианте осуществления изобретения преобразователь света в электричество может содержать преобразователь, который использует, по меньшей мере, один из эффектов из числа фотогальванического эффекта, термоэлектронного эффекта и фотоэлектронного эффекта. Преобразователь энергии может быть прямым преобразователем энергии, который преобразует кинетическую энергию электронов с высокой кинетической энергией в электричество. В одном варианте осуществления энергия энергетического элемента SF-CIHT может быть, по меньшей мере, частично в форме тепловой энергии или может быть, по меньшей мере, частично преобразована в тепловую энергию. Преобразователь электроэнергии может содержать термоэлектронный преобразователь энергии. Типичный термоэлектронный катод может содержать легированный скандием вольфрам. Энергетический элемент может использовать усиленную фотонами термоэлектронную эмиссию (PETE), в которой фотоэффект усиливает эмиссию электронов, поднимая энергию электронов в полупроводниковом излучателе через запрещённую зону в зону проводимости, из которой электроны излучаются при термическом воздействии. В одном варианте осуществления энергетический элемент SF-CIHT может содержать поглотитель света, такого света как, по меньшей мере, одного из числа света в крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV), ультрафиолетового (UV), видимого и инфракрасного света в ближней области спектра. Поглотитель может находиться снаружи от энергетического элемента. Например, он может находиться за пределами окна фотогальванического преобразователя 26a. Поглотитель может нагреваться в результате процесса поглощения. Температура поглотителя может находиться в диапазоне от около 500 до 4000°C. Тепло может быть выведено в термофотоэлектрическую или термоэлектронную ячейку. Термоэлектрические и тепловые двигатели, такие как двигатели Стирлинга, Ренкина, Брайтона или и другие тепловые двигатели, известные в данной области техники, находятся в объёме раскрываемого изобретения.

По меньшей мере, один первый преобразователь света в электричество, такой как тот, который использует, по меньшей мере, один из эффектов из числа фотоэлектрического эффекта, термоэлектронного эффекта и фотоэлектронного эффекта множества преобразователей, может быть избирательным для первой части электромагнитного спектра и прозрачным по меньшей мере для второй части электромагнитного спектра. Первая часть спектра может быть преобразована в электричество в соответствующем первом преобразователе, а вторая часть, для которой

первый преобразователь является неизбирательным, может распространяться на другой, второй преобразователь, который избирателен по меньшей мере для части распространяемой второй части электромагнитного спектра.

В варианте осуществления изобретения энергетический элемент или генератор SF-CIHT, также упоминаемый как SunCell®®, показанный на фиг. 1 (2I28, 2I69 и 2I80-2I149), содержит шесть основных систем, требующих минимального обслуживания, некоторые из которых не имеют движущихся частей и способны работать в течение длительного времени: (i) пусковой индуктивно-связанный нагреватель, содержащий источник питания 5m, подводящие провода 5p и антенную катушку 5f для первого расплавления серебра или серебряно-медного сплава, чтобы содержать расплавленный металл или расплав, и, по необязательному выбору, электродный электромагнитный насос, содержащий магниты для первоначального направления плазменного потока зажигания; (ii) топливный инжектор, такой как инжектор, который содержит источник водорода, например, источник проникновения водорода через излучатель абсолютно чёрного тела, при этом водород может быть получен из воды путём электролиза или термолиза; и система впрыска, содержащая электромагнитный насос 5ka для впрыска расплавленного серебра или расплавленного серебро-медного сплава, а также источник кислорода, такой как оксид, например $LiVO_3$, или другой оксид согласно настоящему раскрытию изобретения, и, альтернативно, газовый инжектор 5z1 для впрыскивания, по меньшей мере, одного из компонентов из числа водяного пара и газообразного водорода; (iii) систему зажигания для создания низковольтного, сильноточного протекания тока через пару электродов 8, в которые впрыскивают расплавленный металл, водород и оксид, или расплавленный металл и, по меньшей мере, один из компонентов из числа H_2O и водородных газов для образования сияющей светоизлучающей плазмы; (iv) излучатель абсолютно чёрного тела, нагреваемый плазмой до температуры накаливания; (v) преобразователь 26a света в электричество, содержащий так называемые концентраторные фотогальванические элементы 15, которые принимают свет от излучателя абсолютно чёрного тела и работают при высокой интенсивности света, такой как более тысячи Солнц; и (vi) система 31 восстановления топлива и терморегулирования, которая вызывает возвращение расплавленного металла в систему впрыска после воспламенения. В другом варианте осуществления изобретения свет от воспламенённой плазмы может непосредственно облучать фотогальванический преобразователь 26a для преобразования в электричество.

В одном варианте осуществления изобретения плазма излучает значительную часть оптической мощности и энергии в виде света в крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV) и ультрафиолетового (UV) света. Давление может быть уменьшено

посредством поддержания вакуума в реакционной камере, энергетическом элементе 1, чтобы поддерживать плазму в условиях меньшей оптической толщины для уменьшения затухания коротковолнового света. В варианте осуществления преобразователь света в электричество содержит фотогальванический преобразователь согласно настоящему раскрытию изобретения, содержащий фотогальванические (PV) элементы, которые реагируют на область света со значительной длиной волны, при этом свет излучается из такого элемента, который соответствует по меньшей мере 10% оптической выходной мощности. В варианте осуществления изобретения топливо может содержать серебро, содержащее, по меньшей мере, один из компонентов из числа захваченного водорода и захваченной H_2O. Излучение света может содержать преимущественно ультрафиолетовый свет, такой как свет в области длин волн от примерно 120 нм до 300 нм. Фотоэлемент может реагировать, по меньшей мере, на часть области длин волн от примерно 120 нм до 300 нм. Фотоэлемент может содержать группу III нитридов, такую как, по меньшей мере, один из следующих: InGaN, GaN и AlGaN. В одном варианте осуществления фотоэлектрический элемент содержит SiC. В другом варианте осуществления фотогальванический элемент может содержать множество электрических переходов. Электрические переходы могут быть наложены последовательными слоями. В другом варианте осуществления электрические переходы являются независимыми или электрически параллельными. Независимые электрические переходы могут быть сложенными механически или соединёнными посредством сращивания пластин. По меньшей мере, один из слоев многопереходных элементов и последовательно соединённых элементов может содержать обходные диоды для минимизации потерь тока и мощности из-за несоответствия тока между слоями элементов. Показательный многопереходной фотогальванический элемент содержит, по меньшей мере, два перехода, содержащие легированный n-p полупроводник, такой как множество полупроводников из группы: InGaN, GaN и AlGaN. Легирующая примесь n для GaN может содержать кислород, а легирующая примесь p может содержать Mg. Показательный элемент с тройным соединением может содержать InGaN//GaN//AlGaN, где // может относиться к изолирующему прозрачному слою, полученному посредством сращивания пластин, или посредством механической укладки. Фотогальванический элемент может работать при высокой интенсивности света, эквивалентной интенсивности фотогальванического концентратора (CPV). Подложка может быть выполнена, по меньшей мере, из одного из следующих материалов: сапфир, Si, SiC и GaN, где последние два соединения обеспечивают согласование решётки для применений фотогальванического концентратора (CPV). Слои могут быть нанесены с использованием способов эпитаксии

металлоорганических соединений из газовой фазы (MOVPE), известных в данной области техники. Энергетические элементы могут охлаждаться с помощью холодных пластин, аналогичных тем, которые используются в CPV, или диодных лазеров, таких как коммерческие диодные лазеры на основе GaN. Сеточный контакт может быть установлен на передней и задней поверхностях энергетического элемента, как в случае элементов CPV. В варианте осуществления изобретения фотогальванический преобразователь может иметь защитное окно, которое является по существу прозрачным для света, на который он реагирует. Окно может быть по меньшей мере на 10% прозрачным в отношении чувствительного для элемента света. Окно может быть прозрачным для ультрафиолетового света. Окно может содержать покрытие на фотогальванических элементах, такое как покрытие, прозрачное для ультрафиолетового света. Покрытие может содержать материал УФ-окон по настоящему изобретению, такой как сапфир или MgF_2. Другие подходящие окна включают в себя LiF и CaF_2. Покрытие может быть нанесено с помощью осаждения, такого как осаждение из паровой фазы.

Элементы фотогальванического преобразователя 26a могут содержать фотонную конструкцию, которая заставляет одиночные моды излучателя и энергетического элемента резонансно пересекаться и согласовывать полное сопротивление чуть выше полупроводниковой запрещённой зоны, создавая там «сжатый» узкополосный спектр излучения ближнего радиуса действия. В частности, типичные фотогальванические элементы могут содержать поверхностно-плазмонно-поляритонные тепловые излучатели и полупроводниковые тонкоплёночные фотогальванические элементы на серебряной основе.

Электромагнитный насос 5ka (фиг. 1 (2I28, 2I69 и 2I80-2I163)) может содержать теплообменник 5k1 электромагнитного насоса, сборочный узел 5kb для подачи через трубопроводы охлаждающей жидкости электромагнитного насоса, магниты 5k4, магнитные сердцевины, и, по необязательному выбору, тепловой барьер 5k5, который может содержать газ, или вакуумный зазор, имеющий необязательно используемую защиту от излучения, трубку 5k6 насоса, шины 5k2 и соединения 5k3 источника тока шины, имеющие питающий ввод 5k31, который может запитываться током от фотогальванического преобразователя. По меньшей мере, один из компонентов из числа магнита 5k4 и ярма 5k5 магнитной цепи могут охлаждаться с помощью теплообменника 5k1 электромагнитного насоса, таким как охлаждаемый охлаждающей жидкостью, например, водой, имеющей впускные трубопроводы 31d для охлаждающей жидкости и выпускные трубопроводы 31e для охлаждающей жидкости к охладителю 31a. Типичные магниты 5k4 электромагнитного насоса содержат, по меньшей мере, один из материалов

из числа самария кобальта, такого как SmCo-30MGOe и неодим-железо-бор (N44SH). Магниты могут содержать цепь обратного магнитного потока.

В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один параметр из числа очень высокой мощности и энергии может быть достигнут с помощью водорода, проходящего переходы в гидрино с высокими значениями p в уравнении. (18) в процессе, упоминаемом здесь как диспропорционирование, как указано в документе Mills GUT Глава 5, которая включена сюда посредством ссылки. Атомы H (1/p) водорода, где p = 1, 2, 3,...137 могут подвергаться дальнейшим переходам в состояния с более низкой энергией, определяемые уравнениями. (10) и (12), где переход одного атома катализируется вторым, который резонансно и безызлучательно принимает энергию m • 27,2 эВ с сопутствующим противоположным изменением его потенциальной энергии. Суммарное общее уравнение для перехода H (1/p) к H (1/p + m), индуцированной резонансной передачей m • 27,2 эВ к H (1/p), задаваемой с помощью уравнения (35), представлено в следующие виде:

$$H\left(1/p'\right)+H\left(1/p\right)\rightarrow H+H\left(1/(p+m)\right)+\left[2pm+m^2-p'^2+1\right]\cdot 13.6\ eV \qquad (35)$$

Свет крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV) от процесса гидрино может диссоциировать молекулы дигидрино, и полученные атомы гидрино могут служить катализаторами для перехода в состояния с более низкой энергией. Типичная реакция включает в себя катализ от H до H (1/17) с помощью H (1/4), где H (1/4) может быть продуктом реакции катализа другого H с помощью HOH. Предполагается, что реакции диспропорционирования гидрино приводят к появлению особенностей в рентгеновской области. Как показано уравнениями (5-8) продуктом реакции катализатора HOH является $H\left[\frac{a_H}{4}\right]$. Рассмотрим вероятную реакцию перехода в облаках водорода, содержащих газообразную H_2O, где первый атом $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$ водородного типа представляет собой атом H, а второй акцепторный атом $H\left[\frac{a_H}{p}\right]$ водородного типа, служащий катализатором, представляет собой $H\left[\frac{a_H}{4}\right]$. Поскольку потенциальная энергия $H\left[\frac{a_H}{4}\right]$ составляет 4^2 • 27,2 эВ = 16 • 27,2 эВ = 435,2 эВ, реакция перехода представлена в следующие виде:

$$16\cdot 27.2\ eV + H\left[\frac{a_H}{4}\right] + H\left[\frac{a_H}{1}\right] \rightarrow H^+_{fast} + e^- + H*\left[\frac{a_H}{17}\right] + 16\cdot 27.2\ eV \tag{36}$$

$$H*\left[\frac{a_H}{17}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{17}\right] + 3481.6\ eV \tag{37}$$

$$H^+_{fast} + e^- \rightarrow H\left[\frac{a_H}{1}\right] + 231.2\ eV \tag{38}$$

И общая реакция:

$$H\left[\frac{a_H}{4}\right] + H\left[\frac{a_H}{1}\right] \rightarrow H\left[\frac{a_H}{1}\right] + H\left[\frac{a_H}{17}\right] + 3712.8\ eV \tag{39}$$

Предполагается, что полоса непрерывной крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV), обусловленная промежуточным состоянием $H*\left[\frac{a_H}{p+m}\right]$ (например, уравнение (16) и уравнение (37)), будет иметь коротковолновую границу спектральной чувствительности и энергию $E_{\left(H\rightarrow H\left[\frac{a_H}{p+m}\right]\right)}$, определяемую

$$\begin{aligned} E_{\left(H\rightarrow H\left[\frac{a_H}{p+m}\right]\right)} &= \left[(p+m)^2 - p^2\right]\cdot 13.6\ eV - m\cdot 27.2\ eV \\ \lambda_{\left(H\rightarrow H\left[\frac{a_H}{p+m}\right]\right)} &= \frac{91.2}{\left[(p+m)^2 - p^2\right]\cdot 13.6\ eV - m\cdot 27.2\ eV}\ nm \end{aligned} \tag{40}$$

и простираются на более длинные длины волн, чем соответствующие предельные значения. Здесь предсказывается, что полоса непрерывной крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV) из-за распада $H*\left[\frac{a_H}{17}\right]$ промежуточного соединения будет иметь коротковолновую границу спектральной чувствительности при E = 3481.6 эВ; 0.35625 нм и распространяться на более длинноволновые значения. Широкий рентгеновский пик с предельным значением 3,48 кэВ недавно наблюдался в скоплении Персея рентгеновской обсерваторией НАСА Чандра и XMM-Newton [E. Бюльбюль, М. Маркевич, А. Фостер, Р. К. Смит, М. Левенштейн, С. В. Рэндалл, «Обнаружение неопознанной эмиссионной линии в сложенном рентгеновском спектре скоплений галактик» (“Detection of an unidentified emission line in the stacked X-Ray spectrum of galaxy clusters,”), Астрофизический журнал, том 789, номер 1, (2014); А. Боярский, О. Ручайский, Д. Якубовский, Дж. Франс, «Неопознанная линия в рентгеновских спектрах галактики

Андромеды и галактическом скоплении Персей», (“An unidentified line in X-ray spectra of the Andromeda galaxy and Perseus galaxy cluster,”) (2014), arXiv: 1402.4119 [astro-ph.CO]], что не соответствует ни одному из известных атомных переходов. Характеристика 3,48 кэВ, присвоенная тёмной материи неизвестной идентичности (BulBul и другие), соответствует переходу $H\left[\frac{a_H}{4}\right]+H\left[\frac{a_H}{1}\right]\rightarrow H\left[\frac{a_H}{17}\right]$ и далее подтверждает гидрино как идентичность тёмной материи.

В варианте осуществления изобретения генератор может вырабатывать высокую мощность и энергию при низком давлении H_2O. Давление водяного пара может составлять, по меньшей мере, один диапазон из числа следующих: от около 0,001 мм. рт. ст. до 100 мм. рт. ст., от 0,1 мторр до 50 мм. рт. ст., 1 мторр до 5 мм. рт. ст., от 10 мторр до 1 мм. рт. ст., и от 100 мторр до 800 мм. рт. ст. Низкое давление паров H_2O может быть, по меньшей мере, одним параметром из числа подаваемых и поддерживаемых источником водяного пара и средством для контроля, по меньшей мере, одного параметра из числа расхода и давления. Подача воды может быть достаточной для поддержания желаемой скорости воспламенения. Давление водяного пара может контролироваться по меньшей мере одним из способов из числа стационарного или динамического управления и равновесного управления. Генератор может содержать насос 13a, который поддерживает более низкое давление водяного пара в желаемой области. Вода может удаляться посредством дифференциальной откачки, в результате чего области энергетического элемента вне области электрода могут иметь более низкое давление, такое как более низкое парциальное давление воды.

Давление водяного пара в энергетическом элементе может поддерживаться с помощью резервуара/ловушки для воды, находящимися в соединении с элементом. Давление водяного пара в энергетическом элементе может быть по меньшей мере в одном состоянии из числа стационарного состояния или равновесного состояния с давлением водяного пара над поверхностью воды резервуара/ловушки для воды. Резервуар/ловушка для воды могут содержать средство для понижения давления пара, такое как, по меньшей мере, одно средство из числа охладителя, чтобы поддерживать пониженную температуру, такую как криотемпература, поглощающий H_2O материал, такой как активированный уголь или осушитель, и растворённое вещество. Давление водяного пара может быть низким давлением, установленным в равновесном или устойчивом состоянии со льдом, который может быть переохлаждён. Охлаждение может включать в себя крио-охладитель или ванну, такую как ванна с диоксидом углерода, жидким азотом или жидким гелием. Раствор может быть добавлен в резервуар/ловушку для воды, чтобы понизить давление

водяного пара. Давление паров может быть снижено в соответствии с законом Рауля. Раствор может быть хорошо растворимым и иметь высокую концентрацию. Примерами растворённых веществ являются сахар и ионное соединение, такое как, например, одно из следующих: щёлочи, щёлочноземельные материалы, галогениды аммония, гидроксиды, нитраты, сульфаты, дихроматы, карбонаты и ацетаты, такие как K_2SO_4, KNO_3, KCl, NH_4SO_4, NaCl, $NaNO_2$, $Na_2Cr_2O_7$, $Mg(NO_3)_2$, K_2CO_3, $MgCl_2$, $KC_2H_3O_2$, LiCl и KOH. Влагопоглотитель может содержать молекулярное сито, такое как типичное молекулярное сито 13X, для гранул, согласующихся с 4-8 размером сита.

В варианте осуществления изобретения для удаления избытка воды ловушка может быть загерметизирована и нагрета; затем жидкую воду можно откачать или выпустить в виде пара. Ловушка может быть повторно охлаждена и перезапущена. В одном варианте осуществления H_2 добавляют в элемент 26, например, в такой области, как область электродов, для реакции с O_2 для вступления в реакцию с продуктом, чтобы преобразовать его в воду, которая контролируется резервуаром/ловушкой для воды. H_2 может обеспечиваться с помощью электролиза на проницаемом для водорода катоде, таком как катод PdAg. Давление водорода можно контролировать с помощью датчика, который подаёт сигналы обратной связи на контроллер подачи водорода, такой как контроллер для управления электролизом.

В показательном варианте осуществления изобретения парциальное давление воды поддерживается при желаемом давлении, таком как давление в диапазоне от около 50 мторр до 500 мторр, с помощью гидратированного молекулярного сита, такого как 13X. Любая вода, выпущенная из молекулярного сита, может быть заменена посредством источника воды, например, вода из резервуара 311, подаваемая соответствующим коллектором и трубопроводами. Площадь молекулярных сит может быть достаточной для подачи воды со скоростью, по меньшей мере, такой, которая требуется для поддержания желаемого парциального давления. Скорость отходящего газа молекулярного сита может совпадать с суммой скорости расхода процесса гидрино и скорости откачки. По меньшей мере, один из параметров из числа скорости высвобождения и парциального давления может контролироваться путём регулирования температуры молекулярных сит. Элемент может содержать контроллер молекулярных сит с присоединением его к элементу 26. Контейнер может дополнительно содержать средство для поддержания температуры молекулярного сита на таком значении, как у нагревателя, охлаждающего устройства и температурного контроллера.

В альтернативном варианте осуществления изобретения со стационарным состоянием давление водяного пара поддерживается контроллером потока, таким как

контроллер, который управляет, по меньшей мере, одним из параметров из числа массового расхода и давления водяного пара в энергетическом элементе. Скорость подачи воды можно регулировать таким образом, чтобы она соответствовала потребляемому количеству в реакциях гидрино и любых других реакциях энергетического элемента, а также количеству, которое удаляется такими средствами, как откачка. Насос может содержать, по меньшей мере, одно из устройств из числа резервуара/ловушки для воды, криогенного насоса, вакуумного насоса, механического вакуумного насоса, спирального насоса и турбонасоса. По меньшей мере одна из скоростей из числа скорости подачи и удаления может быть отрегулирована для достижения желаемого давления водяного пара в энергетическом элементе. Кроме того, может быть добавлено требуемое парциальное давление водорода. По меньшей мере, одно из давлений H_2O и H_2 может измеряться и контролироваться датчиками и контроллерами, такими как манометры, например, датчики Baratron и контроллеры массового расхода. Вода может впрыскиваться через трубку 5k4 электромагнитного насоса с помощью регулятора потока, который может дополнительно содержать ограничитель давления и клапан обратного потока невозвратного типа для подачи расплавленного металла из потока обратно в источник воды, например, такого регулятора, как контроллер массового расхода. Газ может подаваться шприцевым насосом. В качестве альтернативы контроллеру массового расхода давление водяного пара может поддерживаться с помощью высокоточного клапана с электронным управлением, такого как, по меньшей мере, один из клапанов из числа игольчатого клапана, пропорционального электронного клапана и клапана шагового двигателя. Клапан может управляться датчиком давления водяного пара и компьютером, чтобы поддерживать давление водяного пара в энергетическом элементе на желаемом значении, таком как находящийся в диапазоне от примерно 0,5 мм. рт. ст. до 2 мм. рт. ст., где управление может быть с небольшим допуском, таким как в пределах 20 %. Клапан может иметь быструю реакцию, чтобы поддерживать допуск с быстрыми изменениями давления водяного пара в энергетическом элементе. Динамический диапазон потока через клапан может быть отрегулирован для соответствия различным минимальным и максимальным диапазонам посредством изменения давления водяного пара на стороне подачи клапана. Давление на стороне подачи может быть увеличено или уменьшено посредством увеличения или уменьшения температуры, соответственно, резервуара 311 для воды. Вода может подаваться через трубку 5k6 электромагнитного насоса.

В другом варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа воды, такой как водяной пар, и водород, могут впрыскиваться одновременно с расплавленным металлом, таким как расплавленное металлическое серебро. По меньшей

мере один из инжекторов из числа инжектора для воды, пара и водорода может содержать подающую трубку, которая заканчивается быстрым электромагнитным клапаном. Электромагнитный клапан может быть электрически присоединён, по меньшей мере, по одной из схем из числа последовательной и параллельной схем, к электродам, в результате чего ток протекает через клапан в том случае, когда ток протекает через электроды. В этом случае по меньшей мере один компонент воды, такой как пар и водород, может одновременно вводиться в расплавленный металл. В другом варианте осуществления система инжектора содержит оптический датчик и контроллер, чтобы вызывать впрыскивания. Контроллер может открывать и закрывать быстродействующий клапан, такой как электромагнитный клапан, при обнаружении впрыскивания металла или воспламенения. В варианте осуществления трубопроводы для впрыскивания, по меньшей мере, двух компонентов из числа расплава, такого как расплав серебра, воды, такой как пар, и водорода могут совпадать. Совпадение может осуществляться через общий трубопровод. В варианте осуществления инжектор содержит впрыскивающее сопло. Сопло инжектора может содержать газовый коллектор, такой как коллектор, выровненный с потоками металла, содержащими электроды 8. Сопло может дополнительно содержать множество точечных отверстий от коллектора, которые подают множество газовых струй, по меньшей мере, одного из компонентов из числа H_2O и H_2. В одном варианте осуществления изобретения H_2 барботируют через резервуар H_2O при давлении, превышающем давление энергетического элемента, и H_2O уносится в газ-носитель H_2. Газовая смесь повышенного давления протекает через отверстия в расплав, чтобы поддерживать газовые струи. На электродах газ, который может быть смесью газов, может объединяться с проводящей матрицей и расплавом металла. При приложении сильного тока соответствующая топливная смесь может воспламеняться с образованием гидрино.

В варианте осуществления изобретения для улучшения энергетического баланса генератора такой охладитель, как обозначенный позицией 31, может приводиться в действие тепловой энергией, которая может содержать тепло, выделяемое энергетическим элементом. Тепловая энергия может образовываться от внутренней диссипации и от реакции гидрино. Охлаждающее устройство может содержать абсорбционный охладитель, известный специалистам в данной области техники. В одном варианте осуществления извлекаемое тепло поглощается охлаждающей жидкостью или хладагентом, таким как вода, которая может испаряться. Адсорбционное охлаждающее устройство может использовать тепло для конденсации хладагента. В одном варианте осуществления изобретения водяной пар абсорбируется в поглощающем материале (сорбенте), таком как силикагель, цеолит, или в наноструктурированном материале, таком как материал Р.

McGrail из лаборатории Pacific Northwest Laboratory. Поглощённая вода нагревается, чтобы вызвать её высвобождение в камеру, в которой давление увеличивается в достаточной степени, чтобы вызывать конденсацию воды.

Генератор SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино) содержит компоненты, имеющие параметры, такие как параметры этого раскрытия изобретения, которые измеряются и контролируются. В вариантах осуществления изобретения компьютер с датчиками и системами управления может считывать и контролировать: (i) температуры на входе и выходе, а также давление и скорость охлаждающей жидкости каждого охладителя каждой охлаждаемой системы, такой как, по меньшей мере, одна из систем фотогальванического преобразователя, магнитов электромагнитного насоса и нагревателя с индуктивной связью, (ii) напряжение, ток, мощность, частота и рабочий цикл системы зажигания, (iii) скорость потока при впрыскивании для электромагнитного насоса с использованием датчика, такого как оптический, доплеровский, датчик Лоренца или датчик сопротивления и контроллер электрода, (iv) напряжения, токи и мощности индуктивно связанного нагревателя и электромагнитного насоса 5k, (v) давление в энергетическом элементе, (vi) температура стенки компонентов энергетического элемента, (vii) мощность нагревателя в каждой секции (viii) ток и магнитный поток электромагнитного насоса, (ix) температура расплава серебра, скорость потока и давление, (xi) давление, температура и скорость потока каждого проникающего или впрыскиваемого газа, такого как H_2 и H_2O, а также смесей, образованных регулятором, который может быть доставлен через общий коллектор подачи газа, (xi) интенсивность падающего света на фотогальванический преобразователь, (xii) напряжение, ток и выходная мощность фотогальванического преобразователя, (xiii) напряжение, ток, мощность и другие параметры какого-либо оборудования для регулирования мощности и (xiv) выходное напряжение, ток и мощность генератора SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино) по меньшей мере для одной из паразитных и внешних нагрузок, (xv) напряжение, ток и мощность, подводимые к любой паразитной нагрузке, такой как, по меньшей мере, одна из нагрузок устройств из числа индуктивно связанного нагревателя, электромагнитного насоса, охладителей, а также датчиков и элементов управления, и (xvi) напряжение, ток и состояние заряда в цепи стартера с аккумулированием энергии. В варианте осуществления изобретения измеряемый параметр может быть отделён от области системы, имеющей повышенную температуру, которая может повредить датчик во время процесса измерения. Например, давление газа, такого как, по меньшей мере, один из газов H_2 и H_2O, можно измерить с помощью соединительного газового трубопровода, например, охлаждающая

градирня, которая соединяется с элементом, таким как 5b или 5c, и охлаждает газ перед входом в преобразователь давления, такой как ёмкостный манометр Баратрона. В том случае, если возникает превышение параметром желаемого диапазона, например, такое как чрезмерная температура, генератор может содержать механизм безопасного отключения, такой как известный в данной области техники. Механизм отключения может содержать компьютер и переключатель, который подаёт питание, по меньшей мере, на один компонент генератора, который может быть разомкнут, чтобы вызвать отключение.

В варианте осуществления изобретения элемент может содержать, по меньшей мере, один газопоглотитель, такой как, по меньшей мере, один газопоглотитель для воздуха, кислорода, водорода, CO_2 и воды. Кислородный газопоглотитель, такой как химически активный материал в отношении кислорода, например, углерод или металл, который может быть тонко разделён на части, может поглощать любой кислород, образующийся в элементе. В случае использования углерода продукт диоксида углерода может перехватываться с помощью газоочистителя CO_2, который может быть реверсивным. В данной области техники известны газоочистители для диоксида углерода, такие как органические соединения, например, амины, такие как моноэтаноламин, минералы и цеолиты, гидроксид натрия, гидроксид лития и системы на основе оксида металла. Мелкодисперсный углеродный газопоглотитель может также служить для удаления кислорода для защиты чувствительных к кислороду материалов в энергетическом элементе, таких как сосуды или трубка насоса, содержащие чувствительные к кислороду материалы, такие как Mo, W, графит и Ta. В этом случае двуокись углерода может быть удалена с помощью газоочистителя CO_2 или может быть откачана с помощью вакуумного насоса, где мелкодисперсный углерод используется исключительно для защиты компонентов.

Металлический газопоглотитель может избирательно реагировать с кислородом через H_2O, в результате чего он может регенерироваться с помощью водорода. Типичные металлы с низкой реакционной способностью к воде включают в себя металлы из следующей группы 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. Газопоглотитель или кислородный газоочиститель могут удаляться из энергетического элемента SF-CIHT и регенерироваться. Удаление может быть циклическим или периодическим. Регенерация может быть достигнута восстановлением водорода. Регенерация может происходить на месте. Регенерация на месте может быть периодической или непрерывной. Другие кислородные газопоглотители и их регенерация, с помощью таких материалов, как цеолиты и соединения, которые

образуют обратимые лигандные связи, содержащие кислород, такие как соли, например, нитратные соли 2-аминотерефталато-связанной дезокси-системы, $[\{(bpbp)Co_2^{II}(NO_3)\}_2(NH_2bdc)]$ $(NO_3)_2.2H_2O$ ($bpbp^-$ = 2,6-бис (N, N-бис (2-пиридилметил) аминометил)-4-трет-бутилфенолато, NH_2bdc^{2-} = 2-амино-1,4-бензолдикарбоксилато) известны для специалистов в данной области техники. Сильно горючие металлы также могут быть использованы в качестве кислородного газопоглотителя, такие как типичные металлы: щелочные, щелочноземельные, алюминий и редкоземельные металлы. Легковоспламеняющиеся металлы также могут быть использованы в качестве поглотителя воды. Материалы для хранения водорода могут быть использованы для удаления водорода. Типичные материалы для хранения водорода включают в себя гидрид металла, мишметалл, такой как M1: обогащенный La мишметалл, такой как $M1Ni_{3.65}Al_{0.3}Mn_{0.3}$ или M1 $(NiCoMnCu)_5$, Ni, R-Ni, R-Ni + около 8 мас. % Vulcan XC-72, $LaNi_5$, Cu или Ni-Al, Ni-Cr, такой как содержащий около 10% Cr, Ce-Ni-Cr, такой как содержащий около 3/90/7 мас. %, Cu-Al или Cu-Ni-Al сплав, разновидность системы M-N-H, такая как $LiNH_2$, Li_2NH, или Li_3N, и гидрид щелочного металла, дополнительно содержащий бор, такой как борогидриды, или алюминий, такой как алюмогидиды. Другими подходящими материалами для хранения водорода являются гидриды металлов, такие как гидриды щелочноземельных металлов, такие как MgH_2, гидриды металлических сплавов, такие как $BaReH_9$, $LaNi_5H_6$, $FeTiH_{1.7}$, и $MgNiH_4$, борогидриды металлов, такие как $Be(BH_4)_2$, $Mg(BH_4)_2$, $Ca(BH_4)_2$, $Zn(BH_4)_2$, $Sc(BH_4)_3$, $Ti(BH_4)_3$, $Mn(BH_4)_2$, $Zr(BH_4)_4$, $NaBH_4$, $LiBH_4$, KBH_4, и $Al(BH_4)_3$, AlH_3, $NaAlH_4$, Na_3AlH_6, $LiAlH_4$, Li_3AlH_6, LiH, $LaNi_5H_6$, $La_2Co_1Ni_9H_6$, и $TiFeH_2$, NH_3BH_3, полиаминоборан аминные комплексы боранов, такие как амин боран, аммиачные соединения гидридов бора, гидразин-комплексы борана, диборан диаммониат, боразин и октагидробораты аммония или тетрагидробораты, имидазолиевые ионные жидкости, такие как алкил(арил)-3-метилимидазолий-N-бис (трифторметансульфонил) имидатные соли, фосфонийборат и карбонитные вещества. Другими типичными соединениями являются аммиачный боран, щелочной аммиачный боран, такой как литий-аммиачный боран, и боран-алкиламинный комплекс, такой как боран-диметиламиновый комплекс, боран-триметиламиновый комплекс, и амино-бораны, а также борановые амины, такие как аминодиборан, н-диметиламинодиборан, трис (диметиламино)боран, ди-н-бутилборонамин, диметиламиноборан, триметиламиноборан, аммиак-триметилборан и триэтиламиноборан. Другими подходящими материалами для хранения водорода являются органические жидкости с поглощённым водородом, такие как карбазол и его производные, такие как 9-(2-этилгексил) карбазол, 9-этилкарбазол, 9-фенилкарбазол, 9-метилкарбазол и 4,4'-бис(N-карбазолил)-1,1'-бифенил. Газопоглотитель может содержать

сплав, способный хранить водород, такой как один из типов AB_5 (LaCePrNdNiCoMnAl) или AB_2 (VTiZrNiCrCoMnAlSn), где обозначение «AB_x» относится к соотношению элементов типа A (LaCePrNd или TiZr) к элементам типа B (VNiCrCoMnAlSn). Дополнительные подходящие газопоглотители представляют собой те, которые используются в металлогидридных батареях, таких как никель-металлогидридные батареи, которые известны специалистам в данной области техники. Пример подходящего материала газопоглотителя для гидридных анодов включает в себя гидриды группы R-Ni, $LaNi_5H_6$, $La_2Co_1Ni_9H_6$, $ZrCr_2H_{3.8}$, $LaNi_{3.55}Mn_{0.4}Al_{0.3}Co_{0.75}$, $ZrMn_{0.5}Cr_{0.2}V_{0.1}Ni_{1.2}$, и другие сплавы, подходящие для хранения водорода, такие как один из типов AB_5 (LaCePrNdNiCoMnAl) или AB_2 (VTiZrNiCrCoMnAlSn), где обозначение «AB_x» относится к соотношению элементов типа A (LaCePrNd или TiZr) к элементам типа B (VNiCrCoMnAlSn). В других вариантах осуществления изобретения материал газопоглотителя гидридного анода содержит, по меньшей мере, один из следующих материалов: $MmNi_5$ (Mm = миш-металл), такой как $MmNi_{3.5}Co_{0.7}Al_{0.8}$, типа AB_5: $MmNi_{3.2}Co_{1.0}Mn_{0.6}Al_{0.11}Mo_{0.09}$ (Mm = миш-металл: 25 мас. % La, 50 мас. % Ce, 7 мас. % Pr, 18 мас. % Nd), $La_{1-y}R_yNi_{5-x}M_x$, тип AB_2: сплавы $Ti_{0.51}Zr_{0.49}V_{0.70}Ni_{1.18}Cr_{0.12}$, сплавы на основе магния, такие как $Mg_{1.9}Al_{0.1}Ni_{0.8}Co_{0.1}Mn_{0.1}$, $Mg_{0.72}Sc_{0.28}(Pd_{0.012} + Rh_{0.012})$, и $Mg_{80}Ti_{20}$, $Mg_{80}V_{20}$, $La_{0.8}Nd_{0.2}Ni_{2.4}Co_{2.5}Si_{0.1}$, $LaNi_{5-x}M_x$ (M = Mn, Al), (M = Al, Si, Cu), (M = Sn), (M = Al, Mn, Cu) и $LaNi_4Co$, $MmNi_{3.55}Mn_{0.44}Al_{0.3}Co_{0.75}$, $LaNi_{3.55}Mn_{0.44}Al_{0.3}Co_{0.75}$, $MgCu_2$, $MgZn_2$, $MgNi_2$, соединения AB, такие как TiFe, TiCo и TiNi, соединения AB_n (n = 5, 2 или 1), соединения AB_{3-4} и AB_x (A = La, Ce, Mn, Mg; B = Ni, Mn, Co, Al). Другими подходящими гидридными газопоглотителями являются $ZrFe_2$, $Zr_{0.5}Cs_{0.5}Fe_2$, $Zr_{0.8}Sc_{0.2}Fe_2$, YNi_5, $LaNi_5$, $LaNi_{4.5}Co_{0.5}$, (Ce, La, Nd, Pr)Ni_5, сплав миш-металл-никель, $Ti_{0.98}Zr_{0.02}V_{0.43}Fe_{0.09}Cr_{0.05}Mn_{1.5}$, $La_2Co_1Ni_9$, FeNi, и $TiMn_2$. Газопоглотители по настоящему раскрытию изобретения и другие, известные специалистам в данной области техники, могут содержать газопоглотитель более чем одного вида газа для энергетического элемента. Дополнительные газопоглотители могут быть известны специалистам в данной области техники. Типичный мультигазовый газопоглотитель содержит щелочной или щелочноземельный металл, такой как литий, который может поглощать по меньшей мере два газа из числа O_2, H_2O и H_2. Газопоглотитель может быть регенерирован способами, известными в данной области техники, такими как восстановление, разложение и электролиз. В одном варианте осуществления газопоглотитель может содержать криоловушку, которая, по меньшей мере, является одним из устройств, которое конденсирует газ, такой как, по меньшей мере, один газ из числа водяного пара, кислорода и водорода, и удерживает газ в поглощающем материале в охлажденном состоянии. Газ

может выделяться из поглощающего материала при более высокой температуре, в результате чего при нагревании и откачке отходящего газа газопоглотитель может регенерироваться. Типичными материалами, которые поглощают, по меньшей мере, один газ из числа водяного пара, кислорода и водорода, которые могут быть регенерированы нагреванием и перекачкой, является углерод, такой как активированный уголь и цеолиты. Временной интервал для регенерации кислородного, водородного и водяного газоочистителя может быть определён, когда соответствующий уровень газа увеличивается до недопустимого уровня, определяемого датчиком соответствующего газосодержания в энергетическом элементе. В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из сгенерированных в ячейке газов из числа водорода и кислорода может быть собран и продан в качестве коммерческого газа с помощью систем и способов, известных специалистам в данной области техники. В качестве альтернативы, собранный газообразный водород может использоваться в SunCell®.

Водород и вода, которые включены в расплав, могут протекать из резервуаров 5u и 31l через коллекторы и питающие трубопроводы под давлением, создаваемым соответствующими насосами, такими как механические насосы. В качестве альтернативы, водяной насос может быть заменён путём создания давления пара посредством нагревания водяного резервуара 31l, а водородный насос может быть заменён путём создания давления для протекания водорода посредством электролиза. Альтернативно, H_2O подается в виде пара с помощью резервуара 31l для H_2O, парогенератора и паропровода. Водород может проникать через полый катод, соединённый с водородным резервуаром, который находится под давлением в результате электролиза или термолиза. Эти сменные системы могут исключать соответствующие системы, имеющие движущиеся части.

В одном варианте осуществления изобретения компоненты и система энергетического элемента SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино) являются, по меньшей мере, одним элементом из числа комбинированных, миниатюрных и иным образом оптимизированных, чтобы оптимизировать, по меньшей мере, один параметр из числа уменьшения веса и размера, снижения стоимости и сокращения времени обслуживания. В варианте осуществления элемент SF-CIHT содержит общий компрессор для охладителя и вакуумный насос элемента. Охладитель для отвода тепла также может служить в качестве криогенного насоса, чтобы использоваться в качестве вакуумного насоса. H_2O и O_2 могут конденсироваться крионасосом. В варианте осуществления изобретения система зажигания, содержащая группу конденсаторов, миниатюризируется посредством использования уменьшенного числа конденсаторов, таких как иллюстративный

одиночный суперконденсатор Максвелла с напряжением 2,75 В, 3400 F, как можно ближе к электродам. В варианте осуществления, по меньшей мере, один конденсатор может иметь свой положительный вывод, непосредственно соединённый с положительной шиной или положительным электродом, и, по меньшей мере, один конденсатор может иметь свой отрицательный вывод, непосредственно соединённый с отрицательной шиной или отрицательным электродом, при этом другие выводы конденсаторов с противоположной полярностью могут быть соединены шиной, в результате чего ток протекает через цепь, содержащую конденсаторы, когда расплавленный металл замыкает цепь посредством замыкания электродов, которые могут содержать инжекторы для расплавленного металла. Набор конденсаторов, последовательно соединённых между электродами, может быть воспроизведён целочисленным кратным, чтобы обеспечивать в виде целочисленного кратного больший ток, если это является желательным. В варианте осуществления изобретения напряжение на конденсаторах может поддерживаться в требуемом диапазоне посредством зарядки с помощью энергии от фотогальванического преобразователя.

Стабилизация электропитания генератора SF-CIHT может быть упрощена путём использования всей энергии постоянного тока для внутренних нагрузок, в которых энергия постоянного тока подаётся от фотогальванического преобразователя. В варианте осуществления изобретения энергию постоянного тока от фотогальванического преобразователя можно подавать, по меньшей мере, из одного источника из числа: (i) зарядного устройства постоянного тока для конденсаторов системы зажигания, содержащего источник 2 электрической энергии, на электроды 8, (ii) постоянный ток по меньшей мере, одного электромагнитного насоса, (iii) питание постоянного тока для резистивных или индуктивно связанных нагревателей, (iv) питание постоянного тока для охладителя, содержащего электродвигатель постоянного тока, (v) питание постоянного тока для вакуумного насоса, содержащего электрический двигатель постоянного тока и (vi) питание постоянного тока для компьютера и датчиков. Стабилизация электропитания выходной мощности может содержать мощность постоянного тока от фотогальванического преобразователя или мощность переменного тока от преобразования мощности постоянного тока от фотогальванического преобразователя в переменный ток с использованием преобразователя.

В варианте осуществления изобретения преобразователь света в электричество содержит фотогальванический преобразователь по настоящему раскрытию изобретения, содержащий фотогальванические (PV) элементы, которые реагируют на область значительной длины волны света, излучаемого из элемента, такой преобразователь,

который соответствует по меньшей мере 10% от оптической выходной мощности. В одном варианте осуществления фотогальванические элементы представляют собой элементы концентратора, которые могут принимать высокоинтенсивный свет, интенсивность которого превышает солнечный свет, например, он находится в диапазоне интенсивности, по меньшей мере, от около 1,5 до 75 000 солнц, от 10 до 10000 солнц и от 100 до 2000 солнц. Фотогальванические элементы концентратора могут содержать c-Si, который может работать в диапазоне от 1 до 1000 солнц. Кремниевые фотоэлементы могут работать при температуре, которая выполняет, по меньшей мере, одну функцию улучшения запрещённой зоны, чтобы лучше соответствовать спектру излучения абсолютно чёрного тела и улучшать отвод тепла и, таким образом, уменьшать сложность системы охлаждения. В показательном варианте осуществления изобретения кремниевые фотоэлектрические элементы концентратора работают при интенсивности света в 200-500 Солнц при температуре около 130°C, чтобы обеспечивать запрещённую зону около 0,84 В для соответствия спектру излучения абсолютно чёрного тела при 3000°C. Фотогальванические элементы могут содержать множество переходов, таких как тройные переходы. Фотогальванические элементы концентратора энергетического элемента могут содержать множество слоёв, таких как слои полупроводников группы III/V, таких как, по меньшей мере, один из группы InGaP/InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaInNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaInNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga(In)As/InGaAs; GaInP-GaAs-вафельная структура-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge. Множество переходов, таких как тройные или двойные переходы, могут быть соединены последовательно. В другом варианте осуществления изобретения переходы могут быть соединены параллельно. Переходы могут быть механически сложены. Переходы могут быть соединены посредством сращивания пластин. В варианте осуществления туннельные диоды между переходами могут быть заменены сращиваемыми пластинами. Такие сращиваемые пластины могут быть электрически изолированными и прозрачными для области длин волн, которая преобразуется последующими или более глубокими переходами. Каждый переход может быть подключён к независимому электрическому соединению или шине. Независимые шины могут быть соединены последовательно или параллельно. Электрический контакт для каждого электрически независимого перехода может содержать сеточные проводники. Область затенения провода может быть минимизирована благодаря распределению тока по нескольким параллельным цепям или межсоединениям для независимых переходов или групп переходов. Ток может быть удалён в боковом направлении. Слой соединённых

пластин может содержать прозрачный проводящий слой. Примером прозрачного проводника является прозрачный проводящий оксид (TCO), такой как оксид индия и олова (ITO), оксид олова, легированный фтором (FTO), и легированный оксид цинка, а также проводящие полимеры, графен, углеродные нанотрубки и другие материалы, известные специалистам в данной области техники. Бензоциклобутен (BCB) может содержать промежуточный связующий слой. Связующий слой может быть между прозрачным материалом, таким как стекло, таким как боросиликатное стекло, и фотоэлектрическим полупроводниковым материалом. Примером двухпереходной ячейки является ячейка, содержащая верхний слой пластины GaInP, связанный с нижним слоем GaAs (GaInP//GaAs). Пример четырёхпереходной ячейки содержит GaInP/GaAs/GaInAsP/GaInAs на подложке InP, в которой каждая точка перехода может быть индивидуально разделена туннельным диодом (/) или изолирующим слоем (//) прозрачной пластины, таким как элемент, создаваемый с помощью GaInP//GaAs//GaInAsP//GaInAs на InP. Фотогальванический элемент может содержать InGaP//GaAs//InGaAsNSb//Проводящий слой//Проводящий слой//GaSb//InGaAsSb. Подложка может быть GaAs или Ge. Фотогальванический элемент может содержать Si-Ge-Sn и сплавы. Все комбинации диодных связей и соединений, полученных посредством сращивания пластин, находятся в пределах объёма раскрытия. Типичная четырёхпереходная ячейка, имеющая эффективность преобразования 44,7% при концентрации в 297 раз спектра AM1,5d, изготавливается компанией SOITEC, Франция. Фотогальванический элемент может содержать единственный переход. Типичный фотогальванический элемент с единственным переходом может содержать монокристаллический кремниевый элемент, такой как элемент, приведённый в работе Sater et al. “High voltage silicon VMJ solar cells for up to 1000 suns intensities” (Б. Л. Сатер, Н. Д. Сатер, «Высоковольтные кремниевые солнечные элементы VMJ для света с интенсивностью до 1000 солнц», Photovoltaic Specialists Conference, 2002. Отчет о конференции двадцать девятого IEEE, 19-24 мая 2002 г., стр. 1019 - 1022.), который полностью включён в настоящее описание посредством ссылки. Альтернативно, элемент с единственным переходом может содержать GaAs или GaAs, легированные другими элементами, такими как элементы из групп III и V. В показательном варианте осуществления изобретения фотогальванические элементы PV содержат элементы PV концентратора с тройным переходом или элементы PV GaAs, работающие при интенсивности света около 1000 солнц. В другом показательном варианте осуществления фотогальванические элементы содержат c-Si, работающий при интенсивности света 250 солнц. В показательном варианте осуществления фотогальванические элементы могут

содержать GaAs, который может избирательно реагировать на длины волн менее чем 900 нм, и InGaAs, по меньшей мере, на одной из подложек из числа InP, GaAs и Ge, которые могут выборочно реагировать на длины волн в области между 900 нм и 1800 нм. Два типа фотогальванических элементов, содержащих GaAs и InGaAs на InP, могут использоваться в комбинации для повышения эффективности. Два таких элемента с единственным переходом могут быть использованы для получения эффекта элемента с двойным переходом. Комбинация может быть реализована с использованием по меньшей мере одного из компонентов из числа дихроичных зеркал, дихроичных фильтров и архитектуры элементов отдельно или в комбинации с зеркалами для достижения множества отражений или возвращений света, как приводится в раскрытии изобретения. В варианте осуществления изобретения каждый фотогальванический элемент содержит слой полихромата, который отделяет и сортирует входящий свет, перенаправляя его на отдельные слои в многопереходном элементе. В иллюстративном варианте осуществления элемент содержит слой фосфида индия-галлия для видимого света и слой арсенида галлия для инфракрасного света, куда направляется соответствующий свет. Фотогальванический элемент может содержать сплав $GaAs_{1-x-y}N_xBi_y$.

Фотогальванические элементы могут содержать кремний. Кремниевые фотогальванические элементы могут содержать элементы концентратора, которые могут работать в диапазоне интенсивности света от около 5 до 2000 Солнц. Кремниевые фотогальванические элементы могут содержать кристаллический кремний, и, по меньшей мере, одна поверхность может дополнительно содержать аморфный кремний, который может иметь другую запрещённую зону, отличную от слоя кристаллического Si. Аморфный кремний может иметь более широкую запрещённую зону, чем кристаллический кремний. Слой аморфного кремния может выполнять по меньшей мере одну функцию, заключающуюся в том, что элементы становятся электропрозрачными и предотвращают рекомбинацию пар электрон-дырка на поверхностях. Кремниевый элемент может содержать многопереходный элемент. Слои могут содержать отдельные элементы. По меньшей мере один элемент, такой как верхний элемент, и такой как элемент, содержащий, по меньшей мере, один компонент из числа Ga, As, InP, Al и In, может быть нарезан тонкими плёнками по технологии «ion slicing» и механически уложен на ячейку Si, такую как нижняя ячейка Si. По меньшей мере, один из слоёв многопереходных элементов и последовательно соединённых элементов может содержать обходные диоды для минимизации потерь тока и мощности из-за несоответствия тока между слоями ячеек. Поверхность элемента может быть текстурированной для облегчения проникновения света в элемент. Элемент может содержать антиотражающее покрытие для

усиления проникновения света в элемент. Антиотражающее покрытие может дополнительно отражать длины волн ниже энергии запрещённой зоны. Покрытие может содержать множество слоёв, например, от двух до 20 слоёв. Увеличенное количество слоёв может повысить избирательность для пропускания полосы желаемого диапазона длин волн, такого как свет выше энергии запрещённой зоны, и отражать другой диапазон, такой как длины волн ниже энергии запрещённой зоны. Свет, отражённый от поверхности элемента, может отражаться по меньшей мере к одному другому элементу, который может поглощать свет. Фотогальванический преобразователь 26a может содержать замкнутую структуру, такую как геодезический купол, для обеспечения множества возвращений отражённого света, чтобы увеличивать поперечное сечение для поглощения и преобразования фотогальванических элементов. Геодезический купол может содержать множество приёмных блоков, таких как треугольные блоки, покрытые фотогальваническими элементами. Купол может служить интегрирующей сферой. Непреобразованный свет может использоваться повторно. Повторное использование света может происходить из-за отражений между блоками приёмных элементов, такими как используемые в геодезическом куполе. Поверхность может содержать фильтр, который может отражать длины волн ниже энергии запрещённой зоны элемента. Элемент может содержать нижнее зеркало, такое как нижний слой из серебра или золота, чтобы отражать непоглощённый свет обратно через элемент. Дополнительный непоглощённый свет и свет, отражённый фильтром на поверхности элемента, могут поглощаться излучателем абсолютно чёрного тела и повторно излучаться на фотогальванический элемент. В варианте осуществления изобретения подложка фотогальванического элемента может содержать материал, который является прозрачным для света, проходящего от нижнего элемента к отражателю на задней стороне подложки. Примером трёхпереходной ячейки с прозрачной подложкой являются InGaAsP (1,3 эВ), InGaAsP (0,96 эВ), InGaAs (0,73 эВ), подложка InP и инфракрасный отражатель из меди или золота. В варианте осуществления фотогальванический элемент может содержать кремниевый элемент концентратора. Многопереходной элемент III-V может быть выбран для более высокого напряжения, или элемент Si может быть выбран для более низкой стоимости. Затенение шины может быть уменьшено путём использования прозрачных проводников, таких как прозрачные проводящие оксиды (TCO).

Фотогальванический элемент может содержать перовскитные элементы. Типичный элемент перовскита содержит слои сверху вниз из Au, Ni, Al, Ti, GaN, $CH_3NH_3SnI_3$, монослоя h-BN, $CH_3NH_3PbI_{3-x}Br_x$, HTM/GA, с нижним золотым контактом (Au).

Элемент может содержать ячейку с несколькими p-n-переходами, такую как ячейка,

содержащая верхний слой AlN и нижний слой GaN для преобразования соответственно света в крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV) и ультрафиолетовой области. В одном варианте осуществления изобретения фотоэлектрический элемент может содержать ячейку p-слоя GaN с сильным p-легированием вблизи поверхности, чтобы избежать чрезмерного ослабления коротковолнового света, такого как ультрафиолетовый UV и EUV. Нижний слой n-типа может содержать AlGaN или AlN. В одном варианте осуществления фотоэлемент содержит GaN и AlxGa1-xN, которые в большой степени p-легированы в верхнем слое p-n-перехода, где p-легированный слой содержит двумерный дырочный газ. В варианте осуществления изобретения фотогальванический (PV) элемент может содержать по меньшей мере один из компонентов из числа GaN, AlGaN и AlN с полупроводниковым переходом. В одном варианте осуществления фотогальванический (PV) элемент может содержать AlGaN или AlN n-типа с металлическим переходом. В одном варианте осуществления фотогальванический (PV) элемент реагирует на высокоэнергетический свет выше ширины запрещённой зоны фотоэлектрического материала с множеством пар электрон-дырка. Интенсивность света может быть достаточной для насыщения механизмов рекомбинации для повышения эффективности.

Преобразователь может содержать множество, по меньшей мере, одного из компонентов из числа (i) GaN, (ii) p-n перехода AlGaN или AlN и (iii) неглубоких ультратонких фотогальванических элементов с гетеропереходом p-n, каждый из которых содержит двумерный дырочный газ p-типа в GaN на основе AlGaN или AlN n-типа. Каждый из них может содержать подводящий проводник на слой металлической плёнки, такой как слой тонкой плёнки Al, слой n-типа, слой обеднения, слой p-типа, и подводящий проводник на слой металлической плёнки, такой как слой тонкой плёнки Al без пассивирующего слоя из-за коротковолнового света и работы в условиях вакуума. В варианте осуществления изобретения фотогальванического элемента, содержащего слой n-типа AlGaN или AlN, металл с соответствующей работой выхода может заменить p-слой, образуя барьер Шоттки для выпрямления, чтобы включать в себя фотогальванический (PV) элемент с барьером Шоттки металл/полупроводник.

В другом варианте осуществления изобретения преобразователь может содержать по меньшей мере один из типов фотоэлементов из числа фотогальванических (PV) элементов, фотоэлектрических (PE) элементов и гибридов из PV-элементов и элементов PE. Фотоэлектрический элемент PE может содержать твердотельный элемент, такой как элемент GaN PE. Фотоэлектрические элементы PE могут содержать фотокатод, слой с зазором и анод. Типичный фотоэлектрический элемент PE содержит цезированный GaN (катод)/AlN (разделитель или зазор)/Al, Yb или Eu (анод), который может быть

цезированным. Каждый из фотогальванических (PV) элементов может содержать по меньшей мере один из фотоэлементов GaN, AlGaN и AlN, по настоящему раскрытию изобретения. Фотоэлектрический элемент PE может быть верхним слоем, а элемент PV может быть нижним слоем гибрида. PE-элемент может преобразовывать свет с самой короткой длиной волны. В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один слой из числа катодного и анодного слоя элемента PE, а также p-слоя и n-слоя фотогальванического элемента PV можно перевернуть вверх дном. Архитектура может быть изменена для улучшения токового съёма. В варианте осуществления изобретения излучение света от воспламенения топлива является поляризованным, и преобразователь оптимизируется для использования материалов, являющихся избирательными в отношении поляризации света, для оптимизации проникновения света в активные слои элемента. Свет может быть поляризован приложением поля, такого как электрическое поле или магнитное поле, соответствующими электродами или магнитами.

В варианте осуществления изобретения топливо может содержать расплав серебра, меди или сплава Ag-Cu, который может дополнительно содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа захваченного водорода и захваченной H_2O. Излучение света может содержать преимущественно ультрафиолетовое излучение и излучение крайней ультрафиолетовой области спектра, такое как свет в области длин волн от примерно 10 нм до 300 нм. Фотогальванический (PV) элемент может реагировать, по меньшей мере, на часть области длин волн от примерно 10 нм до 300 нм. Фотогальванические элементы могут содержать концентратор УФ-элементов. Элементы могут реагировать на излучение абсолютно чёрного тела. Излучение абсолютно чёрного тела может быть таким, которое соответствует, по меньшей мере, одному температурному диапазону от около 1000К до 6000°К. Интенсивность падающего света может составлять, по меньшей мере, одно значение в диапазонах от 2 до 100 000 солнц и от 10 до 10000 солнц. Элемент может работать в температурном диапазоне, известном в данной области техники, таком как, по меньшей мере, один температурный диапазон от около менее чем 300°C и менее чем 150°C. Фотогальванический (PV) элемент может содержать нитрид III группы, такой как, по меньшей мере, один из нитридов InGaN, GaN и AlGaN. В варианте осуществления изобретения фотогальванический элемент PV может содержать множество переходов. Эти переходы могут быть расположены слоями последовательно. В другом варианте осуществления переходы являются независимыми или электрически параллельными. Независимые переходные соединения могут быть механически сложенными или соединёнными пластинами. Показательный многопереходный фотогальванический элемент PV содержит, по меньшей мере, два перехода, содержащие легированный n-p

полупроводник, такой как множество из группы InGaN, GaN и AlGaN. Легирующая добавка n для GaN может содержать кислород, а легирующая добавка p может содержать Mg. Показательный элемент с тройным переходом может содержать InGaN//GaN//AlGaN, где // может относиться к изолирующему прозрачному слою, полученному при сращивании пластин, или к механической укладке. Фотоэлемент PV может работать при высокой интенсивности света, эквивалентной интенсивности фотогальванического концентратора (CPV). Подложка может представлять собой, по меньшей мере, один компонент из числа сапфира, Si, SiC и GaN, где последние два обеспечивают лучшее согласование решётки для применений CPV. Слои могут быть нанесены с использованием способов металлоорганической парофазной эпитаксии (MOVPE), известных в данной области техники. Элементы могут охлаждаться с помощью холодных пластин, таких как те, которые используются в CPV, или диодных лазеров, таких как коммерческие диодные лазеры на GaN. Сеточные контакты могут быть установлены на передней и задней поверхностях элементов, как в случае элементов CPV. В одном варианте осуществления изобретения поверхность фотоэлемента PV, такого как элемента, содержащего по меньшей мере один из компонентов из числа GaN, AlN и GaAlN, может быть ограничена. Завершающий слой может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа H и F. Завершающий слой может уменьшать эффекты от дефектов, связанных с рекомбинацией носителей. Поверхность может быть ограничена окном, таким как AlN.

В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из преобразователей из числа фотогальванического (PV) и фотоэлектрического (PE) преобразователя может иметь защитное окно, которое по существу прозрачно для света, на который он реагирует. Окно может быть по меньшей мере на 10% прозрачным для реагирующего света. Окно может быть прозрачным для ультрафиолетового света. Окно может содержать покрытие, такое как прозрачное для УФ-излучения покрытие на фотоэлементах PV или PE. Покрытие может быть нанесено осаждением, таким как осаждение из паровой фазы. Покрытие может содержать материал ультрафиолетовых окон по настоящему изобретению, такой как сапфировое окно или окно из MgF_2. Другие подходящие материалы для окна включают в себя LiF и CaF_2. Любое окно, такое как окно MgF_2, может быть тонким, чтобы ограничивать ослабление крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV). В одном варианте осуществления изобретения материал для фотоэлементов PV или PE, такой как твёрдый, подобный стеклу, например, GaN, служит в качестве очищаемой поверхности. Материал фотогальванического элемента PV, такой как GaN, может служить в качестве окна. В варианте осуществления поверхностные электроды фотоэлементов PV или PE могут содержать окно. Электроды и окно могут содержать

алюминий. Окно может содержать по меньшей мере один материал из числа алюминия, углерода, графита, диоксида циркония, графена, MgF_2, фторида щелочноземельного металла, галогенида щелочноземельного металла, Al_2O_3 и сапфира. Окно может быть очень тонким, например, толщиной примерно от 1 ангстрема до 100 ангстрем, в результате чего оно прозрачно для ультрафиолетового излучения и излучения EUV из энергетического элемента. Примерами тонких прозрачных тонких плёнок являются тонкие плёнки Al, Yb и Eu. Плёнка может быть нанесена с помощью MOCVD (химическое осаждение из паровой фазы металлоорганического соединения), осаждения из паровой фазы, распыления и других способов, известных в данной области техники.

В варианте осуществления изобретения энергетический элемент может преобразовывать падающий свет в электричество посредством, по меньшей мере, одного механизма, такого как, по меньшей мере, один механизм из группы фотогальванического эффекта, фотоэлектрического эффекта, термоэлектронного эффекта и термоэлектрического эффекта. Преобразователь может содержать двухслойные элементы, каждый из которых имеет фотоэлектрический слой поверх фотогальванического слоя. Свет с более высокой энергией, такой как свет из крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV), может избирательно поглощаться и преобразовываться верхним слоем. Слой из множества слоёв может содержать ультрафиолетовое окно, такое как окно MgF_2. Ультрафиолетовое окно может защищать УФ-фотопреобразователь UV PV от повреждения ионизирующим излучением, таким как повреждение мягким рентгеновским излучением. В варианте осуществления изобретения газ элемента низкого давления может быть добавлен для избирательного ослабления излучения, которое может повредить УФ-фотопреобразователь UV PV. Альтернативно, это излучение может быть, по меньшей мере, частично преобразовано в электричество и, по меньшей мере, частично заблокировано от ультрафиолетового излучения верхним слоем фотоэлектронного преобразователя. В другом варианте осуществления материал ультрафиолетового фотогальванического преобразователя, такой как GaN, может также преобразовывать, по меньшей мере, часть излучения из крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV) из энергетического элемента в электричество, используя, по меньшей мере, один эффект из числа фотогальванического эффекта и фотоэлектрического эффекта.

Фотогальванический преобразователь может содержать фотоэлементы PV, которые преобразуют ультрафиолетовый свет в электричество. Типичные ультрафиолетовые фотоэлементы PV содержат по меньшей мере один из материалов из числа полупроводникового полимера p-типа PEDOT-PSS: поли(3,4-этилендиокситиофен), легированный поли(4-стиролсульфонатом) плёнкой, нанесённой на оксид титана,

легированный Nb (SrTiO3:Nb) (PEDOT-PSS/SrTiO3: гетероструктура Nb), GaN, GaN, легированный переходным металлом, таким как марганец, SiC, алмаз, Si и TiO_2. Другие типичные фотогальванические PV элементы содержат гетеропереходные элементы n-ZnO/p-GaN.

Для преобразования света высокой интенсивности в электричество генератор может содержать оптическую распределительную систему и фотогальванический преобразователь 26a, такой как показанный на фиг. 1 (2I132). Система оптического распределения может содержать множество полупрозрачных зеркал, расположенных в многослойной пачке вдоль оси распространения света, излучаемого энергетическим элементом, где на каждом зеркальном элементе 23 этой пачки свет, по меньшей мере, частично отражается на элементе 15 PC, такой как элемент, выровненный параллельно направлению распространения света для приёма поперечно отражённого света. Панели 15 для преобразования света в электричество могут содержать, по меньшей мере, один из элементов из числа фотоэлектрических PE, фотогальванических PV и термоэлектронных элементов. Окно к преобразователю может быть прозрачным для света, излучаемого элементом, такого как свет с коротковолновым излучением или излучение абсолютно чёрного тела, такого как излучение, соответствующее температуре от около 2800K до 4000K, при этом преобразователь энергии может содержать термофотогальванический (TPV) преобразователь энергии. Окно для фотогальванического PV преобразователя может содержать, по меньшей мере, один материал из числа сапфира, LiF, MgF_2 и CaF_2, других галогенидов щелочноземельных металлов, таких как фториды, например, BaF_2, CdF_2, кварц, плавленый кварц, УФ-стекло, боросиликат и инфрасил (ThorLabs). Полупрозрачные зеркала 23 могут быть прозрачными для коротковолнового света. Материал может быть таким же, как и у окна фотогальванического PV преобразователя с частичным покрытием отражающим материалом, таким как зеркало, например, ультрафиолетовое зеркало. Полупрозрачное зеркало 23 может содержать клетчатый рисунок отражающего материала, такого как ультрафиолетовое зеркало, например, по меньшей мере, одно зеркало из числа Al, покрытого MgF_2, и тонких плёнок фторида, таких как плёнки MgF_2 или LiF, или плёнки SiC на алюминии.

В варианте осуществления изобретения эффективность термофотогальванического преобразования (TPV) может быть увеличена путём использования избирательного излучателя, такого как иттербий, на поверхности излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Иттербий является типичным представителем класса редкоземельных металлов, которые вместо излучения обычного спектра абсолютно чёрного тела излучают спектры, которые напоминают спектры линейного излучения. Это позволяет относительно узкому спектру

излучаемой энергии очень близко соответствовать запрещённой зоне ячейки TPV.

В варианте осуществления изобретения генератор дополнительно содержит выключатель, такой как биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT), или другой выключатель по настоящему изобретению или известный в данной области техники, для отключения тока зажигания в случае, когда реакция гидрино самостоятельно распространяется посредством термолиза. Реакция может самостоятельно выдерживать, по меньшей мере, один параметр из числа повышенной температуры элемента и плазмы, такую как температура, которая поддерживает термолиз на достаточной скорости, чтобы поддерживать температуру и скорость реакции гидрино. Плазма может содержать оптически толстую плазму. Плазма может содержать абсолютно чёрное тело. Оптически толстая плазма может быть достигнута посредством поддержания высокого давления газа. В показательном варианте осуществления изобретения термолиз происходил с впрыскиванием каждого из компонентов из числа расплавленного серебра и расплавленного сплава серебро-медь (28 мас. %) в вольфрамовые электроды с непрерывным током зажигания в диапазоне от 100 А до 1000 А с наложенными импульсами в диапазоне от около 2 кА до 10 кА, температура плазмы абсолютно чёрного тела составляет 5000К и температура электрода в диапазоне от около 3000 до 3700К. Термолиз может происходить при высокой температуре, по меньшей мере, одного из компонентов из числа плазмы и компонента энергетического элемента, контактирующего с плазмой, такого как стенки реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Температура может находиться по меньшей мере в одном диапазоне от около 500 до 10000К, от 1000 до 7000К и от 1000 до 5000К. В другом варианте осуществления, по меньшей мере, один из компонентов энергетического элемента, такой как резервуар 5c, может служить в качестве охлаждающего агента для охлаждения термолиза H, чтобы обеспечивать его возврат обратно в H_2O.

Поддерживаемая температура абсолютно чёрного тела может быть такой, при которой испускается излучение, которое может быть преобразовано в электричество с помощью фотогальванического элемента. В показательном варианте осуществления изобретения температура абсолютно чёрного тела может поддерживаться по меньшей мере в одном диапазоне от около 1000 до 4000К. Фотогальванический элемент может содержать термофотогальваническую (TPV) ячейку. Типичные фотогальванические элементы для термофотогальванического преобразования включают в себя кристаллический кремний, германий, арсенид галлия (GaAs), антимонид галлия (GaSb), арсенид индия-галлия (InGaAs), антимонид арсенида индия-галлия (InGaAsSb) и арсидид сульфида индия-арсенида индия (InSa). Другими показательными ячейками являются

InGaAsP (1,3 эВ)/InGaAsP (0,96 эВ)/InGaAs (0,73 эВ)/подложка InP/медный или золотой ИК-отражатель и InAlGaAs (1,3 эВ)/InGaAs (0,96 эВ)/градиентный буферный слой/субэлемент Ge/инфракрасный отражатель из меди или золота. Фотогальванический элемент может содержать многопереходную ячейку GaAs на вершине многопереходной ячейки GaSb, такой как ячейка 3J GaAs на ячейке 2J GaSb. Преобразователь может содержать зеркала для, по меньшей мере, одного излучения из числа прямого и перенаправленного излучения на термофотогальванический преобразователь. В варианте осуществления изобретения задние зеркала отражают непреобразованное излучение обратно в источник, чтобы вносить свой вклад в энергию, которая повторно излучается в преобразователь. Типичные зеркала содержат, по меньшей мере, один из материала конуса из числа таких материалов как алюминий и анодированный алюминий, MgF_2 покрытый Al и тонкие плёнки фторида, такие как плёнки MgF_2 или LiF или пленки SiC на алюминии и сапфире, оксид алюминия, такой как альфа-оксид алюминия, который может быть покрыт с помощью напыления на подложку, такую как нержавеющая сталь, сапфир с покрытием MgF_2, боросиликатное стекло, щёлочно-алюмосиликатное стекло, такое как Gorilla Glass, LiF, MgF_2 и CaF_2, другие галогениды щёлочноземельных металлов, такие как фториды, например, BaF_2, CdF_2, кварц, плавленый кварц, УФ-стекло, боросиликат, инфрасил (ThorLabs) и керамическое стекло, которые могут быть зеркальными на наружной поверхности, в то время как они являются прозрачными. Зеркало, такое как зеркало из анодированного алюминия, может рассеивать свет для равномерного облучения фотогальванического преобразователя. Прозрачные материалы, такие как, по меньшей мере, один материал из числа сапфира, оксида алюминия, боросиликатного стекла, LiF, MgF_2 и CaF_2, других щёлочноземельных галогенидов, таких как фториды, например, BaF_2, CdF_2, кварц, плавленый кварц, УФ-стекло, боросиликат, инфрасил (ThorLabs), и керамическое стекло могут служить окном для термофотогальванического (TPV) преобразователя. Другой вариант осуществления преобразователя TPV содержит фильтры излучателя абсолютно чёрного тела, чтобы пропускать длины волн, согласованные с запрещённой зоной элемента PV, и отражать несовпадающие длины волн обратно к излучателю, при этом излучатель может содержать горячий компонент элемента, такой как электроды. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может быть покрыт избирательным излучателем, таким как редкоземельный металл, например, иттербий, излучающий спектр, который более благоприятен для термофотогальванического преобразования, например, спектр, который напоминает спектр линейного излучения.

Ширина запрещённой зоны элементов выбирается для оптимизации эффективности

электрического выхода для заданной рабочей температуры абсолютно чёрного тела и соответствующего спектра. В показательном варианте осуществления изобретения, работающем при приблизительно 3000K или 3500K, запрещённые зоны переходов элемента TPV приведены в ТАБЛИЦЕ 1.

Таблица 1. Оптимальные комбинации ширины запрещённой зоны для элемента, имеющей n = 1, 2, 3 или 4 переходов (J).

	1 переход	2 перехода	3 перехода	4 перехода
3000K	0,75 эВ	0,62 эВ, 0.96 эВ	0,61 эВ,0.82 эВ, 1.13 эВ	0,61 эВ,0.76 эВ,0.95 эВ,1.24 эВ
3500K	0,86 эВ	0,62 эВ, 1.04 эВ	0,62 эВ,0.87 эВ, 1.24 эВ	0,62 эВ,0.8 эВ, 1.03 эВ, 1.37 эВ

Чтобы оптимизировать работу термофотогальванического преобразователя, содержащего многопереходные элементы, температура абсолютно чёрного тела для света, излучаемого элементом, может поддерживаться на постоянном уровне, например, в пределах 10%. Затем выходной мощностью можно управлять с помощью оборудования для преобразования мощности, при этом избыточная мощность сохраняется в устройстве, таком как батарея или конденсатор, или отводится, например, отводится в виде тепла. В другом варианте осуществления изобретения мощность от плазмы может поддерживаться путём снижения скорости реакции посредством раскрытия, например, с помощью изменения частоты и тока зажигания, скорости впрыскивания металла и скорости впрыскивания, по меньшей мере, одного компонента из числа H_2O и H_2, при этом температура абсолютно чёрного тела может поддерживаться посредством контроля излучательной способности плазмы. Излучательная способность плазмы может быть изменена посредством изменения атмосферы элемента, например, такой, которая изначально содержит пары металлов, путём добавления газа элемента, такого как благородный газ.

В варианте осуществления изобретения газовые параметры энергетического элемента, такие как давление водяного пара, водорода и кислорода, а также общее давление, считываются с помощью соответствующих датчиков или средств измерений. В варианте осуществления, по меньшей мере, один из параметров из числа давления газа, такое как, по меньшей мере, одно из давления воды и водорода, измеряется путём мониторинга, по меньшей мере, одного параметра элемента, который изменяется в ответ на изменения давления, по меньшей мере, одного из этих газов элемента. По меньшей мере один из параметров из числа желаемого давления воды и водорода может быть достигнут путём изменения одного или нескольких давлений при одновременном контроле эффекта от изменений при подаче газов. Типичные контролируемые параметры,

которые изменяются газами, включают в себя электрическое поведение цепи зажигания и световой выход элемента. По меньшей мере один из параметров из числа тока зажигания и светового потока может быть максимизирован при желаемом давлении, по меньшей мере, одного давления из числа водорода и водяного пара. По меньшей мере один из детектора света, такой как диод и выходной сигнал фотогальванического преобразователя могут измерять выходной световой поток элемента. По меньшей мере одно из устройств из числа измерителей напряжения и тока может контролировать электрическое поведение цепи зажигания. Генератор может содержать систему управления давлением, такую как система, содержащая программное обеспечение, процессор, такой как компьютер, и контроллер, который получает входные данные из мониторинга параметра и регулирует давление газа для достижения оптимизации требуемой выходной мощности генератора. В варианте осуществления изобретения, содержащем топливный металл, включающий в себя медь, водород может поддерживаться под давлением для достижения восстановления оксида меди в результате реакции меди с кислородом и в результате реакции H_2O с гидрино и кислородом, где давление водяного пара регулируется таким образом, чтобы оптимизировать выход генератора посредством контроля параметра. В одном варианте осуществления давление водорода можно регулировать таким образом, чтобы оно оставалось на примерно постоянном уровне давления посредством подачи H_2 с помощью электролиза. Ток электролиза может поддерживаться на уровне около постоянного значения тока. Водород может подаваться со скоростью, с которой он вступает в реакцию примерно со всем продуктом реакции гидрино с кислородом. Избыток водорода может диффундировать через стенки элемента, чтобы поддерживать постоянное давление, превышающее давление, потребляемое реакцией гидрино и продуктом взаимодействия с кислородом. Водород может проникать через полый катод в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения система управления давлением контролирует давление H_2 и H_2O в ответ на ток и частоту зажигания и выходную мощность света, чтобы оптимизировать, по меньшей мере, один параметр. Свет может контролироваться с помощью диода, измерителя мощности или спектрометра. Ток зажигания может контролироваться мультиметром или цифровым осциллографом. Скорость впрыскивания расплавленного металла электромагнитного насоса 5k также может контролироваться, чтобы оптимизировать, по меньшей мере, один параметр из числа электрического поведения цепи зажигания и светоотдачи элемента.

В другом варианте осуществления изобретения датчик может измерять множество компонентов. В показательном варианте осуществления газообразные продукты элемента и полное давление измеряются с помощью масс-спектрометра, такого как квадрупольный

масс-спектрометр, например, анализатор остаточных газов. Масс-спектрометр может производить измерения в пакетном режиме, или в режиме тренда. Датчик воды или влажности может содержать, по меньшей мере, один из датчиков для измерения абсолютной, ёмкостной и резистивной влажности. Датчик, способный анализировать множество газов, содержит источник плазмы, такой как микроволновая камера и генератор, в котором плазма из возбуждённых газов излучает свет, такой как видимый и инфракрасный свет. Газы и их концентрации определяются спектральным излучением, таким как характеристические линии и интенсивности газообразных компонентов. Газы могут быть охлаждены перед отбором проб. Пары металла могут быть удалены из газа элемента перед анализом газа элемента на состав газа. Пары металла в элементе, например, содержащем, по меньшей мере, один металл из числа серебра и меди, могут быть охлаждены для конденсации паров металла, в результате чего газы элемента могут протекать в датчик в отсутствие паров металла. Элемент SF-CIHT, также называемый здесь генератором или генератором SF-CIHT, может содержать канал, такой как трубка, для потока газа из элемента, при этом трубка содержит входное отверстие из энергетического элемента и выходное отверстие для потока конденсированных паров металла и выходное отверстие для неконденсируемого газа, по меньшей мере, к одному газовому датчику. Трубка может охлаждаться. Охлаждение может быть достигнуто с помощью теплопроводности, при этом трубка нагревается при вкладывании в охлаждаемый компонент энергетического элемента, такой как магниты электродного электромагнитного насоса. Трубка может активно охлаждаться с помощью таких средств, как водяное охлаждение, и пассивных средств, таких как тепловая труба. Газ элемента, содержащий пары металла, может попадать в трубку, где пары металла конденсируются из-за более низкой температуры трубки. Конденсированный металл может поступать в конусный резервуар с помощью таких средств, как, по меньшей мере, одно средство из числа потока под действием силы тяжести и перекачки, в результате чего измеряемые газы протекают в датчики в отсутствие паров металла. В качестве альтернативы, давление газа может измеряться во внешней камере 5b3a, при этом газ может проникать в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Проникновение может происходить через излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела.

В варианте осуществления изобретения генератор содержит излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, который может служить в качестве сосуда, содержащего реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. В одном варианте осуществления фотогальванический преобразователь 26a содержит фотогальванические элементы 15 внутри металлического корпуса, содержащего камеру 5b3 элемента, которая содержит

излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела. Фотогальванические охлаждающие пластины могут находиться снаружи камеры элемента. По меньшей мере одна из камер 5b3, 5b3a и 5b31 способна поддерживать давление, по меньшей мере, на одном из следующих уровней: ниже атмосферного, на уровне атмосферного и выше атмосферного давления. Фотогальванический преобразователь может дополнительно содержать, по меньшей мере, один набор электрических проходных отверстий для подачи электроэнергии от фотогальванических элементов, находящихся внутри внутренней поверхности камеры элемента наружу из камеры элемента. Проходное отверстие может быть, по меньшей мере, одним из следующих: воздухонепроницаемое и вакуумное, или способное работать под давлением.

В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один компонент энергетического элемента, такой как резервуар 5c, может быть изолированным. Изоляция может содержать теплозащитные экраны, а также может включать в себя другие виды теплоизоляции, такие как керамические изоляционные материалы, например, MgO, огнеупорный кирпич, Al_2O_3, оксид циркония, такой как Zicar, усиленный глинозёмом тепловой барьер (AETB), такой как изоляция AETB 12, ZAL-45. и SiC-углеродный аэрогель (AFSiC). Типичная толщина изоляции AETB 12 составляет примерно 0,5-5 см. Изоляция может быть заключена между двумя слоями, такими как внутренняя стенка компонента энергетического элемента из тугоплавкого металла или материала, и наружная теплоизолирующая стенка, которая может содержать такой же или другой материал, такой как нержавеющая сталь. Компонент энергетического элемента может охлаждаться. Наружная стенка теплоизолирующей оболочки может содержать систему охлаждения, такую как система, которая передает тепло в охладитель или радиатор 31.

В варианте осуществления изобретения охладитель может содержать радиатор 31 и может дополнительно содержать, по меньшей мере, один вентилятор 31j1 и, по меньшей мере, один насос 31k охлаждающей жидкости, чтобы охлаждать радиатор и осуществлять циркуляцию охлаждающей жидкости. Радиатор может иметь воздушное охлаждение. Показательный радиатор является радиатором для легкового или грузового автомобиля. Охладитель может дополнительно содержать резервуар с охлаждающей жидкостью или бак 31l. Бак 31l может служить буфером для потока. Система охлаждения может содержать перепускной клапан для возврата потока из бака в радиатор. В варианте осуществления система охлаждения содержит, по меньшей мере, один из компонентов из числа перепускного контура для рециркуляции охлаждающей жидкости между резервуаром и радиатором, когда давление на входном трубопроводе радиатора становится низким из-за снижения или прекращения перекачки в трубопроводах

охлаждения, а также избыточное давление или переполнение трубопровода между радиатором и баком. Система охлаждения может дополнительно содержать, по меньшей мере, один обратный клапан в перепускном контуре. Система охлаждения может дополнительно содержать перепускной клапан радиатора, такой как обратный клапан, и трубопровод перелива от радиатора к переливному баку 31l. Радиатор может служить в качестве бака. Охладитель, такой как радиатор 31 и вентилятор 31j1, может иметь поток в бак 31l и из него. Система охлаждения может содержать впускную линию бака от радиатора к баку 31l для подачи охлаждённой охлаждающей жидкости. Охлаждающая жидкость может перекачиваться из бака 31l в общий выпускной коллектор бака, который может подавать холодную охлаждающую жидкость к каждому охлаждаемому компоненту. Радиатор 31 может служить баком, в котором выпускное отверстие радиатора обеспечивает холодную охлаждающую жидкость. Альтернативно, каждый охлаждаемый компонент, такой как индуктивно связанный нагреватель, магниты 5k4 электромагнитного насоса и фотогальванический преобразователь 26a, могут иметь отдельный контур для потока охлаждающей жидкости с баком, который охлаждается охладителем, таким как радиатор и вентилятор. Каждый контур может содержать отдельный насос из множества насосов 31k, или насос и клапан из множества клапанов 31m. Каждый контур может принимать поток от отдельного насоса 31k, который регулирует поток в цикле. Альтернативно, каждый контур может принимать поток от насоса 31k, который обеспечивает поток к множеству контуров, при этом каждый контур содержит клапан 31m, такой как электромагнитный клапан, который регулирует поток в контур. Поток через каждый контур может независимо контролироваться с помощью его контроллера, такого как датчик температуры, например, по меньшей мере, один из компонентов из числа термопары, расходомера, контролируемого значения, контроллера насоса и компьютера.

В одном варианте осуществления изобретения реакционная камера 5b31 энергетического элемента герметично закрыта, чтобы удерживать по меньшей мере один газ из числа топливного газа, такого как по меньшей мере один из газов из числа водяного пара и водорода, а также источник кислорода, такой как оксид, и пары металла расплава топлива, такие как пары Ag или сплава Ag-Cu. Внешняя поверхность реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может содержать излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, который может содержать материал, способный работать при очень высокой температуре, такой как температура в диапазоне от около 1000° C до 4000° C. В варианте осуществления излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать материал, который имеет более высокую температуру плавления, чем температура плавления

расплавленного металла, такого как серебро. Типичными материалами являются, по меньшей мере, один из металлов и сплавов из группы WC, TaW, CuNi, Hastelloy C, Hastelloy X, Inconel, Incoloy, углеродистая сталь, нержавеющая сталь, хромомолибденовая сталь, такая как модифицированная 9Cr-1Mo-V (P91), сталь 21/4Cr-1Mo (P22), Nd, Ac, Au, Sm, Cu, Pm, U, Mn, легированные Be, Gd, Cm, Tb, легированные Si, Dy, Ni, Ho, Co, Er Y, Fe, Sc, Tm, Pd, Па, Lu, Ti, Pt, Zr, Cr, V, Rh, Hf, Tc, Ru, легированные B, Ir, Nb, Mo, Ta, Os, Re, W, углерод, керамика, такая как SiC, MgO, оксид алюминия, Hf-Ta-C, нитрид бора и другие высокотемпературные материалы, известные в данной области техники, которые могут служить в качестве абсолютно чёрного тела.

Излучатель абсолютно чёрного тела поглощает энергию из плазмы, чтобы нагреваться до его высокой рабочей температуры. В термофотогальваническом варианте осуществления изобретения излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела обеспечивает свет, падающий на фотогальванический преобразователь 26a. Излучатель абсолютно чёрного тела может иметь высокую излучательную способность, например, близкую к единице. В варианте осуществления излучательная способность может быть отрегулирована таким образом, чтобы вызывать мощность абсолютно чёрного тела, которая соответствует возможностям фотогальванического преобразователя. В показательных вариантах осуществления изобретения излучательная способность может быть увеличена или уменьшена с помощью раскрытия настоящего изобретения. В показательном случае металлического излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела поверхность может быть, по меньшей мере, одной из числа окисленных и шероховатых поверхностей для увеличения излучательной способности. Излучательная способность может быть нелинейной с такой длиной волны, которая обратно пропорциональная длине волны, в результате чего излучение на коротких волнах выгодно с его внешней поверхности. По меньшей мере, одно устройство из числа фильтров, линз и зеркал в зазоре между излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела и фотогальваническим PV преобразователем 26a может быть избирательным для пропускания коротковолнового света в фотогальванический преобразователь, в то же время возвращая инфракрасный свет в излучатель 5b4. В приведённом в качестве примера варианте осуществления рабочая температура W или углеродной сажи излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела представляет собой рабочую температуру W нити лампы накаливания, например, до 3700K. При излучательной способности, равной 1, мощность излучателя абсолютно чёрного тела составляет до 10,6 МВт/м^2 в соответствии с уравнением Стефана Больцмана. В варианте осуществления изобретения излучение абсолютно чёрного тела падает на фотогальванический преобразователь 26a, содержащий фотогальванические элементы 15 концентратора, такие

как элементы по настоящему изобретению, которые реагируют на соответствующее излучение, например, элементы, реагирующее на видимый и инфракрасный свет ближнего диапазона. Энергетические элементы могут содержать многопереходные элементы, такие как элементы с двойным или тройным переходом, содержащие полупроводники типа III/V, такие как описываемые в раскрытии настоящего изобретения.

Генератор SF-CIHT может дополнительно содержать датчик температуры абсолютно чёрного тела и контроллер температуры абсолютно чёрного тела. Температура абсолютно чёрного тела излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела может поддерживаться и регулироваться для оптимизации преобразования света абсолютно чёрного тела в электричество. Температура абсолютно чёрного тела излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела может считываться датчиком, таким как, по меньшей мере, одно из устройств из числа спектрометра, оптического пирометра, фотогальванического преобразователя 26a и измерителя мощности, который использует излучательную способность для определения температуры абсолютно чёрного тела. Контроллер, такой как контроллер, содержащий компьютер а также датчики и регуляторы параметров реакции гидрино, может управлять мощностью реакции гидрино посредством раскрытия настоящего изобретения. В показательных вариантах осуществления для управления температурой и стабильностью температуры абсолютно чёрного тела скорость реакции гидрино контролируется путём управления, по меньшей мере, одним из параметров из числа давления водяного пара, давления водорода, скорости впрыска топлива, частоты зажигания, а также напряжения и тока зажигания. Для заданной мощности реакции гидрино из реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, нагревающей излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, желаемая рабочая температура абсолютно чёрного тела излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела может быть достигнута, по меньшей мере, одним из способов из числа выбора и управления излучательной способностью, по меньшей мере, одной поверхности из числа внутренней и внешней поверхности излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. В варианте осуществления изобретения излучаемая мощность от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела примерно соответствует спектральному составу и мощности фотогальванического преобразователя 26a. В одном варианте осуществления излучательная способность внешней поверхности выбирается, например, в диапазоне от около 0,1 до 1, чтобы верхняя крышка 5b4 излучала мощность на фотогальванический преобразователь, которая не превышает его максимально допустимую мощность падающего излучения при желаемой температуре абсолютно чёрного тела. Температура абсолютно чёрного тела может быть выбрана для лучшего соответствия чувствительности фотогальванического преобразования фотогальванического PV элемента, в результате

чего эффективность преобразования может быть максимизирована. Излучательная способность может быть изменена путём модификации внешней поверхности излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Излучательная способность может быть увеличена или уменьшена посредством нанесения покрытия с повышенной или пониженной излучательной способностью. В показательном варианте осуществления на излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может быть нанесено пиролитическое углеродное покрытие для увеличения его излучательной способности. Излучательная способность также может быть увеличена, по меньшей мере, одним из способов из числа окисления и увеличения шероховатости поверхности W, при этом излучательная способность может быть уменьшена, по меньшей мере, одним из способов из числа восстановления окисленной поверхности и полировки шероховатой поверхности W. Генератор может содержать источник окисляющего газа, такой как, по меньшей мере, один из газов из числа кислорода и H_2O, и источник восстановительного газа, такого как водород, и средство для контроля состава и давления атмосферы в камере элемента. Генератор может содержать датчики газа, такие как манометр, насос, подачу газа и контроллеры подачи газа, для управления составом газа и давлением для управления излучательной способностью излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела.

Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела и фотогальванический преобразователь 26a могут быть разделены зазором, таким как газовый или вакуумный зазор, чтобы предотвращать перегрев фотогальванического преобразователя из-за проводимости тепла к фотогальваническому PV преобразователю. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать ряд подходящих форм, например, таких, которые содержат плоские пластины или купол. Форма может быть выбрана, по меньшей мере, для одной функции из числа структурной целостности и оптимизации передачи света в область PV. Типичными формами являются кубическая, прямоугольная, многоугольная и геодезическая сфера. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, такой как углеродный, может содержать такие элементы, как пластины, которые могут быть склеены между собой. Показательная реакционная камера 5b31 энергетического элемента в виде куба и излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, которые могут содержать углерод, могут содержать две половины куба, которые изготовлены посредством механической обработки из твёрдого куба углерода и склеены между собой.

Основание полости может содержать геометрию, такую как конические каналы, чтобы позволять расплавленному металлу протекать обратно в резервуары. Основание может быть толще, чем верхние стенки, чтобы служить в качестве изоляции, в результате чего мощность преимущественно излучается от поверхностей, не являющихся

основанием. Полость может содержать стенки, которые изменяются по толщине вдоль периметра, чтобы создавать желательный температурный профиль вдоль наружной поверхности, содержащей излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела. В показательном варианте осуществления изобретения реакционная камера 5b31 энергетического элемента в виде куба может содержать стенки, которые содержат сферические секции, центрированные на каждой стенке, для создания равномерной температуры абсолютно чёрного тела на внешних поверхностях. Сферические секции могут быть подвергнуты механической обработке в форме стенки или могут быть приклеены к плоским поверхностям внутренних стенок. Сферический радиус сферических секций может быть выбран для достижения желаемого профиля температуры поверхности абсолютно чёрного тела.

Для повышения электрической выходной мощности и эффективности энергетического элемента площадь излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и приёмного фотогальванического PV преобразователя 26a может быть оптимально согласована. В варианте осуществления изобретения другие компоненты элемента, такие как резервуар 5c, могут содержать материал, такой как тугоплавкий материал, например, углерод, BN, SiC или W, который служит в качестве излучателя абсолютно чёрного тела для фотогальванического преобразователя, который располагается по окружности относительно компонента для приёма излучения абсолютно чёрного тела. По меньшей мере, один из компонентов энергетического элемента, такой как излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела и резервуар 5c, может содержать геометрию, которая оптимизирует укладку фотогальванических элементов 15 для приёма света от компонента. В показательном варианте осуществления компонент энергетического элемента может содержать гранёные поверхности, такие как многоугольники, например, по меньшей мере, одну из фигур из числа треугольников, пятиугольников, шестиугольников, квадратов и прямоугольников с совпадающей геометрией фотогальванических элементов 15. Геометрия излучателя абсолютно чёрного тела и фотогальванического преобразователя может быть выбрана таким образом, чтобы оптимизировать перенос фотонов от излучателя к преобразователю в отношении рассматриваемых параметров, таких как угол падения излучаемых фотонов и соответствующее влияние на эффективность фотогальванического элемента. В варианте осуществления изобретения фотогальванический преобразователь 26a может содержать средство для перемещения фотогальванических элементов, такое как фотогальваническая карусель, для обеспечения большей однородности усреднённого по времени излучения, падающего на элементы. Карусель PV может вращать осесимметричный преобразователь фотоэлемента PC,

например, содержащий поперечное многоугольное кольцо относительно оси симметрии или оси z. Многоугольник может содержать шестиугольник. Вращение может приводиться в действие соединением с механическим приводом, пневматическим двигателем, электромагнитным приводом или другим приводом, известным специалистам в данной области техники.

Поверхность излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела может быть изменена для изменения излучательной способности с соответствующим изменением мощности, излучаемой излучателем абсолютно чёрного тела. Излучательная способность излучателя абсолютно чёрного тела может быть изменена посредством (i) изменения полировки, шероховатости или текстуры поверхности, (ii) добавления покрытия, такого как карбид, например, по меньшей мере, одного из числа карбида вольфрама, тантала и гафния или пиролитического покрытия к углероду и (iii) добавление оболочки, такой как оболочка из W, к углеродному излучателю абсолютно чёрного тела. В последнем случае W может быть присоединён к углероду механически с помощью крепёжных элементов, таких как винты с расширительными средствами, например, прорезями. В показательном варианте осуществления излучательная способность TaC, такого как покрытие, облицовка или обшивка TaC на углеродном излучателе 5b4 абсолютно чёрного тела, составляет около 0,2 против около 1 для углерода.

Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать полость первой геометрии, такой как сферическая полость 5b31, внутри сплошной формы второй геометрии, такой как куб (фиг. 1 (2I134-2I138)). В другом варианте осуществления изобретения первая полость 5b31 первой геометрии может быть внутренней по отношению ко второй полости 5b4a1 второй геометрии. Показательный вариант осуществления содержит сферическую полость оболочки в полости пустотелого куба. Соответствующая вторая полость 5b4a1 может содержать полость абсолютно чёрного тела, содержащую внешнюю поверхность 5b4a излучателя абсолютно чёрного тела. Внутренняя часть второй полости может быть нагрета до температуры абсолютно чёрного тела с помощью внутренней первой полости первой геометрии. Излучение абсолютно чёрного тела от соответствующего второго излучателя 5b4a абсолютно чёрного тела может быть падающим на фотогальванические элементы 15, которые могут быть организованы в согласующуюся геометрическую структуру. Элементы могут быть расположены в массивах, имеющих согласующуюся геометрию. В одном варианте осуществления изобретения мощность света, принимаемого в фотогальванических элементах, может быть уменьшена до приемлемой интенсивности, которая излучается при рабочей температуре излучателя абсолютно чёрного тела, по меньшей мере, одним из

способов из числа увеличения разнесения между второй полостью и фотоэлементами, а также использования фотоэлементов, включающих в себя частичное зеркало на поверхности для отражения части падающего света, использования вторичного излучателя, такого как вольфрамовый, а не углеродный, с пониженной излучательной способностью, и использования отражателя перед фотогальваническими элементами, имеющего точечные отверстия, которые пропускают лишь частично излучение абсолютно чёрного тела от первичного или вторичного излучателя абсолютно чёрного тела к фотогальваническим элементам и идеально отражает непропускаемый свет. В варианте осуществления геометрия вторичного излучателя 5b4a и согласующаяся с ней геометрия фотогальванического PV-преобразователя 26a может быть выбрана таким образом, чтобы уменьшать сложность PV холодных пластин, PV охладителя или PV теплообменника 26b. Типичная кубическая геометрия может минимизировать количество холодных пластин PV, максимизировать размер холодных пластин PV и привести к низкой сложности для электрических соединений и соединений трубопроводов охлаждающей жидкости, таких как соединения с входом 31b и выходом 31c системы PV охлаждающей жидкости.

Вторичный W излучатель абсолютно чёрного тела может быть защищён от сублимации с помощью поддержки цикла галогена. В одном варианте осуществления изобретения газ из камеры, охватывающей W-излучатель абсолютно чёрного тела, такой как камера 5b3 (фиг. 1 (2I80)), может содержать источник галогена, такой как I_2 или Br_2, или соединение углеводородного брома, которое образует комплекс с сублимирующим вольфрамом. Комплекс может разлагаться на горячей вольфрамовой поверхности для повторного нанесения вольфрама на излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела. Окно на фотогальванических элементах 15, которое может быть многослойным, может поддерживать градиент температуры для поддержки улетучивания частиц вольфрама и галогена, чтобы поддерживать цикл галогенов.

В варианте осуществления изобретения компонент углеродного элемента, такой как углеродный излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, может быть защищён от сублимации путём приложения внешнего давления. В показательном варианте осуществления углерод устойчив к сублимации до 4500K при приложении давления около 100 атмосфер. Давление может быть приложено с помощью газа высокого давления, такого как, по меньшей мере, один из газов из числа паров инертного газа, водорода и паров расплавленного металла, таких как пары серебра.

В варианте осуществления изобретения излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела содержит сферический купол, который может быть соединён с резервуаром 5c. Излучатель абсолютно чёрного тела может иметь форму, отличную от сферической,

например, кубическую, и может быть дополнительно покрыт или облицован материалом для изменения его излучательной способности, чтобы лучше согласовывать излучаемую мощность с возможностями фотогальванических элементов. Типичный облицованный излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела содержит углеродный куб, облицованный огнеупорным материалом с более низкой излучательной способностью, чем углерод, имеющий низкое давление пара в результате испарения или сублимации при рабочей температуре абсолютно чёрного тела. По меньшей мере, один компонент элемента, такой как, по меньшей мере, один компонент из числа резервуара 5c, излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и оболочки излучателя абсолютно чёрного тела, может содержать по меньшей мере один материал из числа графита (точка сублимации = 3642°C), тугоплавкого металла, такого как вольфрам (т. пл. = 3422°C) или тантал (т. пл. = 3020°C), керамики, сверхвысокотемпературной керамики и композитной керамической матрицы, такой как, по меньшей мере, один из боридов, карбидов, нитридов и оксидов, например, оксиды ранних переходных металлов, таких как 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) и связанные с ним композиты. Примерами керамики, имеющей желаемую высокую температуру плавления (MP), являются оксид магния (MgO) (т. пл. = 2852°C), оксид циркония (ZrO) (т. пл. = 2715°C), нитрид бора (BN) (т. пл. = 2973°C), диоксид циркония (ZrO_2) (т. пл. = 2715°C), борид гафния (HfB_2) (т. пл. = 3380°C), карбид гафния (HfC) (т. пл. = 3900°C), Ta_4HfC_5 (т. пл. = 4000°C), $Ta_4HfC_5TaX_4HfCX_5$ (т. пл. = 4215°C), нитрид гафния (HfN) (т. пл. = 3385°C), диборид циркония (ZrB_2) (т. пл. = 3246°C), карбид циркония (ZrC) (т. пл. = 3400°C), нитрид циркония (ZrN) (т. пл. = 2950°C), борид титана (TiB_2) (т. пл. = 3225°C), карбид титана (TiC) (т. пл. = 3100° C), нитрид титана (TiN) (т. пл. = 2950° C), карбид кремния (SiC) (т. пл. = 2820°C), борид тантала (TaB_2) (т. пл. = 3040°C), карбид тантала (TaC) (т. пл. = 3800°C), нитрид тантала (TaN) (т. пл. = 2700°C), карбид ниобия (NbC) (т. пл. = 3490°C), нитрид ниобия (NbN) (т. пл. = 2573°C), карбид ванадия (VC) (т. пл. = 2810°C) и нитрид ванадия (VN) (т. пл. = 2050°C), и материал лопатки турбины, такой как один или несколько из группы суперсплавов, например, суперсплав на основе никеля, содержащий хром, кобальт и рений, один из которых содержит керамические матричные композиты, U-500, Rene 77, Rene N5, Rene N6, PWA 1484, CMSX -4, CMSX-10, Inconel, IN-738, GTD-111, EPM-102 и PWA 1497. Керамика, такая как MgO и ZrO, может быть устойчивой к реакции с H_2. В показательном варианте осуществления изобретения излучательная способность TaC, такого как покрытие, облицовка или оболочка TaC на излучателе 5b4 абсолютно чёрного тела, составляет около 0,2 против около 1 для

углерода. Типичный компонент энергетического элемента, такой как резервуар, содержит MgO, оксид алюминия, ZrO, ZrB_2, SiC или BN. Типичный излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать углерод или вольфрам. Материал компонента энергетического элемента, такой как графит, может быть покрыт другим высокотемпературным или тугоплавким материалом, таким как тугоплавкий металл, например, вольфрам, или керамикой, такой как ZrB_2, TaC, HfC, WC, или другим материалом, как описано в данной заявке или известным в данной области техники. Другое поверхностное покрытие графита содержит алмазоподобный углерод, который может быть сформирован на поверхности с помощью плазменной обработки конуса. Способ обработки может включать в себя известный в данной области техники способ нанесения алмазоподобного углерода на подложки. В варианте осуществления изобретения пары серебра могут осаждаться на поверхности путём предварительного покрытия или во время работы для защиты поверхности конуса от эрозии. В варианте осуществления реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать продукты реакции углерода и газообразного компонента элемента, такого как, по меньшей мере, один из газов из числа H_2O, H_2, CO и CO_2 для подавления дальнейшей реакции углерода. В варианте осуществления, по меньшей мере, один компонент, такой как нижняя часть трубки 5k6 насоса и сборочный узел 5kk электромагнитного насоса, может содержать высокотемпературную сталь, такую как Haynes 230. В варианте осуществления плазма благородный газ-H_2, такая как аргон-H_2 (от 3 до 5%), поддерживаемая реакцией гидрино, может превращать графитную форму углерода, по меньшей мере, в одну из форм из числа алмазоподобной формы или алмаза.

Компонент энергетического элемента, такой как резервуар 5c или излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, может быть отлит, отфрезерован, изготовлен способом горячего прессования, спекания, спекания плазмой, инфильтрацией, спеканием искровой плазмой, изготовлен способом 3D-печати посредством лазерного плавления в порошковом слое и может быть сформирован другими способами, известными в данной области техники. В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один компонент, такой как внешний корпус 5b3a, может быть изготовлен штамповкой или посредством прессования на прессе материала компонента, такого как металл.

В случае термоэлектронных и термоэлектрических вариантов осуществления изобретения термоэлектронный или термоэлектрический преобразователь может находиться в прямом контакте с излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела также может передавать тепло тепловому двигателю, такому как тепловой двигатель Ренкина, Брайтона или Стирлинга, или нагревателю, который может

работать как преобразователь тепла в электричество. В варианте осуществления среда, отличная от стандартных, такая как вода или воздух, может использоваться в качестве рабочего тела теплового двигателя. В показательных вариантах осуществления углеводород или сверхкритический диоксид углерода могут заменять воду в цикле Ренкина турбогенератора, а воздух с конструкцией внешней камеры сгорания может использоваться в качестве рабочего тела цикла Брайтона турбогенератора. Типичный генератор сверхкритического цикла с диоксидом углерода включает в себя генератор Echogen Power Systems (https://www.dresser-rand.com/products-solutions/systems-solutions/waste-heat-recovery-system/ http://www.echogen.com/_CE/PageContent/Documents/New/Echogen_brochure_2016.pdf.). Альтернативно, горячая крышка 5b4 может служить источником тепла, или нагревателем, или источником света. Тепловой поток к тепловому двигателю или нагревателю может быть прямым или косвенным, при этом генератор SF-CIHT может дополнительно содержать теплообменник или средство теплопередачи, такое как одно из средств настоящего раскрытия изобретения. В другом варианте осуществления SunCell® может содержать магнитогидродинамический (МГД) или плазмогидродинамический (ПГД) электрический генератор, в котором плазма высокого давления, генерируемая в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, протекает в генератор МГД или ПГД и преобразуется в электричество. Обратный поток может проходить в реакционную камеру энергетического элемента.

По меньшей мере, одна из камер 5b3 или 5b3a1 энергетического элемента, и камера 3b31 реакционной ячейки могут быть откачаны с помощью насоса 13a через трубопроводы насоса, такие как 13b. Соответствующие клапаны трубопровода насоса могут использоваться для выбора перекачиваемого сосуда. Элемент может дополнительно содержать датчик или датчики, способные противостоять высокой температуре, по меньшей мере, для одного из газов из числа кислорода, водорода, водяного пара, паров металла, газообразного оксида, такого как CO_2, CO и общего давления. Давление воды и водорода может регулироваться до желаемого давления, такого как одно из давлений настоящего раскрытия изобретения, например, давление водяного пара в диапазоне от 0,1 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст., посредством настоящего раскрытия. В показательном варианте осуществления клапан и источник газа, в котором отверстие клапана управляется для подачи потока, чтобы поддерживать желаемое давление газа с обратной связью, используя измеренное давление газа, поддерживают желаемое давление газа. Газы H_2O и H_2 могут подаваться через резервуар для водорода и трубопровод 31l, которые могут содержать систему электролиза для обеспечения H_2, H_2O/резервуар для пара и трубопровод 31l,

трубопровод 5ua для подачи водорода, резервуар 5u1 с аргоном и питающий трубопровод 5u1a, а также газовый инжектор, такой как по меньшей мере один из инжекторов для H2, аргона и H_2O/инжектор пара, который может работать через трубку электромагнитного насоса. Кислород, образующийся в энергетическом элементе, может реагировать с подаваемым водородом с образованием воды в качестве альтернативы откачке или поглощению кислорода. Газ гидрино может диффундировать через стенки и соединения энергетического элемента, или вытекать через избирательный газовый клапан.

В другом варианте осуществления изобретения реакционная камера 5b31 энергетического элемента работает в инертной атмосфере. Генератор SF-CIHT (твёрдотопливный индуцированный каталитический переход гидрино) может содержать источник инертного газа, такой как резервуар, и, по меньшей мере, одно из устройств из числа манометра, регулятора давления, регулятора потока, по меньшей мере, одного клапана, насоса и компьютера для считывания давления и, таким образом контролировать давление. Давление инертного газа может находиться в диапазоне от около 1 мм. рт. ст. до 10 атм.

В варианте осуществления изобретения после запуска нагреватель может быть отключён, и может быть включено охлаждение, чтобы поддерживать компоненты энергетического элемента, такие как резервуар 5c, электромагнитный насос и фотогальванический преобразователь 26a, в пределах их рабочих температур, таких как температуры, приведённые в настоящем раскрытии изобретения.

В варианте осуществления изобретения энергетический элемент или генератор SF-CIHT, также упоминаемый как SunCell®®, показанный на фиг. 1 (2I28, 2I69 и 2I80-2I149), содержит шесть основных систем, требующих минимального обслуживания, некоторые из которых не имеют движущихся частей и способны работать в течение длительного времени: (i) пусковой индуктивно-связанный нагреватель, содержащий источник 5m питания, подводящие провода 5p и антенную катушку 5f для первого расплавления серебра или серебряно-медного сплава, чтобы содержать расплавленный металл или расплав, и, по необязательному выбору, электромагнитный насос электродов, содержащий магниты для первоначального направления плазменного потока зажигания; (ii) топливный инжектор, например, инжектор, содержащий источник водорода, такой как источник проникновения водорода, через излучатель абсолютно чёрного тела, в котором водород может быть получен из воды путём электролиза или термолиза, и систему впрыска, содержащую электромагнитный насос 5ka для впрыска расплавленного серебра или расплавленного серебро-медного сплава, и источник кислорода, такой как оксид, например, CO_2, CO, $LiVO_3$ или другой оксид настоящего раскрытия изобретения, и,

альтернативно, газовый инжектор, который может содержать отверстие через трубку 5k6 электромагнитного насоса для впрыскивания, по меньшей мере, одного из газов из числа водяного пара и газообразного водорода; (iii) система зажигания для создания низковольтного, сильноточного электрического потока через пару электродов 8, в который впрыскивается расплавленный металл, водород и оксид или расплавленный металл и, по меньшей мере, один из газов из числа H_2O и водородных газов для образования сияющей светоизлучающей плазмы; (iv) излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, нагреваемый плазмой до температуры накаливания; (v) преобразователь 26a света в электричество, содержащий так называемые фотогальванические элементы 15 концентратора, которые принимают свет от излучателя абсолютно чёрного тела и работают при высокой интенсивности света, такой как более тысячи Солнц; и (vi) систему регенерации топлива и систему управления температурным режимом, которые заставляют расплавленный металл возвращаться в систему впрыска после зажигания и охлаждают, по меньшей мере, компонент энергетического элемента, такой как антенна 5f индуктивного нагревателя, магниты 5k4 электромагнитного насоса и фотогальванический PV преобразователь 26a. В другом варианте осуществления изобретения свет от плазмы зажигания может непосредственно облучать фотогальванический преобразователь 26a для преобразования в электричество. В другом варианте осуществления электромагнитный насос 5ka может содержать термоэлектрический насос, механический насос, такой как шестерёнчатый насос, например, керамический шестерёнчатый насос, или другой известный в данной области техники, такой как насос, содержащий лопастное колесо, которое способно работать при высокой температуре, например, в диапазоне температур от около 900° C до 2000° C.

В варианте осуществления изобретения излучатель абсолютно чёрного тела фотогальванического PV преобразователя 26a может содержать высокотемпературный материал, такой как углерод, огнеупорный металл, такой как W, Re, или керамику, такую как бориды, карбиды и нитриды переходных элементов, таких как гафний, цирконий, тантал и титан, Ta_4HfC_5 (точка пл.) = 4000°C), TaB_2, HfC, BN, HfB_2, HfN, ZrC, TaC, ZrB_2, TiC, TaN, NbC, ThO_2, такие оксиды как MgO, $MoSi_2$, сплавы W-Re-Hf-C и другие материалы согласно настоящему раскрытию изобретения. Излучатель абсолютно чёрного тела может содержать геометрию, которая эффективно передаёт свет к фотогальваническому PV преобразователю и оптимизирует укладку фотогальванического элемента, когда энергия от света протекает от реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Типичный излучатель абсолютно чёрного тела может содержать многогранник или сферический купол. Излучатель абсолютно чёрного тела может быть отделён от

фотогальванического PV преобразователя 26a с помощью газового или вакуумного зазора с фотогальваническими элементами, которые позиционируются таким образом, чтобы принимать свет абсолютно чёрного тела от излучателя абсолютно чёрного тела.

Генератор может дополнительно содержать периферийную камеру, способную герметизироваться до атмосферного давления и дополнительно способную поддерживать по меньшей мере одно давление из числа меньшего, равного или превышающего атмосферное давление. Генератор может содержать сферический напорный или вакуумный сосуд, периферийный по отношению к куполу, содержащему камеру 5b3 энергетического элемента, при этом фотогальванический преобразователь содержит корпус или сосуд под давлением. Камера элемента может состоять из подходящих материалов, известных специалисту в данной области техники, которые обеспечивают прочность конструкции, герметичность и теплообмен. В показательном варианте осуществления изобретения камера энергетического элемента содержит, по меньшей мере, один из материалов из числа нержавеющей стали и меди. Фотогальванические элементы могут покрывать внутреннюю часть камеры энергетического элемента, а система охлаждения фотогальванического элемента, такая как теплообменник 87, может покрывать внешнюю поверхность камеры элемента. В термофотогальваническом варианте осуществления изобретения фотогальванический преобразователь 26a может содержать избирательный фильтр видимого диапазона длин волн для фотогальванического преобразователя 26a, такой как фотонный кристалл.

В варианте осуществления изобретения излучатель абсолютно чёрного тела содержит сферический купол 5b4. В одном варианте осуществления внутренняя поверхность графитовой сферы покрыта высокотемпературным карбидом, таким как Ta_4HfC_5 (т. пл. = 4000°C), карбидом вольфрама, карбидом ниобия, карбидом тантала, карбидом циркония, карбидом титана или карбидом гафния. Соответствующий металл может реагировать с углеродом поверхности графита с образованием соответствующей поверхности карбида металла. Купол 5b4 может быть отделён от фотогальванического преобразователя 26a газовым или вакуумным зазором. В варианте осуществления изобретения для уменьшения интенсивности света, падающего на фотогальванические элементы, эти фотогальванические элементы могут быть расположены дальше от излучателя абсолютно чёрного тела. Например, радиус периферической сферической камеры может быть увеличен, чтобы уменьшить интенсивность света, излучаемого внутренним сферическим излучателем абсолютно чёрного тела, в котором фотогальванические элементы установлены на внутренней поверхности периферийной сферической камеры (фиг. 1 (2I143)). Фотогальванический преобразователь может

содержать матрицу (DRA) с плотным приёмником, состоящую из множества фотогальванических элементов. DRA может иметь форму паркета. Отдельные фотогальванические элементы могут содержать по меньшей мере одну из геометрических форм из числа треугольников, пятиугольников, шестиугольников и других многоугольников. Элементы для формирования купола или сферической формы могут быть организованы в виде геодезической структуры. В приведённом в качестве примера варианте осуществления вторичного излучателя абсолютно чёрного тела, который работает при повышенной температуре, такой как 3500°K, излучательная способность составляет примерно 8,5 МВт/м^2, умноженную на излучательную способность. В этом случае излучательная способность углеродного купола 5b4, имеющего излучательную способность около 1, может быть уменьшена до примерно 0,35 путём нанесения покрытия из карбида вольфрама. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать оболочку 26c (фиг. 1 (2I143)) из другого материала, чтобы изменять излучательную способность на более желательное значение. В показательном варианте осуществления излучательная способность TaC, такого как покрытие из TaC, облицовка или обшивка TaC на излучателе 5b4 абсолютно чёрного тела составляет около 0,2 против около 1 для углерода. В другом варианте осуществления фотогальванические элементы, такие как те, которые содержат внешний геодезический купол, могут быть, по меньшей мере, одним из угловых элементов и содержать отражающее покрытие для уменьшения света, который поглощается фотогальваническими элементами, до уровня, который находится в пределах способности по интенсивности фотогальванических элементов. По меньшей мере, один элемент фотогальванической схемы, такой как, по меньшей мере, один из группы электродов, соединительных элементов и шин фотогальванических элементов, может содержать материал с высокой излучательной способностью, такой как полированный проводник, например, полированный алюминий, серебро, золото или медь. Элемент фотогальванической PV схемы может отражать излучение от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела обратно в излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, в результате чего элемент фотогальванической PV схемы не вносит значительного вклада в затенение фотогальванических PV элементов и потерь во время преобразования энергии.

В варианте осуществления изобретения излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать множество секций, которые могут быть разделены, например, разделяемые верхнюю и нижнюю полусферы. Две полусферы могут соединяться на фланце. Вольфрамовый купол может быть изготовлен способами, известными в данной области техники, такими как спекание W порошка, спекание в искровой плазме, литьё и 3D-печать способом лазерного плавления в порошковом слое. Нижняя камера 5b5 может

присоединяться к фланцу полусферы. Камера элемента может прикрепляться к нижней камере с помощью фланца, способного работать по меньшей мере при одном из давлений из числа вакуума, атмосферного давления и давления выше вакуума. Нижняя камера может быть герметизирована от, по меньшей мере, одной из камеры из числа камеры энергетического элемента и реакционной камеры энергетического элемента. Газ может проникать между камерой энергетического элемента и реакционной камерой энергетического элемента. Газообмен может уравновешивать давление в двух камерах. Такой газ, как, по меньшей мере, один из газов из числа водорода и благородного газа, такого как аргон, может быть добавлен в камеру энергетического элемента для подачи газа в реакционную камеру энергетического элемента путём проникновения или потока. Проникновение и поток могут быть избирательными для желаемого газа, такого как аргон-H_2. Пары металла, такие как пары металлического серебра, могут быть непроникающими или иметь ограничение потока, в результате чего они избирательно остаются только в реакционной камере энергетического элемента. Давление паров металла можно контролировать посредством поддержания резервуара 5c при температуре, которая конденсирует пары металла и поддерживает давление паров металла на желаемом уровне. Генератор может быть запущен при давлении газа, таком как давление газа аргон-H_2, ниже рабочего давления, такого как атмосферное, в результате чего избыточное давление не развивается при нагревании энергетического элемента и расширении газов. Давление газа может контролироваться с помощью контроллера, такого как компьютер, датчиков давления, клапанов, расходомеров и вакуумного насоса согласно настоящему раскрытию изобретения.

В одном варианте осуществления изобретения реакция гидрино поддерживается парами серебра, которые служат проводящей матрицей. По меньшей мере, один процесс из числа непрерывного впрыска, в котором, по меньшей мере, часть серебра становится паром, и непосредственное кипение серебра из резервуара 5c может обеспечивать пары серебра. Электроды могут обеспечивать высокий ток для реакции, чтобы удалить электроны и инициировать реакцию гидрино. Тепло от реакции гидрино может способствовать подаче паров металлов, таких как пары металлического серебра, в реакционную камеру энергетического элемента.

Источник питания для зажигания может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа конденсаторов и катушек индуктивности. Цепь зажигания может содержать трансформатор. Трансформатор может выдавать большой ток. Генератор может содержать инвертор, который получает энергию постоянного тока от фотогальванического PV преобразователя и выдаёт переменный ток. Генератор может

содержать преобразователи постоянного напряжения и тока в постоянные напряжение и ток для изменения напряжения и тока от фотогальванического PV преобразователя, которые могут быть введены в инвертор. Вход переменного тока в трансформатор может осуществляться от инвертора. Инвертор может работать на желаемой частоте, например, в диапазоне от 1 до 10000 Гц. В варианте осуществления изобретения фотогальванический PV-преобразователь 26a выводит энергию постоянного тока, которая может подаваться непосредственно в инвертор или может быть подготовлена перед вводом в инвертор. Инвертированная энергия, такая как переменный ток с частотой 60 Гц, может напрямую питать электроды или может вводиться в трансформатор для увеличения тока. В варианте осуществления источник 2 электрической энергии обеспечивает непрерывные постоянный или переменный токи для электродов. Электроды и электромагнитный насос могут поддерживать непрерывное воспламенение впрыскиваемого расплава, такого как расплавленный Ag, который может дополнительно содержать источник кислорода, такой как оксид. Водород может быть добавлен путём проникновения через излучатель абсолютно чёрного тела.

Следование изменяющейся нагрузке может быть достигнуто посредством раскрытия изобретения. В варианте осуществления изобретения излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может очень быстро излучать свою накопленную энергию в фотогальванический преобразователь 26a, когда мощность, поступающая из реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, регулируется в направлении уменьшения. В варианте осуществления излучатель ведет себя как нить накаливания, имеющая аналогичное время прекращения излучения света с прерыванием потока энергии из реакционной камеры 5b31 энергетического элемента в излучатель 5b4. В другом варианте осуществления следование электрической нагрузке может быть достигнуто посредством работы радиатора при постоянном потоке мощности, соответствующем примерно постоянной рабочей температуре, при котором нежелательная мощность для нагрузки рассеивается или сбрасывается в резистивный элемент, такой как резистор, например, резистор SiC или другие нагревательные элементы раскрытия настоящего изобретения.

В варианте осуществления изобретения генератор может содержать интеллектуальную систему управления, которая интеллектуально активирует и деактивирует нагрузки, составленной из множества нагрузок, для управления пиковой совокупной нагрузкой. Генератор может содержать множество генераторов, которые могут быть сгруппированы, по меньшей мере, для обеспечения надёжности и обеспечения пиковой мощности. По меньшей мере, один из способов из числа интеллектуальных измерений и контроля может быть достигнут с помощью телеметрии, например, с

помощью использования мобильного телефона или персонального компьютера с WiFi.

В варианте осуществления изобретения свет абсолютно чёрного тела от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела направлен случайным образом. Свет может быть, по меньшей мере, одним из отражённых, поглощенных и переизлучённых назад и вперед между излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела и фотогальваническими элементами 15. Фотогальванические элементы могут иметь оптимальный угол наклона для достижения требуемого фотогальванического поглощения и преобразования света в электричество. Отражательная способность покровного стекла фотогальванических PV элементов может изменяться в зависимости от положения. Изменение отражательной способности может быть достигнуто с помощью фотогальванического PV окна пространственно изменяемой отражательной способности. Изменчивость может быть достигнута с помощью покрытия. Типичным покрытием является антибликовое покрытие MgF_2-ZnS. Фотогальванические элементы могут быть расположены в геометрическом порядке для достижения желаемой абсорбции и рефлексии фотоэлемента, включающей в себя взаимодействия потока мощности, по меньшей мере, между двумя компонентами из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и фотогальваническими PV элементами, между множеством фотогальванических PV элементов, и между множеством фотогальванических PV элементов и излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела. В варианте осуществления изобретения фотоэлементы (PC) могут быть расположены на поверхности, которая имеет переменный радиус в зависимости от угла поверхности, такой как искривлённая поверхность, например, искривлённый геодезический купол. В варианте осуществления излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может иметь элементы под углами относительно друг друга, по меньшей мере, для одного из процессов из числа направленного излучения, поглощения и отражения излучения в или из фотогальванических PV элементов. В варианте осуществления излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать пластины излучателя элемента на поверхности излучателя абсолютно чёрного тела, чтобы соответствовать ориентации PV элементов для достижения желаемой передачи энергии фотогальваническим PV элементам. По меньшей мере одна из поверхностей излучателя, отражателя или поглотителя абсолютно чёрного тела может иметь по меньшей мере одну из следующих величин: излучательная способность, отражательная способность, коэффициент поглощения и площадь поверхности, выбранные для достижения желаемого потока энергии к фотогальваническому PV преобразователю с использованием излучателя и фотогальванических PV элементов. Поток энергии может включать в себя радиационное отражение между фотогальваническими PV элементами и излучателем абсолютно чёрного тела. В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из параметров из

числа излучательной способности и площади внутренней поверхности в отличие от внешней поверхности излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела выбираются для достижения желаемого потока энергии к фотогальваническим PV элементам по сравнению с потоком энергии обратно в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента.

В варианте осуществления изобретения высокоэнергетический свет, такой как, по меньшей мере, один вид света из числа ультрафиолетового (UV) и света из крайней ультрафиолетовой области спектра (EUV), может диссоциировать, по меньшей мере, одно из веществ из числа H_2O и H_2 в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, чтобы увеличить скорость реакции гидрино. Диссоциация может быть альтернативой эффекту термолиза.

В другом варианте осуществления изобретения генератор работает для поддержания высокого давления паров металла в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Высокое давление паров металла может, по меньшей мере, создавать оптически толстую плазму для преобразования ультрафиолетового излучения и EUV от реакции гидрино в излучение абсолютно чёрного тела, а также служить в качестве реагента, такого как проводящая матрица для реакции гидрино, чтобы увеличивать скорость реакции. Реакция гидрино может распространяться в реакционной камере энергетического элемента, поддерживаемая термолизом воды. По меньшей мере одна из температур из числа температуры паров металла и абсолютно чёрного тела может быть высокой, например, в диапазоне от 1000 до 10000К, чтобы поддерживать термолиз воды для увеличения скорости реакции гидрино. Реакция гидрино может происходить по меньшей мере в одной из фаз из числа газовой фазы и плазменной фазы. Металл может впрыскиваться электромагнитным насосом и испаряться по меньшей мере одним из способов из числа использования тока воспламенения и тепла от реакции гидрино. Условия реакции, ток и скорость впрыскивания металла можно регулировать для достижения желаемого давления паров металла.

Работа генератора при температуре выше точки кипения металлического источника паров металла может привести к тому, что давление в реакционной камере энергетического элемента будет выше атмосферного. Давление паров металла может контролироваться посредством, по меньшей мере, одного из способов из числа управления количеством паров металла, подаваемого в камеру электромагнитным (ЭМ) насосом, и путём регулирования температуры компонента энергетического элемента, такого как резервуар элемента. В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из компонентов из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и

резервуаров 5c может содержать, по меньшей мере, одну перегородку, чтобы вызывать поток конвекционного горячего пара из одной зоны реакционной камеры энергетического элемента, где пар имеет самую высокую температуру, такую как в зоне, где происходит реакция гидрино, к более холодной поверхности жидкого металла резервуаров 5c. Тепловая циркуляция может регулировать давление паров серебра путём конденсации паров, причём давление паров может определяться по меньшей мере одним из параметров из числа скорости переноса и зависимости давления паров от температуры жидкого серебра, которая может контролироваться. Резервуары могут быть достаточно глубокими, чтобы поддерживать уровень жидкого серебра. Резервуары могут охлаждаться теплообменником для поддержания жидкого серебра. Температура может контролироваться с помощью охлаждения, такого как водяное охлаждение. В показательном варианте осуществления изобретения прямые перегородки, проходящие от резервуаров в реакционную камеру энергетического элемента, могут отделять внешний холодный поток от внутреннего горячего потока. В другом варианте осуществления электромагнитный насос может управляться таким образом, чтобы останавливать перекачку, когда достигается желаемое давление паров металла. В качестве альтернативы, давление в камерах 5b3 или 5b3a1 энергетического элемента может быть согласовано с давлением в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, в результате чего между камерами имеется желательный допустимый градиент давления. Разница в давлениях камер может быть уменьшена, или выровнена, или уравновешена путём добавления газа, такого как благородный газ, в камеру энергетического элемента из источника подачи газа, контролируемого клапаном, регулятором, контроллером и датчиком давления. В одном варианте осуществления изобретения газы являются проницаемыми между камерой 5b3 или 5b3a1 энергетического элемента и реакционной камерой 5b31 энергетического элемента. Газ, находящийся в камере, но не являющийся парами металлов, может перемещаться и уравновешивать давление двух камер. Обе камеры могут находиться под давлением газа, такого как благородный газ, до повышенного давления. Давление может быть выше, чем максимальное рабочее парциальное давление паров металла. Самое высокое парциальное давление паров металла может соответствовать самой высокой рабочей температуре. Во время работы давление паров металла может увеличивать давление в реакционной камере энергетического элемента, в результате чего газ избирательно протекает из реакционной камеры 5b3 энергетического элемента в камеру 5b3 или 5b3a1 до тех пор, пока давление не уравновесится, и наоборот. В одном варианте осуществления изобретения давление газа между двумя камерами автоматически уравновешивается. Уравновешивание может быть достигнуто за счет избирательной

подвижности газа между камерами. В одном варианте осуществления отклонения давления исключаются, в результате чего предотвращаются большие перепады давления.

Давление в камере энергетического элемента может поддерживаться выше, чем в реакционной камере энергетического элемента. Большее давление во внешней камере энергетического элемента может служить для механического удержания вместе компонентов энергетического элемента излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и резервуара 5c.

В варианте осуществления изобретения пары металла поддерживаются при постоянном давлении в установившемся режиме, при котором конденсация пара минимизируется. Электромагнитный насос может быть остановлен при желаемом давлении паров металла. Электромагнитный насос может периодически включаться, чтобы поддерживать желаемое давление в установившемся режиме. Давление паров металла может поддерживаться по меньшей мере в одном диапазоне от 0,01 мм. рт. ст. до 200 атм, от 0,1 мм. рт. ст. до 100 атм и от 1 мм. рт. ст. до 50 атм.

В варианте осуществления изобретения для достижения высокой мощности гидрино действие электромагнитного насоса для накачивания электрода контролируется для управления параметрами тока зажигания, такими как форма волны, пиковый ток, пиковое напряжение, постоянный ток и постоянное напряжение. В варианте осуществления изобретения форма волны может быть любой желаемой формой, которая оптимизирует желаемую выходную мощность и эффективность. Волна может приобретать такую форму, чтобы быть постоянным током, постоянным напряжением, постоянной мощностью, зубцом пилы, прямоугольной волной, синусоидальной, трапециевидной, треугольной, нарастающей с последующей отсечкой, нарастающей с последующим снижением и другими формами волны, известными в данной области техники. В тех случаях, когда форма волны имеет часть, имеющую примерно нулевое напряжение или ток, коэффициент заполнения может находиться в диапазоне от примерно 1% до 99%. Частота может быть любой желаемой, например, такой чтобы находиться, по меньшей мере, в одном диапазоне от около 0,001 Гц до 1 МГц, от 0,01 Гц до 100 кГц и от 0,1 Гц до 10 кГц. Пиковый ток волновой формы может находиться, по меньшей мере, в одном диапазоне от около 10 А до 1 МА, от 100 А до 100 кА и от 1 кА до 20 кА. Напряжение может быть задано произведением сопротивления и тока. В варианте осуществления изобретения источник 2 электроэнергии может содержать батарею 90 конденсаторов зажигания. В варианте осуществления источник 2 электроэнергии, такой как батарея конденсаторов, может охлаждаться. Система охлаждения может содержать одну из систем, согласно раскрытию изобретения, такую как радиатор.

В варианте осуществления изобретения источник 2 электроэнергии содержит конденсаторную батарею с различным количеством последовательных и параллельных конденсаторов для обеспечения оптимального напряжения и тока электрода. Фотогальванический PV преобразователь может заряжать батарею конденсаторов до требуемого оптимального напряжения и поддерживать оптимальный ток. Напряжение зажигания может быть увеличено путём увеличения сопротивления между электродами. Сопротивление электродов может быть увеличено посредством эксплуатации электродов при более высокой температуре, такой как температуры в диапазоне от около 1000 до 3700К. Температура электрода может контролироваться для поддержания желаемой температуры посредством управления процессом зажигания и охлаждением электрода. Напряжение может находиться, по меньшей мере, в одном диапазоне от около 1 до 500 В, 1 - 100 В, 1 - 50 В и 1 - 20 В. Ток может находиться, по меньшей мере, в одном диапазоне от около 10 до 100 кА, от 100 А до 10 кА и от 100 А до 5 кА. В показательном варианте осуществления изобретения напряжение составляет около 16 В при постоянном токе между 150 и 250 А. В одном варианте осуществления мощность, обусловленная реакцией гидрино, выше на положительном электроде из-за более высокой скорости реакции гидрино. Более высокая скорость может быть связана с более эффективным удалением электронов из реакционной плазмы положительным электродом. В одном варианте осуществления реакция гидрино зависит от удаления электронов, что благоприятно при более высоком приложенном к электроду напряжении. Удаление электронов может быть также улучшено путём заземления компонентов энергетического элемента, контактирующих с реакционной плазмой. Генератор может содержать дополнительные заземлённые или положительно смещённые электроды. Конденсатор может содержаться в корпусе 90 конденсаторов зажигания (фиг. 1 (2I89)).

Напряжение зажигания может быть повышено, например, по меньшей мере, в одном диапазоне от около 1 В до 100 В, 1 - 50 В и 1 - 25 В. Ток может быть импульсным или непрерывным. Ток может находиться по меньшей мере в одном диапазоне от около 50 А до 100 кА, от 100 А до 10 кА и от 300 А до 5 кА. Испарённый расплав может обеспечивать токопроводящий путь для удаления электронов из реакции гидринокатализа для увеличения скорости реакции. В показательном варианте осуществления изобретения давление паров серебра повышается, например, в диапазоне от около 0,5 атм до 100 атм вследствие испарения в диапазоне температур от около 2162°С до 4000°С.

В варианте осуществления изобретения SunCell® может содержать жидкие электроды. Электроды могут содержать жидкий металл. Жидкий металл может содержать расплавленный металл топлива. Система впрыска может содержать, по меньшей мере, два

резервуара 5c и, по меньшей мере, два электромагнитных насоса, которые могут быть по существу электрически изолированы друг от друга. Сопла 5q каждой из множества систем впрыскивания могут быть ориентированы таким образом, чтобы вызывать пересечение множества потоков расплавленного металла. Каждый поток может иметь соединение с электрическим вводом источника 2 электричества для подачи напряжения и тока в пересекающиеся потоки. Ток может протекать из одного сопла 5q через выходящий из него поток расплавленного металла в другой поток и сопло 5q, и обратно к соответствующему электрическому вводу источника 2 электричества. Энергетический элемент содержит систему возврата расплавленного металла для облегчения возврата впрыснутого расплавленного металла во множество резервуаров. В одном варианте осуществления система возврата расплавленного металла сводит к минимуму короткое замыкание, по меньшей мере, одного из токов из числа тока зажигания и тока инжекции через расплавленный металл. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать пол, который направляет возвратный поток впрыснутого расплавленного металла в отдельные резервуары 5c, в результате чего серебро по существу изолируется в отдельных резервуарах 5c, чтобы минимизировать электрическое короткое замыкание через серебро, соединяющее резервуары. Сопротивление электрической проводимости может быть существенно выше через возвратный поток серебра между резервуарами, чем через пересекающееся серебро, в результате чего большая часть тока протекает через пересекающиеся потоки. Энергетический элемент может содержать электрический изолятор резервуара или сепаратор, который может содержать электрический изолятор, такой как керамический или тугоплавкий материал с низкой проводимостью, например, графит.

Реакция гидрино может вызывать образование высокой концентрации электронов, что может замедлять дальнейшее образование гидрино и тем самым сдерживать скорость реакции гидрино. Ток на электродах 8 зажигания может удалять электроны. В варианте осуществления изобретения твёрдый электрод, такой как твёрдый тугоплавкий металлический электрод, склонен к плавлению, когда он является положительным электродом или анодом, вследствие того, что электроны предпочтительно удаляются на аноде, что вызывает высокую скорость реакции гидрино и локальный нагрев. В одном варианте осуществления электроды содержат гибрид жидких и твёрдых электродов. Анод может содержать жидкометаллический электрод, а катод может содержать твердотельный электрод, такой как W-электрод, и наоборот. Жидкометаллический анод может содержать, по меньшей мере, один электромагнитный насос и сопло, в которое впрыскивается жидкий металл, чтобы создавать контакт с катодом для замыкания электрической цепи

зажигания.

В одном варианте осуществления изобретения мощность зажигания обнуляется, когда реакция гидрино распространяется при отсутствии подачи электрической энергии. Реакция гидрино может распространяться в реакционной камере энергетического элемента, с поддержкой от термолиза воды. Независимая от мощности зажигания реакция может быть самораспространяющейся при подходящих условиях реакции. Условия реакции могут включать в себя, по меньшей мере, один из параметров из числа повышенной температуры и подходящих концентраций реагента. По меньшей мере, один из параметров из числа условий реакции гидрино и силы тока может регулироваться для достижения высокой температуры, по меньшей мере, на части электродов для достижения термолиза. По меньшей мере, одна из температур из числа температуры реакции и температуры части электродов может быть высокой, такой как, по меньшей мере, один диапазон от около 1000°C до 20000°C, от 1000°C до 15000°C и от 1000°C до 10000°C. Подходящие реакционные концентрации могут включать в себя давление водяного пара по меньшей мере в одном диапазоне от около 0,1 мм. рт. ст. до 10000 мм. рт. ст., от 0,2 мм. рт. ст. до 1000 мм. рт. ст., от 0,5 мм. рт. ст. до 100 мм. рт. ст. и от 0,5 мм. рт. ст. до 10 мм. рт. ст. Подходящие реакционные концентрации могут включать в себя давление водорода по меньшей мере в одном диапазоне от около 0,1 мм. рт. ст. до 10000 мм. рт. ст., от 0,2 мм. рт. ст. до 1000 мм. рт. ст., от 0,5 мм. рт. ст. до 100 мм. рт. ст. и от 0,5 мм. рт. ст. до 10 мм. рт. ст. Подходящие реакционные концентрации могут включать в себя давление паров металла, по меньшей мере, в одном диапазоне от около 1 мм. рт. ст. до 100000 мм. рт. ст., от 10 мм. рт. ст. до 10000 мм. рт. ст. и от 1 мм. рт. ст. до 760 мм. рт. ст.. Реакционная камера энергетического элемента может поддерживаться при температуре, которая поддерживает давление паров металла, оптимизирующее скорость реакции гидрино.

В варианте осуществления изобретения химическое соединение может быть добавлено к расплавленному металлу, такому как расплавленный Ag или сплав AgCu, по меньшей мере, для достижения одного из параметров из числа более низкой температуры плавления и вязкости. Соединение может включать в себя флюсующий агент, такой как бура. В варианте осуществления твёрдое топливо, такое как одно из видов топлива раскрытия изобретения, может быть добавлено к расплавленному металлу. В одном варианте осуществления расплавленный металл, такой как расплавленное серебро, медь или сплав AgCu, содержит композицию вещества для связывания или диспергирования воды в расплаве, такую как флюсующий агент, который может гидратироваться, например, бура, которая может гидратироваться в различной степени, такой как обезвоженная бура, пентагидрат и декагидрат. Расплав может содержать флюсующий

агент для удаления оксида из внутренней части трубки насоса. Удаление может поддерживать хороший электрический контакт между расплавленным металлом и трубкой 5k6 насоса в области шины 5k2 электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения химическое соединение, содержащее источник кислорода, может быть добавлено к расплавленному металлу, такому как расплавленное серебро, медь или сплав AgCu. В варианте осуществления расплав металла содержит металл, который не прилипает к компонентам энергетического элемента, таким как резервуар конуса и конус или купол. Металл может содержать сплав, такой как Ag-Cu, например, AgCu (28 мас. %) или сплав Ag-Cu-Ni. Соединение может быть расплавлено при рабочей температуре резервуара 5c и электромагнитного насоса таким образом, что оно подвергается, по меньшей мере, одному процессу из числа растворения и смешивания с расплавленным металлом. Соединение может подвергаться, по меньшей мере, одному процессу из числа растворения и смешивания с расплавленным металлом при температуре ниже его температуры плавления. Типичные соединения, содержащие источник кислорода, включают в себя оксиды, такие как оксиды металлов или оксиды группы 13, 14, 15, 16 или 17. Примерами металлов в составе оксида металла являются, по меньшей мере, один из металлов, обладающих низкой реакционной способностью в воде, таких как металлы группы 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. Соответствующий оксид может термодинамически благоприятно реагировать с водородом с образованием HOH-катализатора. Примерами оксидов металлов и их соответствующих температур плавления являются декагидрат тетрабората натрия (т. пл. = 743° C, безводный), CuO (т. пл. = 1326°C), NiO (т. пл. = 1955°C), PbO (т. пл. = 888°C), Sb_2O_3 (т. пл. = 656°C), Bi_2O_3 (т. пл. = 817°C), Co_2O_3 (т. пл. = 1900°C), CdO (т. пл. = 900-1000°C), GeO_2 (т. пл. = 1115°C), Fe_2O_3 (т. пл. = 1539-1565°C), MoO_3 (т. пл. = 795°C), TeO_2 (т. пл. = 732°C), SnO_2 (т. пл. = 1630°C), WO_3 (т. пл. = 1473°C), WO_2 (т. пл. = 1700°C), ZnO (т. пл. = 1975°C), TiO_2 (т. пл. = 1843°C), Al_2O_3 (т. пл. = 2072°C), оксид щелочноземельного металла, оксид редкоземельного металла, оксид переходного металла, оксид внутреннего переходного металла, оксид щёлочи, такой как Li_2O (т. пл. = 1438°C), Na_2O (т. пл. = 1132°C), K_2O (т. пл. = 740°C), Rb_2O (т. пл. => 500°C), Cs_2O (т. пл. = 490°C) оксид бора, такой как B_2O_3 (т. пл. = 450°C), V_2O_5 (т. пл. = 690°C), VO (т. пл. = 1789°C), Nb_2O_5 (т. пл. = 1512°C), NbO_2 (т. пл. = 1915°C), SiO_2 (т. пл. = 1713°C), Ga_2O_3 (т. пл. = 1900°C), In_2O_5 (т. пл. = 1910°C), Li_2WO_4 (т. пл. = 740°C), $Li_2B_4O_7$ (т. пл. = 917°C), Na_2MoO_4 (т. пл. = 687°C), $LiVO_3$ (т. пл. = 605°C), Li_2VO_3, Mn_2O_5 (т. пл. = 1567°C) и Ag_2WO_4 (т. пл. = 620°C). Другие типичные оксиды включают в себя смеси оксидов, такие как смесь, содержащая, по меньшей мере, два щелочных оксида, таких как Li_2O, Na_2O,

Al_2O_3, B_2O_3 и VO_2. Смешивание может привести к более желательным физическим свойствам, таким как более низкая температура плавления или более высокая температура кипения. Оксид может быть высушен. В показательном варианте осуществления изобретения с использованием источника кислорода, такого как Bi_2O_3 или Li_2WO_4, реакция восстановления водорода с источником кислорода является термодинамически выгодной, и реакция продукта восстановления с водой с образованием источника кислорода может происходить в рабочих условиях, таких как условия нагревания до красного накала. В показательном варианте осуществления при нагревании до красного накала висмут реагирует с водой с образованием такого оксида, как триоксид висмута (III) ($2Bi\ (s) + 3H_2O(g) \rightarrow Bi_2O_3\ (s) + 3H_2\ (g)$). В варианте осуществления оксид испаряется в газовую фазу или плазму. Количество молей оксида в реакционной камере 5b31 энергетического элемента может ограничивать давление его паров. В варианте осуществления изобретения источник кислорода для образования катализатора HOH может содержать несколько оксидов. Каждый из множества оксидов может быть летучим, чтобы служить источником катализатора HOH в определённых температурных диапазонах. Например, $LiVO_3$ может служить основным источником кислорода выше его температуры плавления и ниже температуры плавления второго источника кислорода, такого как второй оксид. Второй оксид может служить источником кислорода при более высокой температуре, такой как температура выше его точки плавления. Примерами вторых оксидов являются Al_2O_3, ZrO, MgO, оксиды щелочноземельных металлов и оксиды редкоземельных элементов. Оксид может быть по существу полностью газообразным при рабочей температуре, такой как 3000°K. Давление может быть отрегулировано с помощью молей, добавленных в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Соотношение давлений оксида и паров серебра может быть отрегулировано для оптимизации условий и скорости реакции гидрино.

В одном варианте осуществления изобретения источник кислорода может содержать неорганическое соединение, такое как, по меньшей мере, одно из соединений: H_2O, CO, CO_2, N_2O, NO, NO_2, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5, SO, SO_2, SO_3, PO, PO_2, P_2O_3, P_2O_5. Источником кислорода, таким как, по меньшей мере, одно из соединений из числа CO_2 и CO, может быть газ при комнатной температуре. Источник кислорода, такой как газ, может находиться во внешней камере 5b31a сосуда под давлением. Источник кислорода может содержать газ. Газы могут, по меньшей мере, совершать одно из действий: диффундировать или проникать из внешней камеры 5b31a сосуда под давлением в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента и диффундировать или проникать из реакционной камеры 5b31 энергетического элемента во внешнюю камеру 5b31a сосуда

под давлением. Концентрация газа от источника кислорода внутри реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может контролироваться путём регулирования его давления во внешней камере 5b31a сосуда высокого давления. Газ от источника кислорода может быть добавлен в реакционную камеру энергетического элемента в виде газа во внутреннюю часть реакционной камеры энергетического элемента по трубопроводу подачи газа. Трубопровод подачи может проходить в более холодной области, такой как трубка электромагнитного насоса, в нижней части резервуара. Газ от источника кислорода может подаваться посредством разложения или испарения твёрдого вещества, или жидкости, такой как замороженный CO_2, карбонат или углекислота. Давление, по меньшей мере, в одной из камер из числа внешней камеры 5b31a сосуда под давлением и реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может быть измерено с помощью манометра, такого как один из манометров согласно раскрытию изобретения. Давление газа можно контролировать с помощью контроллера и источника газа.

Газ реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может дополнительно содержать газ H_2, который может проникать через излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела или подаваться через трубку электромагнитного насоса или другое впускное отверстие. Другой газ, такой как, по меньшей мере, один из газов CO_2, CO и H_2O, может подаваться, по меньшей мере, с помощью одного из способов из числа проникновения и потока через впускное отверстие, такое как трубка электромагнитного насоса. H_2O может содержать по меньшей мере одно из состояний из числа водяных испарений и газообразной воды, или водяного пара. Газ во внешней камере, который проникает в излучатель абсолютно чёрного тела, такой как углеродный излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, для подачи в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента, может содержать, по меньшей мере, один из газов из числа H_2, H_2O, CO и CO_2. Газы могут, по меньшей мере, совершать одно из действий: диффундировать или проникать из внешней камеры 5b31a сосуда под давлением в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента и диффундировать или проникать из реакционной камеры 5b31 энергетического элемента во внешнюю камеру 5b31a сосуда под давлением. Регулирование соответствующего давления газа во внешней камере может контролировать концентрацию каждого газа в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. В реакционной камере 5b31 энергетического элемента давление или концентрацию каждого газа можно измерять с помощью соответствующего датчика. Присутствие CO, CO_2 и H_2 в реакционной камере 5b31 энергетического элемента может подавлять реакцию H_2O с любыми компонентами энергетического элемента, содержащими углерод, такими как углеродная реакционная камера энергетического элемента. В одном варианте осуществления кислородный продукт реакции H_2O с гидрино,

такой как H_2 (1/4), может быть полезным для реакции гидрино. Окислительная побочная реакция кислородного продукта с компонентами энергетического элемента может быть подавлена присутствием водорода. Покрытие из расплавленного металла, которое может образовываться во время работы, также может защищать компонент энергетического элемента от реакции по меньшей мере с одним из веществ из числа H_2O и кислорода. В варианте осуществления изобретения стенка, такая как внутренняя стенка реакционной камеры энергетического элемента, может покрываться покрытием, таким как пиролитический графит, в случае реакционной камеры энергетического элемента, в которой покрытие избирательно проницаемо для требуемого газа. В показательном варианте осуществления излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела содержит углерод, а внутренняя стенка реакционной камеры 5b31 энергетического элемента содержит пиролитический графит, который проницаем для H_2, но непроницаем для по меньшей мере одного из газов из числа O_2, CO, CO_2 и H_2O. Внутренняя стенка может быть покрыта расплавленным металлом, таким как серебро, для предотвращения реакции стенки с окисляющими агентами, такими как O_2 и H_2O.

Источник кислорода может содержать соединение, содержащее оксианион. Соединение может содержать металл. Соединение может быть выбрано из одного из материалов из числа оксидов, гидроксидов, карбонатов, гидрокарбонатов, сульфатов, гидросульфатов, фосфатов, гидрофосфатов, дигидрофосфатов, нитратов, нитритов, перманганатов, хлоратов, перхлоратов, хлоритов, перхлоритов, гипохлоритов, броматов, перброматов, бромитов, пербромитов, йодатов, периодатов, йодитов, периодитов, хроматов, дихроматов, теллуров, селенатов, арсенатов, силикатов, боратов, оксидов кобальта, оксидов теллура и других оксианионов, таких как галогены, P, B, Si, N, As , S, Te, Sb, C, S, P, Mn, Cr, Co и Te, где металл может содержать один или несколько материалов из числа щёлочи, щелочноземельного металла, переходного элемента, внутреннего переходного элемента или редкоземельного элемента, Al, Ga, In Ge, Sn, Pb, Sb, Bi, Se и Te. Источник кислорода может содержать по меньшей мере одно из соединений из числа MNO_3, $MClO_4$, M_xO, и M_xO_y, где M представляет собой металл, такой как переходный металл, внутренний переходный металл, редкоземельный металл, Sn, Ga, In, свинец, германий, щелочной металл или щелочноземельный металл, а x и y являются целыми числами. Источник кислорода может содержать, по меньшей мере, одно из соединений из числа SO_2, SO_3, $S_2O_5Cl_2$, F_5SOF, $M_2S_2O_8$, SO_xX_y, таких как $SOCl_2$, SOF_2, SO_2F_2, или $SOBr_2$, $X_xX'_yO_z$, где X и X 'представляют собой галоген, такой как ClO_2F, ClO_2F_2, $ClOF_3$, ClO_3F, и ClO_2F_3, оксид теллура, такой как TeO_x, например, TeO_2 или TeO_3, $Te(OH)_6$, SeOx, такой как SeO_2 или SeO3, оксид селена, такой как SeO_2, SeO_3, $SeOBr_2$,

$SeOCl_2$, $SeOF_2$ или SeO_2F_2, P_2O_5, PO_xX_y где X представляет собой галоген, такой как $POBr_3$, POI_3, $POCl_3$ или POF_3, оксид мышьяка, такой как As_2O_3 или As_2O_5, оксид сурьмы, такой как Sb_2O_3, Sb_2O_4, или Sb_2O_5, или SbOCl, $Sb_2(SO4)_3$, оксид висмута, другое соединение висмута, такое как BiAsO4, $Bi(OH)_3$, Bi_2O_3, BiOBr, BiOCl, BiOI, Bi_2O_4, оксид или гидроксид металла, такой как Y_2O_3, GeO, FeO, Fe_2O_3, или NbO, NiO, Ni_2O_3, SnO, SnO_2, Ag_2O, AgO, Ga_2O, As_2O_3, SeO_2, TeO_2, $In(OH)_3$, $Sn(OH)_2$, $In(OH)_3$, $Ga(OH)_3$, или $Bi(OH)_3$, CO_2, CO, перманганат, такой как $KMnO_4$ и $NaMnO_4$, P_2O_5, нитрат, такой как $LiNO_3$, $NaNO_3$ и KNO_3, оксид или гидроксид переходного металла (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu или Zn, по меньшей мере, с одним O и OH), оксигидроксидом, таким как FeOOH, оксидом или гидроксидом второго или третьего переходного ряда, такими как Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ag, Cd, Hf, Ta, W Os, оксид благородного металла, такой как PdO или PtO, металл и оксианион, такой как Na_2TeO_4 или Na_2TeO_3, CoO, соединение, содержащее, по меньшей мере, два атома из группы кислорода и различные атомы галогена, такие F_2O, Cl_2O, ClO_2, Cl_2O_6, Cl_2O_7, $ClOF_3$, ClO_2F, ClO_2F_3, ClO_3F, I_2O_5, соединение, которое может образовывать металл при восстановлении. Источник кислорода может содержать газ, содержащий кислород, такой как, по меньшей мере, один из газов O_2, N_2O, и NO_2.

В одном варианте осуществления изобретения расплав содержит по меньшей мере одну добавку. Добавка может содержать один из источников из числа источника кислорода и источника водорода. По меньшей мере, один из источников из числа источника кислорода и источника водорода может содержать одно или несколько соединений из группы:

H_2, NH_3, MNH_2, M_2NH, MOH, $MAlH_4$, M3AlH6 и MBH4, MH, MNO3, MNO, MNO2, M2NH, MNH2, NH3, MBH4, MAlH4, M3AlH6, MHS, M2CO3, MHO3O4, MSO3, MSO3, MSO3, MSO3 , MH2PO4, M2MoO4, M2MoO3, MNbO3, M2B4O7, MBO2, M2WO4, M2CrO4, M2Cr2O7, M2TiO3, MZrO3, MAlO2, M2Al2O2, MCoO2, MGaO2, M2GeO3, MMnO4, M2MnO4, M4SiO4, M2SiO3, MTaO3, MVO3, MIO3, MFeO2, MIO4 , MOCl, MClO2, MClO3, MClO4, MClO4, MScO3, MScOn, MTiOn, MVOn, MCrOn, MCr2On, MMn2On, MFeOn, MxCoOn (x представляет собой целое число или дробь), MNiOn, MniOn, MNiOn, MNiOn, NNO, NNO, где n = 1, 2, 3 или 4, а M представляет собой металл, такой как щелочной металл, Mg3 (BO3) 2 и M2S2O8;

смешанный оксид металла или оксид интеркаляции, такие как соединения интеркаляции литий-ионной аккумуляторной батареи, такие как, по меньшей мере, один из группы, состоящей из $LiCoO_2$, $LiFePO_4$, $LiNi_xMn_yCo_zO_2$, $LiMn_2O_4$, $LiFeO_2$, Li_2MnO_3, Li_2MnO_4, $LiNiO_2$, $LiFeO_2$, $LiTaO_3$, $LiVO_3$, Li_2VO_3, Li_2NbO_3, Li_2SeO_3, Li_2SeO_4, Li_2TeO_3, Li_2TeO_4, Li_2WO_4, Li_2CrO_4, $Li_2Cr_2O_7$, Li_2HfO_3, Li_2MoO_3 или Li_2MoO_4, Li_2TiO_3, Li_2ZrO_3, и

$LiAlO_2$;

флюсующий агент, такой как тетраборат натрия (т. пл. = 743° C, безводный), K2SO4 (т. пл. = 1069 ° C), Na2CO3 (т. пл. = 851° C), K2CO3 (т. пл. = 891° C), KOH (т. пл. = 360° C), MgO (т. пл. = 2852° C), CaO (т. пл. = 2613° C), SrO (т. пл. = 2531° C), BaO (т. пл. = 1923° C), CaCO3 (т. пл. = 1339° C);

молекулярный окислитель, который может содержать газ, такой как CO, CO2, SO2, SO3, S2O5Cl2, F5SOF, SOxXy, такой как SOCl2, SOF2, SO2F2, SOBr2, PO2, P2O3, P2O5, POxXy, такой как POBr3, POI3, POCl3 или POF3, I2O5, Re2O7, I2O4, I2O5, I2O9, SO2, CO, CO2, N2O, NO, NO2, N2O3, N2O4, N2O5, Cl2O, ClO2, Cl2O3, Cl2O6, Cl2O7, NH4X, где X представляет собой нитрат или другой подходящий анион, известный для специалистов в данной области техники, например, такой как группа из NO3-, NO2-, SO42-, HSO4-, CoO2-, IO3-, IO4-, TiO3-, CrO4-, FeO2-, PO43-, HPO42-, H2PO4- VO3-, ClO4- и Cr2O72;

оксианион, такой как оксианион из группы NO3-, NO2-, SO42-, HSO4-, CoO2-, IO3-, IO4-, TiO3-, CrO4-, FeO2-, PO43-, HPO42-, H2PO4-, VO3- ClO4- и Cr2O72-;

оксианион сильной кислоты, окислитель, молекулярный окислитель, такой как окислитель из группы V2O3, I2O5, MnO2, Re2O7, CrO3, RuO2, AgO, PdO, PdO2, PtO, PtO2 и NH4X, где X представляет собой нитрат или другой подходящий анион, известный специалистам в данной области техники;

гидроксид, такой как гидроксид из группы 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 и W, MOH, MOH, M'(OH)2, где M представляет собой щелочной металл, а M' представляет собой щелочноземельный металл, гидроксид переходного металла, Co(OH)2, Zn(OH)2, Ni(OH)2, гидроксиды других переходных металлов, гидроксид редкоземельного металла, Al(OH)3, Cd(OH)2, Sn(OH)2, Pb(OH), In(OH)3, Ga(OH)3, Bi(OH)3, соединения, включающие в себя, $Zn(OH)_4^{2-}$, $Sn(OH)_4^{2-}$, $Sn(OH)_6^{2-}$, $Sb(OH)_4^{-}$, $Pb(OH)_4^{2-}$, $Cr(OH)_4^{-}$, и $Al(OH)_4^{-}$, сложные гидроксиды ионов, такие как Li2Zn (OH) 4, Na2Zn (OH) 4, Li2Sn (OH) 4, Na2Sn (OH)4, Li2Pb (OH)4, Na2Pb (OH)4, LiSb (OH)4, NaSb (OH)4, LiAl (OH)4, NaAl (OH)4, LiCr (OH)4, NaCr (OH)4, Li2Sn (OH)6 и Na2Sn (OH)6;

кислота, такая как H2SO3, H2SO4, H3PO3, H3PO4, HClO4, HNO3, HNO, HNO2, H2CO3, H2MoO4, HNbO3, H2B4O7, HBO2, H2WO4, H2CrO4, H2Cr2O7, H2TiO3O, HZrO3, MAlO2, HMn2O4, HIO3, HIO4, HClO4, или источник кислоты, такой как безводная кислота, например, по меньшей мере, одна из группы, включающей SO2, SO3, CO, CO2, NO2, N2O3, N2O5, Cl207, PO2, P2O3 и P2O5;

твёрдую кислоту, такую как одна из группы MHSO4, MHCO3, M2HPO4 и MH2PO4,

где M представляет собой металл, такой как щелочной металл;

оксигидроксид, такой как один из группы WO2(OH), WO2(OH)2, VO(OH), VO(OH)2, VO(OH)3, V2O2(OH)2, V2O2(OH)4, V2O2(OH)6, V2O3(OH)2, V2O3(OH)4,V2O4(OH)2, FeO(OH), (α-MnO(OH) гроутит и γ-MnO(OH) манганит), MnO(OH), MnO(OH)2, Mn2O3(OH), Mn2O2(OH)3, Mn2O(OH)5, MnO3(OH), MnO2(OH)3, MnO(OH)5, Mn2O2(OH)2, Mn2O6(OH)2, Mn2O4(OH)6, NiO(OH), TiO(OH), TiO(OH)2, Ti2O3(OH), Ti2O3(OH)2, Ti2O2(OH)3, Ti2O2(OH)4, и NiO(OH), брацевеллит (CrO (OH)), бёмит (AlO (OH)), ScO(OH), YO(OH), VO(OH), гетит (α-Fe3 +O(OH)), гроутит (Mn3+O(OH)), гайанаит (CrO(OH)), монтрозеит ((V,Fe)O(OH)), CoO(OH), NiO(OH), Ni1/2Co1/2O(OH) и Ni1/3Co1/3Mn1/3O(OH), RhO(OH), InO(OH), цумгаллит (GaO(OH)), манганит (Mn3+O(OH)), иттротунгстит- (Y) YW2O6 (OH)3, иттротунгстит-(Ce) ((Ce, Nd, Y) W2O6 (OH)3), неназванный (Nd-аналог иттротунгстита-(Ce)) ((Nd, Ce, La) W2O6(OH)3), франкавторнит (Cu2 [(OH) 2 [TeO4]]), хинит (Pb2+Cu_3^{2+} (TeO6) (OH)2), парахинит (Pb2 + Cu_3^{2+} TeO6 (OH)2) и MxOyHz, где x, y и z являются целыми числами, а M является металлом, таким как переходный металл, внутренний переходный металл или редкоземельный металл, такой как оксигидроксиды металлов;

оксид, такой как одно из группы оксианионных соединений, алюминат, вольфрамат, цирконат, титанат, сульфат, фосфат, карбонат, нитрат, хромат и манганат, оксиды, нитриты, бораты, оксид бора, такой как B_2O_3, оксиды металлов, оксиды неметаллов оксиды щелочных, щелочноземельных, переходных, внутренних переходных и редкоземельных металлов, а также Al, Ga, In, Sn, Pb, S, Te, Se, N, P, As, Sb, Bi, C, Si, Ge и B, и другие элементы, которые образуют оксиды или оксианионы, оксид, содержащий по меньшей мере один катион из группы щелочных, щелочноземельных, переходных, внутренних переходных и редкоземельных металлов, а также Al, Ga, In, Sn и Pb катионы, анион оксида металла и катион, такой как катион щелочи, щелочноземельного металла, катиона переходного металла, внутреннего переходного металла и редкоземельного металла, и катионы других металлов и металлоидов, таких как Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se и Te, например, MM'2xO3x + 1 или MM'2xO4 (M = щелочноземельный металл, M'= переходный металл, такой как Fe или Ni или Mn, x = целое число) и M2M'2xO3x +1 или M2M2xO4 (M = щелочь, M'= переходный металл, такой как Fe или Ni или Mn, x = целое число), M2O и MO, где в M - это металл, такой как щелочной металл, например, Li2O, Na2O и K2O, и щелочноземельный металл, такой как MgO, CaO, SrO и BaO, MCoO2, где M - металл, такой как щелочной металл, CoO2, MnO2, Mn2O3, Mn3O4, PbO2, Ag2O2, AgO, RuO2, соединения, содержащие серебро и кислород, оксиды переходных

металлов такие как NiO и CoO, например, 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 и W переходные металлы и Sn, такие как SnO, щелочные металлы, например, Li2O, Na2O и K2O, и щелочноземельные металлы, такие как MgO , CaO, SrO и BaO, MoO2, TiO2, ZrO2, SiO2, Al2O3, NiO, Ni2O3, FeO, Fe2O3, TaO2, Ta2O5, VO, VO2, V2O3, V2O5, B2O3, NbO, NbO2, Nb2O3, Se TeO2, TeO3, WO2, WO3, Cr3O4, Cr2O3, CrO2, CrO3, MnO, Mn2O7, HfO2, Co2O3, CoO, Co3O4, PdO, PtO2, BaZrO3, Ce2O3, LiCoO2, Ba2O2 Ba, Ba2O3BaO2O3BaO2O3 2, Ba (PO3) 2, BaS iO3, BaMoO4, Ba (NbO3) 2, BaTiO3, BaTi2O5, BaWO4, CoMoO4, Co2SiO4, CoSO4, CoTiO3, CoWO4, Co2TiO4, Nb2O5, Li2MoO4, LiNbO2, Li2O3, LiOO2, Li2O3, LiOO2, LiO3O4, LiO3O2 Li2VO3, Li2ZrO3, LiFeO2, LiMnO4, LiMn2O4, LiGaO2, Li2GeO3, LiGaO2;

гидрат, такой как один из описанных в изобретении, такой как гексагидрат буры или тетраборат натрия;

пероксид, такой как H2O2, M2O2, где M представляет собой щелочной металл, такой как Li2O2, Na2O2, K2O2, другие ионные пероксиды, такие как пероксиды щелочноземельных металлов, такие как пероксиды Ca, Sr или Ba, и другие электроположительные металлы, такие как металлы из лантаноидов и пероксидов ковалентных металлов, таких как пероксиды Zn, Cd и Hg;

супероксид, такой как MO2, где M представляет собой щелочной металл, такой как NaO2, KO2, RbO2 и CsO2, и супероксиды щелочноземельных металлов;

соединение, содержащее, по меньшей мере, один из видов кислорода, такой как, по меньшей мере, один из O2, O3, O_3^+, O_3^-, O, O+, H2O, H3O+, OH, OH+, OH-, HOOH, OOH-, O-, O2-, O_2^-, и O_2^{2-} и разновидности H, такие как, по меньшей мере, один из H2, H, H+, H2O, H3O+, OH, OH+, OH-, HOOH и OOH-;

ангидрид или оксид, способный подвергаться реакции гидратации, включающий в себя элемент, металл, сплав или смесь, такие как один компонент из группы, включающей в себя Mo, Ti, Zr, Si, Al, Ni, Fe, Ta, V, B, Nb, Se , Te, W, Cr, Mn, Hf, Co и Mg, Li2MoO3, Li2MoO4, Li2TiO3, Li2ZrO3, Li2SiO3, LiAlO2, LiNiO2, LiFeO2, LiTaO3, LiVO3, Li2VO Li, Li2N2O3O3, Li2N2O3O3, Li2N2O3O3 Li2WO4, Li2CrO4, Li2Cr2O7, Li2MnO4, Li2HfO3, LiCoO2 и MO, где M представляет собой металл, такой как щелочноземельный металл, например, Mg из MgO, As2O3, As2O5, Sb2O3, Sb2O4, Sb2O5, CO2, CO2, SO2, SO2, SO2, SO2, SO2, SO2, SO2, CO2, Li2O4 NO2, N2O3, N2O5, Cl2O7, PO2, P2O3 и P2O5;

гидрид, такой как один из группы R-Ni, La2Co1Ni9H6, La2Co1Ni9H6, ZrCr2H3.8, LaNi3.55Mn0.4Al0.3Co0.75, ZrMn0.5Cr0.2V0.1Ni1.2 и другие сплавы, способные хранить водород, такие как один сплав, выбранный из MmNi5 (Mm = мишметалл), например,

MmNi3.5Co0.7Al0.8, AB5 (LaCePrNdNiCoMnAl) или AB2 (VTiZrNiCrCoMnAlSn), где обозначение «ABx» относится к соотношению элементов типа A (LaCePrNd или TiZr) к элементам типа B (VNiCrCoMnAlSn), типа AB5, MmNi3.2Co1.0Mn0.6Al0.11Mo0.09 (Mm = мишметал: 25 мас. % La, 50 мас. % Ce, 7 мас. % Pr, 18 мас. % Nd), La1-yRyNi5-xMx, типа AB2: сплавы Ti0.51Zr0.49V0.70Ni1.18Cr0.12, сплавы на основе магния,

Сплав Mg1,9Al0,1Ni0,8Co0,1Mn0,1, Mg0,72Sc0,28 (Pd0,012 + Rh0,012) и Mg80Ti20, Mg80V20, La0,8Nd0,2Ni2,4Co2,5Si0,1, LaNi5-xMx (M = Mn, Al), (M = Al, Si, Cu), (M = Sn), (M = Al, Mn, Cu) и LaNi4Co, MmNi3,55Mn0,44Al0,3Co0,75, LaNi3,55Mn0,44Al0. 3Co0,75, соединения MgCu2, MgZn2, MgNi2, соединения AB TiFe, TiCo и TiNi, соединения ABn (n = 5, 2 или 1), соединения AB3-4, ABx (A = La, Ce, Mn, Mg; B = Ni, Mn, Co, Al), ZrFe2, Zr0,5Cs0,5Fe2, Zr0,8Sc0,2Fe2, YNi5, LaNi5, LaNi4,5Co0,5, (Ce, La, Nd, Pr) Ni5, сплав мишметалл-никель, Ti0.98Zr0.02V0.43Fe0.09Cr0.05Mn1.5, La2Co1Ni9, FeNi, TiMn2, TiFeH2, разновидности системы M-N-H, такие как LiNH2, Li2NH или Li3N, и гидрид щелочного металла, дополнительно содержащий бор, такой как боргидриды или алюминий, например, алюминогидиды, гидриды щелочноземельных металлов, такие как MgH2, гидриды металлических сплавов, такие как BaReH9, LaNi5H6, FeTiH1.7 и MgNiH4, борогидриды металлов, такие как Be (BH4) 2, Mg (BH4) 2, Ca (BH4) 2 , Zn (BH4) 2, Sc (BH4) 3, Ti (BH4) 3, Mn (BH4) 2, Zr (BH4) 4, NaBH4, LiBH4, KBH4 и Al (BH4) 3, A 1H3, NaAlH4, Na3AlH6, LiAlH4, Li3AlH6, LiH, LaNi5H6, La2Co1Ni9H6 и TiFeH2, NH3BH3, гидридные металлы или полуметаллы, содержащие щелочные металлы (Na, K, Rb, Cs), щелочноземельные металлы (Mg, Ca, Ba, Sr), элементы из группы IIIA, такие как B, Al, Ga, Sb, из группы IVA, такие как C, Si, Ge, Sn, и из группы VA, такие как N, P, As, сплавы переходных металлов и интерметаллические соединения ABn, в которых A представляет собой один или несколько элементов, способных образовывать стабильный гидрид, а B представляет собой элемент, который образует нестабильный гидрид, интерметаллические соединения, приведенные в ТАБЛИЦЕ 2, интерметаллические соединения, в которых часть участков A и/или участков B замещены другим элементом, таким как M, представляющим LaNi5, интерметаллический сплав может быть представлен LaNi5-xAx, где A представляет собой, например, Al, Cu, Fe, Mn и/или Co, а La может быть замещён мишметаллом, смесь редкоземельных металлов, содержащая от 30% до 70% церия, неодима и очень небольшое количество элементов из той же серии, остальное составляет лантан, сплав, такой как Li3Mg, K3Mg, Na3Mg, который образует смешанный гидрид, например, MMgH3 (M = щелочной металл), полиаминоборан, аминно-борановые комплексы, такие как аминоборан, гидриды бора, аммонаты, гидразин-борановые комплексы, диборан-диаммонат диборана, боразин, и октагидротрибораты или

тетрагидробораты аммония, имидазолиевые ионные жидкости, такие как N-бис (трифторметансульфонил) имидатные соли алкил (арил)-3-метилимидазолия, борат фосфония и карбонитные вещества. Другими показательными соединениями являются аммиачный боран, щелочной аммиачный боран, такой как литий-аммиачный боран, и боран-алкиламинный комплекс, такой как боран-диметиламиновый комплекс, боран-триметиламиновый комплекс, и амино-бораны и борановые амины, такие как аминодиборан, н-диметиламинодиборан, трис (диметиламино) , ди-н-бутилборонамин, диметиламиноборан, триметиламиноборан, аммиак-триметилборан и триэтиламиноборан. Другими подходящими материалами для хранения водорода являются органические жидкости с поглощённым водородом, такие как карбазол и его производные, такие как 9-(2-этилгексил) карбазол, 9-этилкарбазол, 9-фенилкарбазол, 9-метилкарбазол и 4,4'-бис (N-карбазолил)-1,1'-бифенил;

Таблица 2. Элементы и комбинации, образующие гидриды.

A	B		ABn
Mg, Zr	Ni, Fe, Co	/2	Mg2Ni, Mg2Co, Zr2Fe
Ti, Zr	Ni, Fe		TiNi, TiFe, ZrNi
La, Zr, Ti, Y, Ln	V, Cr, Mn, Fe, Ni		LaNi2, YNi2, YMn2, ZrCr2, ZrMn2, ZrV2, TiMn2
La, Ln, Y, Mg	Ni, Co		LnCo3, YNi3, LaMg2Ni9
La, редкоземельные элементы	Ni, Cu, Co, Pt		LaNi5, LaCo5, LaCu5, LaPt5

проницаемая для водорода мембрана, такая как Ni (H2), V (H2), Ti (H2), Fe (H2) или Nb (H2);

соединение, содержащее, по меньшей мере, один из компонентов из числа кислорода и водорода, такое как одно соединение из настоящего раскрытия, в котором другие металлы могут замещать металлы настоящего раскрытия, M также может быть другим катионом, таким как щелочноземельный, переходный, внутренний переходный или катион редкоземельного металла, или катион группы 13-16, такой как Al, Ga, In, Sn, Pb, Bi и Te, а металл может представлять собой один из расплавленных металлов, такой как, по меньшей мере, один из металлов из числа серебра и меди,

и другие такие источники, по меньшей мере, одного из компонентов из числа водорода и кислорода, которые известны специалистам в данной области техники. В одном варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, одного из параметров из числа энергии, выделяющейся в результате реакции гидрино, и напряжения, приложенного к электродам, достаточно для разрыва кислородной связи источника кислорода для высвобождения кислорода. Напряжение может находиться по меньшей мере в одном диапазоне от около 0,1 до 30 В, 0,5 - 4 В и 0,5 - 2 В. В варианте осуществления источник кислорода является более стабильным, чем продукты

восстановления водорода, такие как вода, и источник кислорода, который содержит меньше кислорода. Продукты восстановления водорода могут реагировать с водой с образованием источника кислорода. Восстановленный источник кислорода может реагировать, по меньшей мере, с одним из компонентов из числа воды и кислорода, чтобы поддерживать низкую концентрацию этих окислителей в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Восстановленный источник кислорода может поддерживать купол 5b4. В показательном варианте осуществления, содержащем купол W и высокостабильный оксид, такой как Na_2O, восстановленный источник кислорода представляет собой пары металла Na, которые реагируют как с H_2O, так и с O_2, чтобы удалять эти газы из реакционной камеры энергетического элемента. Na также может восстанавливать оксид W на куполе до W, чтобы защищать его от коррозии.

Типичные источники кислорода, такие как источник с подходящей температурой плавления и кипения, способные растворяться в расплаве или смешиваться с ним, например, расплавленное серебро, представляют собой, по меньшей мере, один источник, выбранный из группы, включающей в себя NaReO4, NaOH, NaBrO3, B2O3, PtO2, MnO2, Na5P3O10, NaVO3, Sb2O3, Na2MoO4, V2O5, Na2WO4, Li2MoO4, Li2CO3, TeO2, Li2WO4, Na2B4O7, Na2CrO4, Bi2O3, LiBO2, Li2SO4, Na2CO3, Na2SO4, K2CO3, K2MoO4, K2WO4, Li2B4O7, KBO2, NaBO2, Na4P2O7, CoMoO4, SrMoO4, Bi4Ge3012, K2SO4, Mn2O3, GeO2, Na2SiO3, Na2O, Li3PO4, SrNb2O6, Cu2O, LiSiO4, LiNbO3, CuO, Co2SiO4, BaCrO4, BaSi2O5, Ba, NaO, CO 3, LiO3O3O3O3 Li2VO3, Li2ZrO3, LiMn2O4, LiGaO2, Mn3O4, Ba(BO2)2*H2O, Na3VO4, LiMnO4, K2B4O7*4H2O, и NaO2

В варианте осуществления изобретения источник кислорода, такой как пероксид, например, Na_2O_2, источник водорода, такой как гидрид или газообразный водород, такой как аргон/H2 (от 3% до 5%), и проводящая матрица, такая как расплавленное серебро, может служить в качестве твёрдого топлива для образования гидрино. Реакция может протекать в инертном сосуде, таком как сосуд из щелочноземельного оксида, например, сосуд из MgO.

Добавка может дополнительно содержать соединение или элемент, образованный посредством водородного восстановления источника кислорода. Восстановленный источник кислорода может образовывать источник кислорода, такой как оксид, при реакции по меньшей мере с одним компонентов из числа избыточного кислорода и воды в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. По меньшей мере, один источник из числа источника кислорода и восстановленного источника кислорода может содержать массовый процент впрыснутого расплава, содержащего, по меньшей мере, два расплавленных металла, таких как серебро, источник кислорода, такой как бура, и

восстановленный источник кислорода, который максимизирует скорость реакции гидрино. Весовой процент, по меньшей мере, одного источника из числа источника кислорода и восстановленного источника кислорода может составлять, по меньшей мере, один весовой процентный диапазон от около 0,01 до 50 мас. %, от 0,1 до 40 мас. %, от 0,1 до 30 мас. %. от 0,1 до 20 мас. %, от 0,1 до 10 мас. %, от 1 до 10 мас. % и от 1 до 5 мас. %. Газ реакционной камеры энергетического элемента может содержать смесь газов. Смесь может содержать благородный газ, такой как аргон, и водород. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может поддерживаться в атмосфере, содержащей парциальное давление водорода. Давление водорода может составлять, по меньшей мере, один диапазон от около 0,01 мм. рт. ст. до 10000 мм. рт. ст., от 0,1 мм. рт. ст. до 1000 мм. рт. ст., от 1 мм. рт. ст. до 100 мм. рт. ст. и от 1 мм. рт. ст. до 10 мм. рт. ст. Благородный газ, такой как аргон, может находиться по меньшей мере в одном диапазоне давления от около 0,1 мм. рт. ст. до 100000 мм. рт. ст., от 1 мм. рт. ст. до 1000 мм. рт. ст. и от 10 мм. рт. ст. до 1000 мм. рт. ст. Источник кислорода может вступать в реакцию с водородом с образованием H_2O. H_2O может служить катализатором HOH для образования гидрино. Источник кислорода может быть термодинамически неблагоприятным для восстановления водорода. HOH может образовываться при воспламенении, например, в плазме. Восстановленный продукт может вступать в реакцию с водой, образующейся при воспламенении. Реакция воды может поддерживать воду в реакционной камере 5b31 энергетического элемента на низких уровнях. Низкие уровни воды могут быть по меньшей мере в одном диапазоне: около значения менее 40 мм. рт. ст., менее 30 мм. рт. ст., менее 20 мм. рт. ст., менее 10 мм. рт. ст., менее 5 мм. рт. ст. и менее 1 мм. рт. ст. Низкое давление водяного пара в реакционной камере энергетического элемента может защищать по меньшей мере один компонент энергетического элемента, такой как купол 5b4, такой как W или графитовый купол, от воздействия коррозии. Оксид вольфрама в качестве источника кислорода может участвовать в цикле вольфрама, чтобы поддерживать защиту вольфрамового купола 5b4 от коррозии. Баланс запасов кислорода и вольфрама может оставаться почти постоянным. Любой продукт коррозии оксида вольфрама в результате реакции кислорода из оксида вольфрама с металлическим вольфрамом может быть замещён металлическим вольфрамом из оксида вольфрама, который был восстановлен для получения кислородного реагента.

Добавка может содержать соединение для повышения растворимости другой добавки, такой как используемой в качестве источника кислорода. Соединение может содержать диспергатор. Соединение может содержать флюс. Генератор может дополнительно содержать мешалку для смешивания расплавленного металла, такого как

серебро, с добавкой, такой как используемая в качестве источника кислорода. Мешалка может содержать, по меньшей мере, одно устройство из числа механического, пневматического, магнитного, электромагнитного устройства, например, использующего силу Лоренца, пьезоэлектрического и других устройств для размешивания, известных в данной области техники. Мешалка может содержать соникатор, такой как ультразвуковой соникатор. Мешалка может содержать электромагнитный насос. Мешалка может содержать, по меньшей мере, один из видов насосов из числа электродного электромагнитного насоса и инжекционного электромагнитного насоса 5ka. Перемешивание может происходить в компоненте энергетического элемента, который удерживает расплав, таком как, по меньшей мере, один из компонентов из числа резервуара и электромагнитного насоса. Состав расплава может регулироваться для увеличения растворимости добавки. Расплав может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа серебра, серебряно-медного сплава и меди, причём состав расплава может регулироваться для увеличения растворимости добавки. Соединение, которое увеличивает растворимость, может содержать газ. Газ может иметь обратимую реакцию с добавкой, такой как источник кислорода. Обратимая реакция может повышать растворимость источника кислорода. В показательном варианте осуществления изобретения газ содержит, по меньшей мере, один из газов из числа CO и CO_2. Показательной обратимой реакцией является реакция CO_2 и оксида, такого как оксид щёлочи, например, Li_2O, с образованием карбоната. В другом варианте осуществления реакция включает в себя реакцию продуктов восстановления источника кислорода, таких как металл и вода, оксида металла, например, оксида щелочного металла, такого как Li_2O или Na_2O, оксида переходного металла, такого как CuO, и оксида висмута.

В показательном варианте осуществления изобретения расплавленный или инжектированный расплавленный металл содержит расплавленное серебро и, по меньшей мере, один из компонентов из числа $LiVO_3$ и M_2O (M = Li или Na), по меньшей мере, в одном диапазоне концентраций, составляющем от около 0,1 до 5 мол. %, 1 - 3 мол. %, и 1,5-2,5 мол. %. Газ реакционной камеры 5b31 энергетического элемента содержит инертный газ, такой как аргон, с газообразным водородом, поддерживаемым по меньшей мере в одном диапазоне от около 1 до 10%, 2 - 5% и 3 - 5%. Потребляемый водород может заменяться с помощью подачи водорода в камеры 5b3 или 5b31a энергетического элемента при одновременном контроле, по меньшей мере, одного из параметров из числа парциального давления водорода и общего давления, такого как давление в камере энергетического элемента, где давление водорода может быть выведено из общего давления вследствие инертного характера и постоянства запасов газа аргона. Скорость

добавления водорода может составлять, по меньшей мере, одно значение в диапазоне от около 0,00001 моль/с до 0,01 моль/с, от 0,00005 моль/с до 0,001 моль/с и от 0,0001 моль/с до 0,001 моль/с. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать W или углерод. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать металлическую ткань или тканое полотно, такое как ткань, содержащую вольфрам, включающую в себя тонкие вольфрамовые нити, в которых плотность переплетения проницаема для газов, но предотвращает проникновение паров серебра из реакционной камеры энергетического элемента в камеру энергетического элемента. По меньшей мере, один из компонентов из числа резервуара 5c и электромагнитного насоса, такой как насосная трубка 5k6, может содержать, по меньшей мере, один из материалов из числа ниобия, молибдена, тантала, вольфрама, рения, титана, ванадия, хрома, циркония, гафния, рутения, родия, осмия и иридия. Компоненты могут быть соединены, по меньшей мере, одним способом соединения или технологии изготовления из следующей группы: спечённых порошковых сварных швов, лазерных сварных швов, электронно-лучевой сварки, электроэрозионной обработки, литья, с использованием резьбовых соединений, с использованием быстроразъёмных соединений типа Swagelok, содержащих огнеупорные материалы, с использованием легирующих агентов, таких как рений, титан и цирконий (TZM) для Mo и гальванических соединений. В варианте осуществления изобретения, содержащем тугоплавкий металл, сечение трубки 5k6 насоса на электрических шинах 5k2 электромагнитного насоса может быть выполнено посредством машинной обработки из цельного куска заготовки или отлито с помощью такого средства, как литьё при спекании с использованием энергии. Секция может содержать впускную и выпускную трубки для примыкания к соответствующей впускной и сопловой части трубки насоса. Присоединение может осуществляться в соответствии с раскрытием изобретения. Примыкающие секции труб могут быть сварены электронным пучком в виде прямых секций, а затем изогнуты для образования петли насоса. Входная часть трубки насоса, идущей из резервуара, и сопловая часть, соответственно, могут прилегать к дну резервуара и проходить через дно. Трубка может быть приварена при каждом проходе в резервуар к дну резервуара электронно-лучевой сваркой.

В одном варианте осуществления изобретения детали с резьбовыми элементами из тугоплавких металлических компонентов энергетического элемента герметично соединяются между собой с использованием уплотнительных колец, таких как уплотнительные кольца из тугоплавкого металла или материала. Резьбовые соединительные детали могут соединяться в виде плоских и ножевых пар, в которых ножевая кромка сжимает уплотнительное кольцо. Примерами тугоплавких металлов или

материалов являются материалы, раскрываемые в описании, такие как W, Ta, Nb, Mo и WC. В варианте осуществления части ячейки, такие как части электромагнитного насоса, например, по меньшей мере, один из компонентов из числа сопла 5q трубки насоса, впускного и выпускного отверстий трубки 5k6 резервуара 5c и резервуара 5c, резервуара 5b конуса и купол 5b4 могут быть соединены с непрерывной частью, по меньшей мере, одной из резьб, уплотнительных колец, фитингов типа VCR, фитингов с раструбом и компрессией, а также фитингов Swagelok или фитингов типа Swagelok. По меньшей мере одно из фитингов и уплотнительных колец может содержать огнеупорный материал, такой как W. По меньшей мере одно из уплотнительных колец, компрессионного кольца фитингов VCR-типа, фитингов Swagelok или фитингов Swagelok-типа может содержать более мягкий огнеупорный материал, такой как Ta или графит. По меньшей мере, один из компонентов из числа частей и фитингов энергетического элемента может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа Ta, W, Mo, сплава W- La_2O_3, Mo, TZM и ниобия (Nb). Такая деталь, как купол 5b4, может быть изготовлена из объёмной заготовки W или сплава W-оксида лантана. Такая деталь, как излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, например, W-купол, может быть сформирована путём избирательного лазерного плавления (SLM).

В варианте осуществления изобретения генератор дополнительно содержит камеру энергетического элемента, способную выдерживать давление ниже атмосферного, атмосферное давление и выше атмосферного, при этом в камере размещается купол 5b4 и соответствующая реакционная камера 5b31 энергетического элемента. Корпус камеры 5b3 энергетического элемента и корпус нижней камеры 5b5 могут вместе составлять цельную деталь. В качестве альтернативы, нижняя камера 5b5 может быть отдельной, имеющей свою собственную систему управления давлением, которая может работать при давлении, отличном от давления в камере энергетического элемента, таком как атмосферное давление или вакуум. Сепаратор камеры 5b3 энергетического элемента и нижней камеры 5b5 может содержать пластину в верхней части 5b81 или в нижней части 5b8 резервуара 5c. Пластина 5b8 может прикрепляться к резервуару с помощью резьбы между пластиной 5b81 или 5b8 и резервуаром 5c. По меньшей мере один из компонентов из числа резьбового излучателя абсолютно чёрного тела и резервуаров с опорными пластинами может быть выполнен посредством машинной обработки как отдельные детали из кованого вольфрама. Прессованные вольфрамовые электрические шины электромагнитного насоса 5k2 могут быть приварены способом спекания к углублению стенки трубки насоса путём нанесения вольфрамового порошка, который образует спечённый сварной шов во время работы при высокой температуре. Использование

тугоплавкого материала, такого как вольфрам, для компонентов энергетического элемента помогает избежать необходимости наличия теплового барьера, такого как термоизолятор, например, SiC, между излучателем абсолютно чёрного тела и резервуаром или между резервуаром и электромагнитным насосом.

В варианте осуществления изобретения реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать серебряный паровой котёл. В одном варианте осуществления давление паров расплавленного металла, такого как серебро, может достигать равновесия при рабочей температуре, в результате чего процесс испарения металла практически прекращается и потери энергии на испарение серебра и конденсацию с отводом тепла также практически исключаются. Типичные давления паров серебра при рабочих температурах 3000K и 3500K составляют 10 атм и 46 атм соответственно. Поддержание равновесного давления паров серебра при рабочей температуре энергетического элемента включает в себя устойчивые средства для поддержания давления энергетического элемента при кипячении с обратным холодильником жидкого серебра во время работы по выработке энергии в энергетическом элементе. Поскольку купол 5b4 может разорваться при высоком давлении и температуре, в одном варианте осуществления изобретения давление в камере 5b3 энергетического элемента согласовано с давлением в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, в результате чего по существу никакой разности эффективного давления на излучателе 5b4 абсолютно чёрного тела не существует. В варианте осуществления небольшое избыточное давление, такое как в диапазоне от около 1 мторр до 100 мм. рт. ст., может поддерживаться в реакционной камере 5b31 энергетического элемента для предотвращения ползучести вольфрамового купольного излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, такой как ползучесть под воздействием силы тяжести. В варианте осуществления ползучесть может быть подавлена добавлением стабилизирующей добавки к металлу излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. В одном варианте осуществления вольфрам легируют добавкой, такой как небольшие количества, по меньшей мере, одного из компонентов из числа K, Re, CeO_2, HfC, Y_2O_3, HfO_2, La_2O_3, ZrO_2, Al_2O_3, SiO_2, и K_2O для уменьшения ползучести. Добавка может осуществляться в любом желаемом количестве, например, в диапазоне от 1 части/млн до 10 мас. %.

В варианте осуществления изобретения реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, работающей в качестве серебряного парового котла, компоненты энергетического элемента, такие как излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела и резервуар 5c, содержат огнеупорный материал, соответственно такой как вольфрам или углерод и нитрид бора. В режиме запуска резервуар 5c может нагреваться до достаточной температуры с помощью нагревателя, такого как индуктивно связанный нагреватель 5m,

чтобы вызывать давление паров металла, такое как давление паров металлического серебра, для нагрева излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Температура может быть выше температуры плавления серебра, когда электромагнитный насос и электроды активируются, что вызывает накачку и воспламенение. В одном варианте осуществления источник кислорода, такой как оксид, например, $LiVO_3$, может быть нанесён на стенку излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела для включения в расплав, поскольку пары металлов создают обратный поток во время прогрева при запуске.

В одном варианте осуществления изобретения реакция гидрино поддерживается парами серебра, которые служат проводящей матрицей. По меньшей мере, один из способов из числа непрерывного впрыска, при котором, по меньшей мере, часть становится паром, и прямое выкипание серебра из резервуара может обеспечивать пары серебра. Электроды могут обеспечивать высокий ток для реакции, чтобы удалять электроны и инициировать реакцию гидрино. Тепло от реакции гидрино может помочь в обеспечении подачи паров металлов, таких как пары металлического серебра, в реакционную камеру энергетического элемента. В варианте осуществления ток через электроды может, по меньшей мере, частично отводиться на альтернативные или дополнительные электроды, контактирующие с плазмой. Отклонение тока может происходить после того, как давление паров серебра становится достаточно высоким, в результате чего пары серебра, по меньшей мере, частично служат в качестве проводящей матрицы. Альтернативные или дополнительные электроды, контактирующие с плазмой, могут содержать один или несколько центральных электродов и противоэлектродов по периметру реакционной камеры энергетического элемента. Стенка энергетического элемента может использоваться в качестве электрода.

В одном варианте осуществления изобретения фотогальванический преобразователь 26a размещается во внешнем сосуде 5b3a высокого давления, имеющего внешнюю камеру 5b3a1 (фиг. 1 (2I80-2I94)). Внешний сосуд высокого давления может иметь любую желаемую геометрическую форму, которая содержит фотогальванический преобразователь и внутренние компоненты энергетического элемента, содержащие источник света для освещения фотогальванического преобразователя. Внешняя камера может содержать цилиндрический корпус с, по меньшей мере, одной куполообразной торцевой крышкой. Внешний сосуд высокого давления может содержать куполообразную или сферическую геометрию, или другую подходящую геометрию, способную содержать фотогальванический преобразователь и купол 5b4, а также способную поддерживать давление, по меньшей мере, на одном из значений, меньших, равных или превышающих вакуум. В одном варианте осуществления фотогальванический преобразователь 26a,

содержащий фотогальванические элементы, холодные пластины и систему охлаждения, располагается внутри внешнего сосуда высокого давления, при этом электропроводящие линии и охлаждающие трубопроводы проникают в сосуд через герметичные проходы и проходные отверстия, такие как одно из описанных в настоящем раскрытии изобретения. В варианте осуществления внешний сосуд высокого давления может содержать цилиндрический корпус, который может содержать по меньшей мере одну верхнюю часть купола. В варианте осуществления изобретения генератор может содержать цилиндрическую камеру, которая может иметь куполообразную крышку для размещения излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и фотогальванического преобразователя 26a. Генератор может содержать верхнюю камеру для размещения фотогальванического преобразователя и нижнюю камеру для размещения электромагнитного насоса. Камеры могут работать при одинаковом давлении или различных давлениях.

В варианте осуществления изобретения внешний сосуд высокого давления содержит опору фотогальванического преобразователя, такую как фотогальванический купол, который образует камеру 5b3 энергетического элемента, содержащую купол 5b4, охватывающий реакционную камеру 5b3 энергетического элемента. Внешний сосуд высокого давления может содержать куполообразную или сферическую геометрию, или другую подходящую геометрию, способную содержать купол 5b4 и способную поддерживать давление, по меньшей мере, на одном из значений, меньших, равных или превышающих вакуум. В одном варианте осуществления фотогальванические элементы 15 находятся на внутренней стороне наружной стенки сосуда высокого давления, такой как сферическая куполообразная стенка, а холодные пластины и система охлаждения находятся на внешней стороне стенки. Электрические соединения могут проникать в сосуд через герметичные проходы и проходные отверстия, такие как одно из описанных в настоящем раскрытии изобретения. Передача тепла может происходить через стену, которая может быть теплопроводящей. Подходящий материал для стен содержит металл, такой как медь, нержавеющая сталь или алюминий. Фотогальваническое PV окно на внутренней стороне фотогальванических элементов может содержать прозрачные секции, которые могут быть соединены с помощью клея, такого как силиконовый клей, для формирования газонепроницаемого прозрачного окна. Окно может защищать фотогальванический элемент от газов, которые повторно осаждают металл, испарившийся из купола 5b4, обратно на купол. Газы могут включать в себя газы галогенового цикла. Фотогальванический резервуар сосуда высокого давления, такой как куполообразный сосуд, может герметично соединяться с разделительной пластиной 5b81 или 5b8 между верхней и нижней камерой, или другой камерой с помощью ConFlat или другого такого

фланцевого уплотнения. Верхняя камера может содержать излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела и фотогальванические элементы 15, а нижняя камера может содержать электромагнитный насос. Нижняя камера может дополнительно содержать холодные пластины нижней камеры или трубопроводы 5b6a охлаждения (фиг. 1 (2I89)).

Температура плавления вольфрама, составляющая 3422° C, является самой высокой относительно всех металлов и уступает только элементу углерода (3550° C). Тугоплавкая керамика и сплавы имеют более высокие температуры плавления, в частности Ta_4HfC_5 TaX_4HfCX_5 с температурой плавления 4215° C, карбид гафния с т. пл. 3900° C и карбид тантала с т. пл. 3800° C. В варианте осуществления изобретения такие компоненты энергетического элемента, как излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела и резервуар 5c, могут содержать огнеупорный материал, такой как, по меньшей мере, один из компонентов из числа W, C и огнеупорную керамику или сплав. В варианте осуществления, в котором излучатель абсолютно чёрного тела содержит графит, камера 5b3 энергетического элемента содержит газ высокого давления, например, атмосферу из инертного газа высокого давления, которая подавляет сублимацию графита.

В варианте осуществления изобретения излучатель абсолютно чёрного тела может содержать углерод. Углерод, сублимированный из графитового излучателя абсолютно чёрного тела, такого как сферический графитовый излучатель абсолютно чёрного тела, может быть удалён из камеры 5b3 энергетического элемента с помощью электростатического осаждения (ESP). Система ESP может содержать анод, катод, источник электропитания и контроллер. Частицы могут заряжаться одним электродом и собираться с помощью другого противоположного электрода. Собранную сажу можно смещать с собирающего электрода и вызвать её падение в сборный бункер. Смещение сажи может быть достигнуто с помощью механической системы. В варианте осуществления внутренняя стенка прозрачного сосуда может быть заряжена отрицательно, а купол может быть заряжен положительно с приложенным источником напряжения. Отрицательно заряженные углеродные частицы, которые испаряются из графитового излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, могут мигрировать обратно в купол под воздействием поля между стенкой и излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела. В варианте осуществления углерод может быть удалён посредством активного переноса, например, с помощью газа, протекающего через камеру 53b энергетического элемента, и затем - посредством фильтра для частиц углерода.

В варианте осуществления изобретения купол 5b4 может содержать графит, а резервуар может содержать огнеупорный материал, такой как нитрид бора. Графит может содержать изотропный графит. Графит компонентов настоящего раскрытия изобретения

может содержать стеклоуглерод, как указано в разделе «Сжатый стеклоуглерод: сверхпрочная и упругая взаимопроникающая сеть графена», Science Advances, 09 июня 2017г.: том. 3, № 6, e1603213 DOI: 10.1126/sciadv.1603213, http://advances.sciencemag.org/content/3/6/e1603213.full, которая включена сюда посредством ссылки. В варианте осуществления графитовый излучатель абсолютно чёрного тела, такой как сферический купол, может содержать прокладочный материал, чтобы предотвращать эрозию графита от расплавленного металла внутри реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Прокладочный материал может содержать огнеупорный материал, такой как вольфрам. Вкладыш может содержать сетку или лист, который сформирован внутри графитового купола. Прокладочный материал может предотвращать разрушение внутренней поверхности реакционной камеры энергетического элемента силами сдвига от протекающего расплавленного металла.

Фотогальванический преобразователь может содержать фотогальванические элементы, каждый из которых имеет окно, которое может содержать, по меньшей мере, один термофотогальванический фильтр, такой как инфракрасный фильтр. Фильтр может предпочтительно отражать свет, имеющий длины волн, которые не преобразуются в электричество с помощью фотогальванического преобразователя. Элементы фотогальванического преобразователя могут быть отражены на задней стороне, чтобы отражать свет, который прошёл через элементы, назад к излучателю абсолютно чёрного тела. Зеркало может быть избирательным для инфракрасного света, который не преобразуется в электричество фотогальваническими элементами. Инфракрасное зеркало может содержать металл. Задняя часть энергетических элементов может быть металлизирована. Металл может содержать инфракрасный отражатель, такой как золото. Металл может быть прикреплён к полупроводниковой подложке фотогальванического элемента с помощью контактных точек. Контактные точки могут быть распределены по задней части энергетических элементов. Точки могут содержать связующий материал, такой как сплав Ti-Au или сплав Cr-Au. Фотогальванические элементы могут содержать, по меньшей мере, один переход. Показательные элементы для работы при 3500 К включают в себя GaAs на подложке GaAs, или InAlGaAs на подложке InP, или GaAs в качестве элемента с одиночным переходом и InAlGaAs на подложке InP, или GaAs в качестве элемента с двойным переходом. Показательные элементы для работы при 3000 К включают в себя GaAs на подложке GaAs, или InAlGaAs на подложке InP, или GaAs в качестве элемента с одиночным переходом и InAlGaAs на подложке InP или GaAs в качестве элемента с двойным переходом.

В варианте осуществления изобретения геодезический фотогальванический

преобразователь 26 излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать систему 23 оптического распределения, такую как одну из систем настоящего раскрытия (фиг. 1 (2I132)). Система 23 оптического распределения может расщеплять свет на области с различными длинами волн. Расщепление может быть достигнуто, по меньшей мере, одним из зеркал и фильтров, таких как фильтры по настоящему раскрытию изобретению. Расщеплённый свет может падать на соответствующий фотогальванический элемент 15, избирательно в отношении к расщеплённому и падающему свету. Система 23 оптического распределения может быть выполнена в виде столбцов, выступающих наружу от геодезической сферы, окружающей сферический излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела.

Генератор может содержать точную систему измерения и контроля давления газа, по меньшей мере, для одного из значений давления в камере энергетического элемента и в реакционной камере энергетического элемента. Система по настоящему изобретению может содержать газовые баллоны и трубопроводы, такие как, по меньшей мере, один из баллонов для водорода и благородного газа, и трубопроводы, такие как 5u и 5ua1. Газовая система может дополнительно содержать датчики давления, коллектор, впускные трубопроводы, проходные отверстия, инжектор, инжекторный клапан, вакуумный насос, такой как 13a, трубопровод вакуумного насоса, такой как 13b, регулирующие клапаны, а также трубопроводы и проходные отверстия. Благородный газ, такой как аргон или ксенон, может быть добавлен в камеру 5b3 или 5b3a1 энергетического элемента, чтобы соответствовать давлению в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Давление в реакционной камере энергетического элемента может быть измерено путём измерения температуры абсолютно чёрного тела и использования соотношения между давлением паров металла и температурой. Температура купола может быть измерена с использованием спектрального излучения этого абсолютно чёрного тела. Температура может быть измерена с использованием оптического пирометра, который может использовать оптическое волокно для сбора и транспортировки света к датчику. Температура может быть измерена с помощью множества диодов, которые могут иметь фильтры, являющиеся избирательными по отношению к участкам образца кривой абсолютно чёрного тела для определения температуры. Компонент энергетического элемента, такой как резервуар 5c, может содержать огнеупорный материал, например, по меньшей мере, один материал из числа оксида алюминия, сапфира, нитрида бора и карбида кремния, который, по меньшей мере, частично является прозрачным, по меньшей мере, для одного из типов света из числа видимого и инфракрасного света. Компонент, такой как резервуар, например, резервуар из нитрида бора, может содержать углубления или утончённые пятна в компоненте, чтобы лучше пропускать свет через компонент к

оптическому датчику температуры.

В дополнение к благородному газу, газ по меньшей мере в одной из камер из числа внешней камеры 5b3a1 высокого давления, камеры 5b3 энергетического элемента также может содержать водород. Водород, подаваемый в, по меньшей мере, одну камеру через бак, трубопроводы, клапаны и инжектор, может диффундировать через компонент энергетического элемента, который проницаем для водорода при рабочей температуре энергетического элемента, чтобы заменять тот водород, который потребляется для образования гидрино. Водород может проникать в излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела. Газообразный продукт гидрино может диффундировать из камер, таких как 5b3 или 5b3a1 и 5b31, в окружающую атмосферу или в систему сбора. Альтернативно, газообразный продукт гидрино может избирательно откачиваться по меньшей мере из одной камеры. В другом варианте осуществления изобретения газообразный гидрино может собираться в газопоглотителе, который может периодически заменяться или регенерироваться.

В одном варианте осуществления изобретения газ камеры, охватывающей W-излучатель абсолютно чёрного тела, может дополнительно содержать источник галогена, такой как I_2 или Br_2, или соединение углеводородного брома, которое образует комплекс с сублимирующим вольфрамом. Комплекс может разлагаться на поверхности горячего вольфрамового купола для повторного нанесения вольфрама на излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела. Некоторый тугоплавкий металл купола, такой как W, может быть добавлен к расплавленному металлу, такому как серебро, для испарения и осаждения на внутренней поверхности купола для замены испарённого или сублимированного металла.

В варианте осуществления изобретения энергетический элемент дополнительно включает в себя подачу водорода в реакционную камеру энергетического элемента. Источник питания водородом может проникать в энергетический элемент через, по меньшей мере, одну из трубок из числа трубки электромагнитного насоса, резервуара и излучателя абсолютно чёрного тела. Источник может содержать огнеупорный материал, такой как, по меньшей мере, один материал из числа W и Ta. Источник может содержать проницаемую для водорода мембрану, такую как мембрана, содержащая огнеупорный материал. Источник питания водородом может проникать в область энергетического элемента, температура которой ниже, чем в излучателе абсолютно чёрного тела. Источник питания водородом может проникать в энергетический элемент в трубке электромагнитного насоса или резервуаре. Источник питания водородом может содержать проницаемую для водорода мембрану, которая стабильна при рабочей температуре расплавленного серебра в трубке или резервуаре электромагнитного насоса. Проницаемая

для водорода мембрана может содержать Ta, Pt, Ir, Pd, Nb, Ni, Ti или другой подходящий проницаемый для водорода металл с подходящей температурой плавления, известной специалистам в данной области техники.

В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, одна внешняя камера или камера, внешняя по отношению к реакционной камере 5b31 энергетического элемента, находится под давлением, которое доводится до внешнего давления, приблизительно равного внутреннему давлению реакционной камеры энергетического элемента, при рабочей температуре реакционной камеры энергетического элемента и излучателя абсолютно чёрного тела. Внешнее давление может соответствовать внутреннему давлению в диапазоне примерно от плюс минус 0,01% до плюс минус 500%. В показательном варианте осуществления внешнее давление, по меньшей мере, одной камеры одного сосуда, внешнего по отношению к излучателю абсолютно чёрного тела и реакционной камере энергетического элемента, составляет около 10 атм, чтобы соответствовать давлению паров серебра, составляющее 10 атм, в реакционной камере энергетического элемента при рабочей температуре около 3000ºK. Излучатель абсолютно чёрного тела способен поддерживать перепад внешнего давления, который уменьшается при увеличении температуры излучателя абсолютно чёрного тела до рабочей температуры.

В варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1 (2I80-2I103), SunCell® содержит внешний сосуд 5b3a высокого давления, имеющий камеру 5b3a1, которая содержит фотогальванический преобразователь 26a, излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, резервуар 5c и электромагнитный насос. Стенки внешнего сосуда 5b3a высокого давления могут охлаждаться водой с помощью трубопроводов охлаждающей жидкости, холодных пластин или теплообменника 5b6a. Компоненты SunCell®, такие как стенки внешнего сосуда высокого давления 5b3a, могут содержать тепловой экран или экран для защиты от излучения для содействия охлаждению. Экран может иметь низкую излучательную способность для отражения тепла. Внешний сосуд 5b3a высокого давления может содержать рёбра теплообменника с наружной стороны. Рёбра могут содержать проводник с высокой теплопроводностью, такой как медь или алюминий. Генератор может дополнительно содержать средство для обеспечения теплообмена с принудительной конвекцией от тепловых рёбер. Средство может содержать вентилятор или воздуходувное устройство, которые могут быть расположены в корпусе ниже сосуда высокого давления. Вентилятор или воздуходувное устройство могут нагнетать воздух сверху над рёбрами. Внешний сосуд высокого давления может содержать секцию, такую как цилиндрическая секция, для размещения и установки компонентов энергетического

элемента, таких как фотогальванический преобразователь 26a, излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, резервуар 5c и сборочный узел 5ka электромагнитного насоса. Соединения для установки и поддержки компонентов энергетического элемента содержат средства для размещения различных скоростей или величин теплового расширения между компонентами, креплениями и опорами, чтобы избежать повреждения при расширении. Крепления и опоры могут содержать, по меньшей мере, один из компенсаторов и расширяемых соединителей или крепёжных элементов, таких как шайбы и втулки. Соединители и крепёжные элементы могут содержать сжимаемый углерод, такой как Graphoil или Perma-Foil (Toyo Tanso), или эти элементы содержат гексагональный нитрид бора. Прокладка может содержать прессованный MoS_2, WS_2, Celmet ™, такой как материал, содержащий Co, Ni или Ti, например, пористый Ni C6NC (Sumitomo Electric), ткань или ленту, такую как материал, содержащий керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Cotronics Corporation Ultra Temp 391, или другой материал раскрытия изобретения. В варианте осуществления изобретения электрические, газовые, сенсорные, управляющие и охлаждающие линии и трубопроводы могут проходить через дно наружного сосуда 5b3a высокого давления. Внешний сосуд высокого давления может содержать цилиндрический и купольный корпус и опорную плиту 5b3b, по отношению к которой герметизируется корпус. Корпус может содержать углеродное волокно, или нержавеющую сталь, или сталь с покрытием. Покрытие может включать в себя никелирование. Корпус может быть съёмным для лёгкого доступа к внутренним компонентам SunCell®. Опорная плита 5b3b может содержать питающие вводы через сквозное отверстие, по меньшей мере, для одной из электрических, газовых, сенсорных, управляющих и охлаждающих линий или трубопроводов. Питающий ввод через сквозное отверстие может быть герметичным и электрически изолированным в том случае, если линии могут электрически замыкаться на корпус. В варианте осуществления система охлаждения фотогальванического преобразователя содержит коллектор с ответвлениями к холодным пластинам элементов, таких как треугольные элементы массивной приёмной матрицы. Питающие вводы через сквозное отверстие опорной плиты могут содержать: i.) Разъемы 10a2 шины зажигания, подключённые к источнику 2 электрической энергии, такому как источник, содержащий конденсаторный блок зажигания в корпусе 90, который может дополнительно содержать преобразователи постоянного тока в постоянный, питаемые от выхода фотогальванического преобразователя 26a, кроме того, 10a2 дополнительно соединяется с питающими вводами 10a через сквозное отверстие для шин 9 и 10 зажигания, которые проникают в опорную плиту при подаче шин зажигания через сборочный узел 10a1

(типичные напряжение и ток зажигания составляют около 50 В постоянного тока и 50 - 100 А), ii.) Разъёмы 5k33 шин электромагнитного насоса (ЕМ), соединённые с источниками 5k13 питания ЕМ и дополнительно соединённые с питающими вводами 5k31 через сквозное отверстие насоса ЕМ, которые проходят через опорную плиту при подаче питания шины электромагнитного насоса через фланец 5k33; при этом источники 5k13 питания могут содержать преобразователи постоянного тока в постоянный, питаемые от выхода фотогальванического преобразователя 26a (типичные напряжение и ток электромагнитного насоса составляют приблизительно от 0,5 до 1 В постоянного тока и от 100 до 500 А), iii.) Подача индуктивно связанной антенны нагревателя через сборочные узлы 5 mc, причём антенна питается от источника 5m питания нагревателя с индуктивной связью, который может содержать преобразователи постоянного тока в постоянный ток, питаемые от выхода фотогальванического преобразователя 26a, трансформатора, по меньшей мере, одного биполярного транзистора с изолированным затвором (IGBT), и радиочастотного передатчика (типичные частота, напряжение и ток индуктивно связанного нагревателя составляют около 15 кГц, 250 В переменного или постоянного тока в эквиваленте и 100-300 А), iv.) проходы 5h1 и 5h3 для трубопровода 5ua газообразного водорода и трубопровода 5ua1 газообразного аргона, соединённых соответственно с водородным резервуаром 5u и резервуаром 5u1 для аргона, v.) проходы для трубопроводов 31d и 31e охлаждающей жидкости электромагнитного (ЭМ) насоса, соединённых с трубопроводом 5k11 охлаждающей жидкости теплообменника, при этом трубопровод 5k11 охлаждающей жидкости и холодная пластина 5k12 для ЭМ-насоса теплообменников 5k1 для ЭМ-насоса могут содержать одну деталь, которая охватывает два теплообменника 5k1, vi.) проходы для трубопроводов 31b и 31c охлаждающей жидкости фотогальванического преобразователя, и vii.) проходы для потока энергии от фотогальванического преобразователя 26a к источнику стабилизированного питания или инвертору 110. Впускные трубопроводы охлаждающей жидкости, такие как 31e, подключаются к впускному трубопроводу 31t радиатора, а выпускные трубопроводы охлаждающей жидкости, такие как 31d, подключаются к выпускному отверстию 31u водяного насоса. В дополнение к радиатору 31 генератор охлаждается воздушным вентилятором 31j1. В одном варианте осуществления изобретения фотогальванический преобразователь 26a содержит нижнюю и верхнюю полусферические части, которые крепятся вместе для установки вокруг излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Каждый из фотогальванических элементов может содержать окно на этом фотогальваническом элементе. Фотогальванический преобразователь может опираться на плиту 5b81 основания фотогальванического преобразователя. Плита основания может быть

подвешена для предотвращения контакта с излучателем или резервуаром абсолютно чёрного тела, и может быть перфорирована для обеспечения газообмена в пределах всего внешнего сосуда под давлением. Полусфера, такая как нижняя полусфера, может содержать зеркала вокруг части области, такой как нижняя часть, для отражения света на фотоэлементы фотогальванического преобразователя. Зеркала могут учитывать любое несоответствие между идеальным геодезическим куполом для приёма света от излучателя абсолютно чёрного тела и тем, который может быть сформирован из фотогальванических элементов. Неидеальность может быть вызвана ограниченностью пространства для установки фотогальванических элементов вокруг излучателя абсолютно чёрного тела из-за геометрии фотогальванических элементов, которые составляют геодезический купол.

Показательный фотогальванический преобразователь может содержать геодезический купол, состоящий из матричных модульных треугольных элементов, каждый из которых содержит множество фотоэлементов (PC cells) концентратора и опорных холодных пластин. Элементы могут соединяться между собой. Показательная матрица может содержать додекаэдр пентакис. Показательная матрица может содержать шесть пятиугольников и 16 треугольников. В варианте осуществления изобретения основание фотогальванического преобразователя 26a может содержать отражатели в местоположениях, где треугольные фотогальванические элементы матрицы геодезических фотогальванических преобразователей не устанавливаются. Отражатели могут отражать падающий свет, по меньшей мере, на одну часть из числа других частей фотогальванического преобразователя и обратно на излучатель абсолютно чёрного тела. В варианте осуществления энергия от основания нижней полусферы 5b41, по меньшей мере, частично восстанавливается, по меньшей мере, от одного из источников из числа света и тепла. В варианте осуществления фотогальванический преобразователь 26a содержит кольцевую муфту фотогальванических элементов вокруг основания нижней полусферы 5b41. В одном варианте осуществления изобретения энергия собирается в виде тепла с помощью теплообменника, такого как тепловая труба. Тепло может быть использовано для охлаждения. Тепло может подаваться в абсорбционный охладитель, известный специалистам в данной области техники для достижения эффекта охлаждения.

В одном варианте осуществления изобретения площадь, занимаемая охлаждающей системой, такой как, по меньшей мере, один из компонентов из числа охладителя и радиатора, может быть уменьшена, посредством того, что охлаждающей жидкости, такой как вода, например, вода, отфильтрованная в бассейне, позволяется претерпевать фазовые изменения. Изменение фазы может включать в себя переход из жидкости в газ. Изменение фазы из жидкости в газ может происходить внутри холодных пластин, которые отводят

тепло от фотогальванических элементов. Изменение фазы жидкости в газ может происходить в микроканалах холодных пластин, содержащих микроканалы. Система охлаждающей жидкости может содержать вакуумный насос для снижения давления, по меньшей мере, в одном местоположении в системе охлаждения. Изменению фазы может способствовать поддержание пониженного давления в системе охлаждения. Пониженное давление может поддерживаться в секции конденсатора системы охлаждения. По меньшей мере один из компонентов из числа фотогальванического преобразователя, холодных пластин и фотогальванических элементов может быть погружен в охлаждающую жидкость, которая подвергается фазовому изменению, такому как кипение, чтобы увеличить отвод тепла. Охлаждающая жидкость может содержать одну из известных в данной области жидкостей, такую как инертная охлаждающая жидкость, например, 3M Fluorinert.

В варианте осуществления изобретения система охлаждения может содержать множество контуров охлаждения. Первый контур охлаждающей жидкости может отводить тепло от фотогальванических элементов напрямую или через холодные пластины, такие как те, которые содержат микроканальные пластины. Система охлаждения может дополнительно содержать, по меньшей мере, один теплообменник. Первый теплообменник может передавать тепло от первого контура охлаждения к другому. Изменение фазы охлаждающей жидкости может происходить, по меньшей мере, в одном из других контуров охлаждающей жидкости. Изменение фазы может быть обратимым. Изменение фазы может увеличивать способность охлаждающей жидкости при заданной скорости потока обмениваться теплом с окружающей средой и охлаждать фотогальванический преобразователь. Другой контур охлаждающей жидкости может содержать теплообменник для передачи тепла от охлаждающей жидкости к воздуху. Рабочие параметры, такие как условия потока, скорость потока, давление, изменение температуры, средняя температура и другие параметры, могут контролироваться в каждом контуре охлаждающей жидкости для управления желаемой скоростью теплопередачи и желаемыми рабочими параметрами в первом контуре охлаждающей жидкости, такими как параметры рабочего режима теплоносителя внутри микроканальных пластин в составе холодных пластин. Типичными условиями в микроканалах являются диапазон изменения температуры теплоносителя от около 10° C до 20° C, средняя температура от около 50° C до 70° C и ламинарный поток с предотвращением образования турбулентного потока.

В варианте осуществления изобретения для уменьшения размера системы охлаждения первый контур охлаждающей жидкости может работать при повышенной температуре, такой как температура, которая является настолько высокой, насколько это

возможно, без значительного ухудшения рабочих характеристик фотогальванических элементов, например, температура от 40°C до 90°C. Разница температур охлаждающей жидкости может быть меньше в первом контуре, чем в другом контуре охлаждающей жидкости. В показательном варианте осуществления разность температур охлаждающей жидкости в первом контуре может составлять около 10°C; тогда как разница температур охлаждающей жидкости в другом контуре, таком как вторичный контур, может быть выше, например, около 50°C. Примеры соответствующих температурных диапазонов составляют соответственно 80°C-90°C и 40°C-90°C. Изменение фазы может происходить, по меньшей мере, в одном контуре охлаждения, чтобы увеличивать теплопередачу для уменьшения размера системы охлаждения.

В одном варианте осуществления изобретения микроканальные пластины, которые охлаждают фотогальванические элементы, могут быть заменены, по меньшей мере, одним из компонентов из числа теплообменников, тепловых трубок, блоков теплопередачи, струй охлаждающей жидкости и ванны с охлаждающей жидкостью, такой как ванна, содержащая инертную охлаждающую жидкость, например, дистиллированную или деионизированную воду, или диэлектрическую жидкость, такую как 3M Fluorinert, R134a или Vertrel XF. В случае водяного хладагента охлаждающая система может дополнительно содержать систему очистки или систему обработки воды для предотвращения чрезмерной коррозии от воздействия воды. Охлаждающая жидкость может содержать антикоррозионный агент, такой как известный в данной области техники для меди. Радиатор может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа нержавеющей стали, которая устойчива к коррозии, меди или алюминия. Охлаждающая жидкость может содержать антифриз, такой как, по меньшей мере, один из числа Dowtherm, этиленгликоля, аммиака и спирта, такого как, по меньшей мере, один спирт из числа метанола и этанола. Энергетический элемент может работать непрерывно, чтобы предотвращать замерзание охлаждающей жидкости. Система охлаждения также может содержать нагреватель для предотвращения замерзания воды. Фотогальванические элементы могут быть погружены в ванну с охлаждающей жидкостью. Фотогальванический элемент может передавать тепло от неосвещенной стороны к ванне с охлаждающей жидкостью. Система охлаждения может содержать, по меньшей мере, один насос, в котором охлаждающая жидкость может циркулировать для поглощения тепла в одном месте системы охлаждения и отвода его в другом месте. Фотогальванические элементы могут работать при, по меньшей мере, одном условии более высокой рабочей температуры и более высокого температурного диапазона, в результате чего система охлаждения может быть уменьшена в размере. Система охлаждения может содержать

конденсатор, в котором происходит изменение фазы при передаче тепла от фотогальванических элементов. Система охлаждения может находиться под давлением выше атмосферного, атмосферным давлением или давлением ниже атмосферного. Давление может контролироваться для контроля температуры кипения охлаждающей жидкости. Система охлаждающей жидкости, работающая под давлением, может содержать насос, имеющий впускное и выпускное отверстия и клапан сброса давления, который возвращает охлаждающую жидкость на сторону впуска насоса низкого давления, где она подаётся через выпускное отверстие в теплообменник, такой как радиатор или охладитель. В случае охладителя охлаждённая охлаждающая жидкость может рециркулироваться для снижения температуры и увеличения разницы температур между охлаждающей жидкостью фотоэлемента для увеличения скорости теплопередачи. Охлаждённая охлаждающая жидкость может быть дополнительно накачана к границе теплопередачи фотоэлемента и теплоносителя для получения тепла, в результате чего хладагент может закипеть. Система охлаждения может работать при тепловом потоке ниже критического теплового потока, в точке, в которой образуется достаточно пара, чтобы охлаждаемая поверхность больше не смачивалась непрерывно. Охлаждающая жидкость может эксплуатироваться в условиях переохлаждения во время кипения. Фотогальванические элементы могут работать при температуре, которая поддерживает переохлаждение при кипении, в то же время максимизируя скорость теплопередачи к окружающей среде вследствие большого градиента тепла охлаждающей жидкости и воздуха через соответствующий теплообменник, такой как радиатор. Типичная рабочая температура фотогальванических элементов составляет 130° С. Система охлаждения может работать таким образом, чтобы избежать плёночного режима кипения. Теплообменник между горячей охлаждающей жидкостью и окружающим воздухом может содержать радиатор, такой как радиатор с кольцевым витком, например, радиатор автомобильного типа. Теплообменник может содержать, по меньшей мере, один вентилятор для перемещения воздуха. Вентилятор может находиться в центре. Энергетический элемент также может быть центрирован.

Фотогальванические элементы могут быть установлены на теплопередающей среде, такой как теплопоглощающие радиаторы, например, медные пластины. Медные пластины могут стыковаться, по меньшей мере, с одним из средств теплопередачи, таким как, по меньшей мере, одно из средств из числа теплообменников, тепловых труб и блоков теплопередачи, которые передают тепло и соприкасаются с охлаждающей жидкостью, чтобы увеличить площадь контакта для теплопередачи. Средство теплопередачи может распространять тепло в радиальном направлении. Охлаждающая жидкость может

подвергаться фазовому изменению для увеличения теплопередачи, в результате чего размер охлаждающей системы может быть уменьшен. Средство теплопередачи может быть покрыто штифтами для увеличения площади поверхности для теплопередачи. Охлаждающая система может содержать средство для конденсации охлаждающей жидкости и систему отвода тепла, такую как, по меньшей мере, один циркуляционный насос охлаждающей жидкости и теплообменник между охлаждающей жидкостью и окружающей средой, такой как радиатор, который может находиться под давлением. В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из параметров из числа радиуса фотогальванического преобразователя, радиуса системы охлаждающей жидкости фотогальванического элемента, такого как радиус, по меньшей мере, одного из компонентов из числа теплообменника, тепловых трубок или блоков теплопередачи системы охлаждения фотогальванического элемента, может быть увеличен, чтобы уменьшить нагрузку теплового потока, которая будет передаваться от фотогальванических элементов к окружающей среде, чтобы эффективно охлаждать фотогальванические элементы. Фотогальванический преобразователь может иметь форму, которая поддерживает равное расстояние от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Излучатель абсолютно чёрного тела может быть сферическим, а фотогальванический преобразователь может иметь постоянное расстояние от излучателя абсолютно чёрного тела для достижения желаемой интенсивности света, падающего на фотогальванический элемент, который может поддерживать равномерную интенсивность излучения.

В варианте осуществления изобретения система охлаждения фотогальванического преобразователя может содержать сферический коллектор, который содержит резервуар с охлаждающей жидкостью со сферической поверхностью кипения, усыпанной теплопоглощающими элементами, содержащей теплопоглощающие радиаторы и пластины парового котла на задней стороне фотогальванических элементов. Пластины парового котла могут быть покрыты штифтами для увеличения площади поверхности для теплопередачи. Охлаждающая жидкость может прокачиваться по меньшей мере одним насосом. Поток может содержать сферический поток из, по меньшей мере, одного впускного отверстия в верхней части и, по меньшей мере, одного выпускного отверстия в нижней части резервуара с охлаждающей жидкостью. Нагретая охлаждающая жидкость может прокачиваться через радиатор для последующего охлаждения и возвращения в резервуар. В другом варианте осуществления охлаждающая жидкость может прокачиваться через каналы в пластинах парового котла, которые связаны с задней частью элементов PC и получают тепло от фотогальванических элементов.

Теплообменные пластины или элементы могут содержать пористое металлическое

поверхностное покрытие, такое как покрытие, содержащее спечённые металлические частицы. Поверхность может обеспечивать структуру пористого слоя, характеризующуюся системой взаимосвязанных проходов. Проходы имеют правильно подобранные размеры, чтобы обеспечивать многочисленные стабильные места для образования ядер пара, следовательно, значительно увеличивающий тепловой поток (до 10 раз больше) для заданной разности температур между поверхностью и температурой насыщения охлаждающей жидкости. Поверхностное покрытие может также увеличивать критический тепловой поток (CHF). Поверхность может содержать проводящее микропористое покрытие, образующее микрополости для образования ядер пара. Показательная поверхность содержит микропористое покрытие из спеченной меди (SCMPSC, cf. Jun и др. Nuclear Engineering and Technology (Ядерный инжиниринг и технология), 2016). Подходы для увеличения поверхности могут использоваться во взаимосвязи с короткими штифтами (также с пористым покрытием) для дальнейшего увеличения площади поверхности. Увеличения площади поверхности, такие как покрытия с пористыми штифтами или выступами, могут быть изготовлены с помощью литья. В показательном варианте осуществления увеличение площади поверхности с помощью выступов с пористой поверхностью, таких как медные, могут быть отлиты на задней стороне теплообменной пластины, такой как медная пластина.

Обратный поток от радиатора может быть выполнен с возможностью обеспечения конвекции на поверхности пластин парового котла. Множество впускных отверстий может разделять поток охлаждающей жидкости на множество впускных струй, тангенциально расположенных под углом к стенке сферического или цилиндрического резервуара охлаждающей жидкости, чтобы обеспечивать объёмное вихревое перемещение. Перемещение может возбуждать конвективное кипение на поверхности, которое удаляет пузырьки пара из мест образования ядер пара, подавляя критический тепловой поток (CHF). В одном варианте осуществления изобретения можно использовать другие охлаждающие жидкости, отличные от воды, поскольку кипение в присутствии увеличенных мест образования ядер пара можно увеличить для жидкостей с меньшим поверхностным натяжением, таких как органические жидкости, хладагенты и текучие среды для переноса тепла. Охлаждающая жидкость может быть выбрана на основе состояния насыщения (P-T) системы без повышенного давления. В варианте осуществления для достижения однородности температуры и учёта изменения конвективной проводимости к охлаждающей жидкости через фотогальванические элементы, каждый элемент может охлаждаться с помощью одинакового микроканального теплоотводящего радиатора.

В варианте осуществления изобретения фотогальванический преобразователь 26a может содержать множество треугольных приёмных блоков (TRU), каждый из которых содержит множество фотогальванических элементов, таких как фотогальванические элементы переднего концентратора, монтажную пластину и охладитель на задней стороне монтажной пластины. Охладитель может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа многоканальной пластины, поверхности, поддерживающей изменение фазы охлаждающей жидкости, и тепловой трубы. Треугольные приёмные устройства (TRU) могут быть соединены вместе, чтобы образовывать, по меньшей мере, частичный геодезический купол. TRU могут дополнительно содержать соединения по меньшей мере одного из компонентов из числа электрических соединений, шин и каналов охлаждающей жидкости. В варианте осуществления приёмные блоки и схема соединений могут содержать геометрию, которая уменьшает сложность системы охлаждения. Количество компонентов фотогальванического преобразователя, таких как количество треугольных приёмных блоков геодезического сферического фотогальванического преобразователя, может быть уменьшено. Фотогальванический преобразователь может содержать множество секций. Секции могут соединяться вместе, образуя частичную оболочку вокруг излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. По меньшей мере, один из компонентов из числа фотогальванического преобразователя и излучателя абсолютно чёрного тела может быть многогранным, причём поверхности излучателя абсолютно чёрного тела и приёмных блоков могут быть геометрически согласованы. Оболочка может быть образована, по меньшей мере, одним из элементов из числа треугольных, квадратных, прямоугольных, цилиндрических или других геометрических элементов. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать, по меньшей мере, одну из форм из числа квадрата, сферы или другой желаемой геометрической формы для облучения блоков фотогальванического преобразователя. В показательном варианте осуществления изобретения оболочка может содержать пять квадратных блоков вокруг излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, который может быть сферическим или квадратным. Оболочка может дополнительно содержать приёмные устройства для приёма света от основания излучателя абсолютно чёрного тела. Геометрия базовых блоков может быть такой, которая оптимизирует сбор света. Оболочка может содержать комбинацию квадратов и треугольников. Оболочка может содержать верхний квадрат, соединённый с верхней секцией, содержащей четыре пары чередующихся квадратов и треугольников, соединённых с шестью квадратами в качестве средней части, соединённой, по меньшей мере, с частичной нижней секцией, содержащей четыре пары чередующихся квадратов и треугольников, соединённых с частичным или отсутствующим нижним квадратом.

Схематический чертёж треугольного элемента геодезической плотной приёмной матрицы фотогальванического преобразователя показан на фиг. 1 (2I133). Фотогальванический преобразователь 26a может содержать массивную приёмную матрицу, состоящую из треугольных элементов 200, каждый из которых состоит из множества фотогальванических элементов 15 концентратора, способных преобразовывать свет от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела в электричество. Фотогальванические элементы 15 могут содержать по меньшей мере один из P/N-элементов из GaAs на N-кристаллической пластине GaAs, InAlGaAs на InP и InAlGaAs на GaAs. Каждый из элементов может содержать, по меньшей мере, один переход. Треугольный элемент 200 может содержать корпус 203 крышки, такой как компонент, содержащий штампованный лист Ковара, горячий порт 202 и холодный порт 204, например, такие, которые содержат трубы с прессовой посадкой, и присоединительные фланцы 203, например, как те, которые содержат штампованный лист Ковара для соединения смежных треугольных элементов 200.

В варианте осуществления изобретения, содержащем источник тепловой энергии, теплообменник 26a содержит множество элементов 200 теплообменника, таких как треугольные элементы 200, показанные на фиг. 1 (2I133), каждый из которых содержит выходное отверстие 202 для горячей охлаждающей жидкости и впускное отверстие 204 для более холодной охлаждающей жидкости, а также средство для поглощения света от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и передачи энергии в виде тепла в охлаждающую жидкость, которая протекает через элемент. По меньшей мере, одно из отверстий из числа входного и выходного отверстий для охлаждающей жидкости может присоединяться к общему водному коллектору. Как показано в варианте осуществления на фиг. 1 (2I108-2I109), система 26a теплообменника дополнительно содержит насос 31k охлаждающей жидкости, бак 31l для охлаждающей жидкости и теплообменник для нагрузки, такой как радиатор 31, а также воздушный вентилятор 31j1, который подаёт горячий воздух к нагрузке с помощью воздушного потока через радиатор. В дополнение к геодезической геометрии теплообменники с другими вариантами геометрии, такими как известные в данной области техники, находятся в объёме раскрытия. Показательная кубическая геометрия показана на фиг. 1 (2I134-2I138), показывающих соответственно трубопроводы 31b и 31для впуска горячей охлаждающей жидкости и выпуска холодной охлаждающей жидкости к тепловой нагрузке, в которой модульные плоские панели теплообменных элементов 26b отсутствуют в фотогальванических элементах 15. Теплообменник 26a может иметь желаемую геометрию, которая оптимизирует, по меньшей мере, один из параметров из числа теплообмена, размера, требований к мощности, простоты

конструкции и стоимости. В варианте осуществления площадь системы 26a теплообменника масштабируется до площади излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, в результате чего плотность принимаемой мощности является желаемым значением.

По меньшей мере, один приёмный блок может быть заменён или частично заменён зеркалами, по меньшей мере, одно из которых отражает напрямую или не напрямую излучение абсолютно чёрного тела на другие приёмные блоки или другие местоположения на приёмных блоках, которые покрываются фотогальваническими элементами. Приёмный блок может быть заполнен фотогальваническими PV элементами в оптимально освещённых областях с высокой интенсивностью света, таких как центральная круглая область, в случае сферического излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, в котором не заполненные PV области могут быть покрыты зеркалами. Элементы, которые принимают аналогичные количества излучения, могут быть соединены, чтобы сформировать выход желаемого согласующегося тока, причём элементы могут быть соединены последовательно. Каждая оболочка, содержащая приёмные устройства большей площади, такие как квадратные приёмные устройства, может содержать соответствующий охладитель или теплообменник 26b (фиг. 1 (2I134-2I138)). Охладитель или теплообменник 26b каждого приёмного устройства, такого как квадратный, может содержать, по меньшей мере, один из корпусов для охлаждающей жидкости, содержащий, по меньшей мере, одно впускное отверстие для охлаждающей жидкости и одно выпускное отверстие для охлаждающей жидкости, по меньшей мере, одну распределительную структуру охлаждающей жидкости, такую как отводящая перегородка для потока, например, пластину с проходами и множеством рёбер для охлаждающей жидкости, смонтированных на монтажной пластине фотогальванического PV элемента. Рёбра могут состоять из материала с высокой теплопроводностью, такого как серебро, медь или алюминий. Высота, разнесение и распределение рёбер могут быть выбраны для достижения равномерной температуры в области расположения фотогальванического элемента. Охладитель может быть установлен на, по меньшей мере, одном из оснований из числа монтажной пластины и фотогальванического элемента с помощью термической эпоксидной смолы. Фотогальванические элементы могут быть защищены на лицевой стороне (освещённой стороне) клеверным стеклом или окном. В варианте осуществления изобретения оболочка, содержащая приёмные устройства, может содержать сосуд под давлением. Давление в сосуде под давлением может быть отрегулировано таким образом, чтобы, по меньшей мере, частично балансировать внутреннее давление паров расплавленного металла внутри реакционной камеры 5b31 энергетического элемента.

В варианте осуществления изобретения (фиг. 1 (2I143)) радиус фотогальванического

преобразователя может быть увеличен по отношению к радиусу излучателя абсолютно чёрного тела, чтобы уменьшить интенсивность света на основе зависимости потока мощности света от квадрата радиуса. Альтернативно, интенсивность света может быть уменьшена с помощью оптической распределительной системы, содержащей последовательность полупрозрачных зеркал 23 вдоль траектории луча излучателя абсолютно чёрного тела (фиг. 1 (2I132)), которые частично отражают падающий на фотогальванические элементы 15 свет и дополнительно передают часть света на следующий компонент последовательности. Система оптического распределения может содержать зеркала для уменьшения интенсивности света вдоль радиальной траектории, зигзагообразной траектории или других траекторий, которые удобны для укладки последовательности фотогальванических элементов и зеркал для достижения желаемого распределения интенсивности света и его преобразования. В варианте осуществления излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может иметь геометрию, которая сопряжена с системой распределения света и фотогальванического преобразования, содержащей последовательности зеркал, линз или фильтров в сочетании с соответствующими фотогальваническими элементами. В показательном варианте осуществления излучатель абсолютно чёрного тела может быть квадратным и соответствовать геометрии системы для прямолинейного распределения света и фотогальванического преобразования.

Параметры системы охлаждения могут быть выбраны для оптимизации стоимости, производительности и выходной мощности генератора. Примерами параметров являются идентичность охлаждающей жидкости, изменение фазы охлаждающей жидкости, давление охлаждающей жидкости, температура PV, температура охлаждающей жидкости и диапазон этой температуры, скорость потока охлаждающей жидкости, радиус фотогальванического преобразователя и системы охлаждения по отношению к излучателю абсолютно чёрного тела, а также избирательные фильтры или отражатели для рециркуляции света и полосы длин волн на передней или задней панели фотогальванического элемента, чтобы уменьшать количество падающего света для фотогальванического преобразования, которое не может быть преобразовано в электричество фотогальваническим элементом или повторно использоваться, то есть который не удалось преобразовать при прохождении через фотогальванические элементы. Примерами систем охлаждения являются системы, которые выполняют по меньшей мере один из следующих этапов: i) образуют пар в фотогальванических элементах, транспортируют пар и конденсируют этот пар для выделения тепла на границе раздела с окружающей средой, ii.) образуют пар в фотоэлементах, конденсируют его обратно в жидкость и отводят тепло из одной фазы в теплообменнике с окружающей средой, таком

как радиатор, и iii.) отводят тепло от фотогальванических элементов с помощью микроканальных пластин и удаляют тепло в теплообменнике с окружающей средой. Охлаждающая жидкость может оставаться в одной фазе во время охлаждения фотогальванических элементов.

Фотогальванический элемент может быть установлен на холодных пластинах. Тепло может отводиться от холодных пластин посредством трубопроводов охлаждающей жидкости или трубами охлаждающей жидкости к охлаждающему коллектору. Коллектор может содержать множество тороидальных трубок, расположенных по окружности вокруг фотогальванического преобразователя, которые могут быть разнесены вдоль вертикальной оси или оси z фотогальванического преобразователя и содержать трубопроводы охлаждающей жидкости или трубы охлаждающей жидкости, выходящие из него.

Излучатель абсолютно чёрного тела может содержать множество деталей, которые герметично соединяются, образуя реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Множество деталей может составлять нижнюю полусферу 5b41 и верхнюю полусферу 5b42. Другие формы также находятся в пределах объёма настоящего раскрытия изобретения. Две полусферы могут прикрепляться друг к другу на уплотнении 5b71. Уплотнение может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа фланца, по меньшей мере, одной прокладки 5b71 и крепёжных элементов, таких как зажимы и болты. Уплотнение может содержать графитовую прокладку, такую как Perma-Foil (Toyo Tanso), и огнеупорные болты, такие как графитовые или W-болты и гайки, причём металлические болты и гайки, такие как W-болты и гайки, могут дополнительно содержать графитовую или Perma-Foil прокладку, или шайбу для компенсации различных коэффициентов теплового расширения между углеродом и металлом болта и гайки, например, вольфрамом. Нижняя полусфера радиатора 5b41 абсолютно чёрного тела и резервуар 5c могут быть соединены. Соединение может содержать герметичный фланец, резьбовое соединение, сварное соединение, клеевое соединение или другое соединение, такое как одно из описанных в раскрытии изобретения, или известное специалистам в данной области техники. Уплотнение может содержать клеевое или химически связанное уплотнение, образованное герметиком. Показательными графитовыми клеями являются графитовый клей Graphi-Bond 551RN компании Aremco Products, Inc., и порошок Resbond 931 со связующим Resbond 931. Клеевые углеродные секции могут быть термически обработаны для образования химической углеродной связи. Связь может быть такой же или похожей на структуру каждой детали. Связывание может включать графитизацию. В варианте осуществления две детали, такие как верхняя и нижняя полусферы, могут быть,

по меньшей мере, одной из резьбовых и скрученных вместе и склеенных. Соединительные секции могут быть рифлёными для увеличения площади контакта.

В варианте осуществления изобретения нижняя полусфера 5b41 и резервуар 5c могут содержать единую деталь. Резервуар может содержать нижнюю плиту, которая прикрепляется посредством соединения, такого как описанное в раскрытии изобретения, или известное специалистам в данной области техники. Альтернативно, нижняя плита и корпус резервуара могут содержать одну деталь, которая может дополнительно содержать одну деталь с нижней полусферой. Нижняя плита резервуара может присоединяться к опорной плите 5b8 резервуара, которая обеспечивает соединение со стенкой наружного сосуда 5b3a высокого давления для поддержки резервуара 5c. Трубка 5k6 электромагнитного насоса и сопло 5q могут проходить и соединяться с нижней плитой резервуара 5c с помощью соединений, таких как механические фитинги, например, по меньшей мере, один из фитингов типа Swagelok и VCR 5k9 и присоединительное уплотнительное кольцо 5k10 типа Swagelok (фиг. 1 (2I69)). В варианте осуществления, по меньшей мере, один из компонентов из числа верхней полусферы 5b42, нижней полусферы 5b42, резервуара 5c, нижней плиты резервуара 5c и трубки 5k6 электромагнитного насоса, сопла 5q и соединителей 5k9 содержит, по меньшей мере, один из материалов из числа W, Mo и углерода. Компоненты углеродной трубы, такие как компоненты, имеющие изгибы, например, вертикальная трубка из углерода или инжекторная трубка и сопло, могут быть изготовлены с помощью литья. В варианте осуществления изобретения верхняя полусфера 5b42, нижняя полусфера 5b41, резервуар 5c и нижняя плита резервуара 5c содержат углерод. В одном варианте осуществления детали с углеродными ячейками, такие как резервуар и излучатель абсолютно чёрного тела, могут содержать прокладочный материал. Прокладочный материал может предотвращать эрозию подстилающей поверхности, такой как углеродная поверхность. Прокладочный материал может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа листа или сетки огнеупорного материала. Прокладочный материал может содержать W фольгу или сетку, или лист WC. Фольга может быть отожжённой. В варианте осуществления прокладочный материал графитового компонента энергетического элемента, такого как внутренняя часть излучателя абсолютно чёрного тела, резервуара и фитингов типа VCR, может содержать покрытие, такое как пиролитический графит, карбид кремния или другое покрытие, описанное в раскрытии изобретения или известное в данной области техники, которое предотвращает углеродную эрозию. Покрытие может быть стабилизировано при высокой температуре путём нанесения, а также поддержания высокого давления газа на покрытии.

В вариантах осуществления изобретения, включающих в себя покрытия компонентов энергетического элемента, по меньшей мере одно из покрытий и подложку, например, из углерода, может быть выбрано таким образом, чтобы коэффициенты теплового расширения совпадали.

В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один электрод из пары электродов содержит жидкий электрод 8. В варианте осуществления электроды могут содержать жидкость и твёрдый электрод. Жидкий электрод может содержать поток расплавленного металла инжектора электромагнитного насоса. Система зажигания может содержать электромагнитный насос, который впрыскивает расплавленный металл на твёрдый электрод для завершения цепи. Завершение цепи зажигания может вызывать воспламенение вследствие протекания тока от источника 2 электричества. Твёрдый электрод может быть электрически изолирован от расплавленного электрода. Электрическая изоляция может быть обеспечена электроизоляционным покрытием твёрдого электрода при его проходе в резервуар, например, на боковой стенке резервуара 5c. Твёрдый электрод может содержать отрицательный электрод, а жидкий электрод может содержать положительный электрод. Жидкий положительный электрод может исключать возможность плавления положительного электрода вследствие высокой температуры от высокой кинетики на положительном электроде. Твёрдый электрод может содержать обработанный W. Электрод может содержать проводящую керамику, такую как, по меньшей мере, один из карбидов, таких как WC, HfC, ZrC и TaC, борид, такой как ZrB_2, и композиты, такие как ZrC- ZrB_2 и композит ZrC- ZrB_2-SiC, который может работать при температуре до 1800° C. Проводящий керамический электрод может содержать покрытие или оболочку, такие как кожух или кольцевая муфта.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит, по меньшей мере, два инжектора электромагнитного насоса, которые создают, по меньшей мере, два потока расплавленного металла, которые пересекаются, чтобы содержать, по меньшей мере, два жидких электрода. Соответствующие резервуары электромагнитных насосов могут быть вертикальными с соплами, которые отклоняются от вертикали, в результате чего выталкиваемые потоки расплавленного металла пересекаются. Каждый инжектор электромагнитного насоса может подключаться к источнику электроэнергии противоположной полярности, в результате чего ток протекает через потоки металла в точке пересечения. Положительный электрический вывод источника 2 электроэнергии может подключаться к одному инжектору ЭМ насоса, а отрицательный вывод может подключаться к другому инжектору ЭМ насоса. Электрические соединения для зажигания могут содержать шины 5k2a зажигания электромагнитного насоса. Источник 2

электрической энергии может подавать напряжение и ток в процесс зажигания, избегая при этом существенного электрического влияния на источники питания электромагнитного насоса. Источник 2 электрической энергии может содержать, по меньшей мере, один тип питания из числа источника питания с плавающим напряжением и импульсного источника питания. Электрическое соединение может быть в электропроводящем компоненте электромагнитного ЭМ насоса, таком как, по меньшей мере, один из компонентов из числа трубки 5k6 ЭМ насоса, блоков 5k7 теплопередачи и шин 5k2 ЭМ насоса. Каждый из блоков 5k7 теплопередачи может быть термически связан с трубками 5k6 насоса проводящей пастой, такой как металлический порошок, например, порошок W или Mo. Энергия зажигания может подключаться к каждому набору блоков 5k7 теплопередачи таким образом, что между источником 2 электроэнергии и каждым набором блоков 5k7 теплопередачи устанавливается хорошее электрическое соединение противоположной полярности. Блоки теплопередачи могут распределять тепло от энергии зажигания вдоль блоков теплопередачи. Сопла могут быть погружены в жидкий металл для предотвращения образования электрической дуги и повреждения от нагрева. Система контроля уровня, содержащая датчик уровня расплавленного металла в резервуаре и контроллер электромагнитного ЭМ насоса, такой как контроллер тока ЭМ насоса, может поддерживать уровни расплавленного металла в резервуаре в пределах разумного допуска, в результате чего впрыскивание из погружных сопел, по меньшей мере, является впрыскиванием незначительно изменяющимся от уровня погружения, а система контроля уровня управляет процессом накачивания электромагнитного насоса для регулировки уровня погружения. Электромагнитный насос может откачивать металл из погружного сопла 5q таким образом, что вытолкнутый расплавленный металл может образовывать поток, который перемещается против силы тяжести. Поток может быть направлен на пересечение противоположного потока в варианте осуществления изобретения SunCell®, содержащем двойные инжекторы расплавленного металла. SunCell® может содержать по меньшей мере один дефлектор потока расплавленного металла. По меньшей мере, один поток, такой как поток погруженного электрода, может быть направлен на дефлектор потока. Дефлектор потока может перенаправить поток, чтобы он пересекал противоположный поток варианта осуществления инжектора с двумя расплавленными металлами. Дефлектор может содержать огнеупорный материал, такой как углерод, вольфрам или другой материал, описанный в раскрытии изобретения. Дефлектор может содержать удлинение реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, такое как удлинение или выступ нижней полусферы излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела. Дефлектор может содержать электрический изолятор. Изолятор может электрически

изолировать дефлектор.

В варианте осуществления изобретения двойного инжектора с двумя расплавленными металлами для электромагнитного ЭМ насоса, например, содержащего, по меньшей мере, одно погружное сопло (фиг. 1 (2I139-2I147)), по меньшей мере, один резервуар и соответствующая секция сопла трубки 5k61 ЭМ насоса могут быть наклонены таким образом, что поток расплавленного вещества направляется в большей степени к центру, чем в том случае, когда он не является наклонным. Наклонный резервуар может содержать наклонную опорную плиту сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Поддерживающая плита 5b8 резервуара может содержать соответствующий согласующийся наклон, чтобы поддерживать наклонную опорную плиту сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Альтернативно, по меньшей мере, один из компонентов из числа резервуара 5c, сборочного узла 5kk ЭМ насоса и ЭМ насоса 5ka, содержащего магниты 5k4 и магнитное охлаждение 5k1, может быть отклонён от центра у основания насоса ЭМ насоса 5ka, чтобы вызывать наклон внутрь в верхней части резервуара 5c. Поддерживающая плита 5b8 резервуара может содержать соответствующий наклон для поддержки наклонного резервуара и сборочного узла 5ka электромагнитного насоса. Верхняя часть трубки 5c резервуара может быть разрезана под углом, чтобы соответствовать полу плоского соединения с нижней полусферой излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела. Альтернативно, нижняя полусфера излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела может содержать соответствующую наклонную соединительную муфту, например, такую, которая содержит наклонное кольцо и соединитель, такой как соединитель с накидной гайкой, который проходит от нижней полусферы 5b41 для обеспечения градиента тепла от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела к резервуару 5c. В показательном варианте осуществления изобретения соединения 5k14 с накидной гайкой резервуар 5c содержит нитрид бора, соединитель с накидной гайкой нижней полусферы 5b41 содержит углерод, гайка содержит углерод, а прокладка 5k14a содержит углерод, в котором коэффициент теплового расширения графита и BN выбираются для достижения уплотнения, которое можно подвергать воздействию термического цикла. В одном варианте осуществления углеродная и BN-части имеют совпадающие коэффициенты теплового расширения, или коэффициент теплового расширения BN немного больше, чем у углеродных частей, чтобы также составлять компрессионное соединение. Прокладка может сжиматься, чтобы предотвращать превышение тепловым расширением предела прочности углеродных деталей. Сжатие может быть обратимым, чтобы обеспечивать термоциклирование.

Высота и положение впускной вертикальной трубки могут быть выбраны таким

образом, чтобы поддерживать погружение сопла во время работы SunCell®. Впускная вертикальная трубка может содержать трубку с открытым концом, при этом поток в трубку направляется до тех пор, пока уровень расплавленного металла не станет примерно таким же, как высота отверстия трубки. Отверстие на конце трубки может быть вырезано с соответствующим уклоном к уровню расплавленного металла. Размер отверстия трубки может быть выбран для дросселирования или демпфирования скорости внутреннего потока, чтобы поддерживать стабильность контроля уровня между двумя резервуарами двойной инжекторной системы расплавленного металла. Отверстие трубки может содержать пористое покрытие, такое как сетка, для достижения дросселирования потока. Расход потока электромагнитного насоса может регулироваться с помощью дросселя контроль уровня, чтобы сохранять относительную стабильность уровня. Расход электромагнитного насоса можно регулировать посредством регулирования тока электромагнитного насоса, при котором, по меньшей мере, один из параметров из числа дросселирования отверстия трубки и динамического диапазона регулировки тока является достаточным для достижения относительной стабильности управления уровнем и выравнивания потоков для варианта осуществления изобретения, содержащего один поток, немного наклонный по отношению к другому.

Впускная вертикальная трубка может содержать огнеупорный электрический изолятор, такой как трубка BN, которая может быть вставлена в держатель или проходить сквозь держатель, прикреплённый к основанию сборочного узла электромагнитного насоса. В показательном варианте осуществления изобретения держатель содержит более короткую металлическую трубку, такую как Mo или нержавеющая сталь (SS), прикреплённую к основанию сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Впускная вертикальная трубка, такая как трубка BN с верхним пазом, может удерживаться на месте внутри держателя с помощью натяжного устройства, такого как установочные винты, или с помощью компрессионного фитинга. Впускная вертикальная трубка может быть соединена с держателем с помощью соединителя, который надевается на концы как впускной вертикальной трубки, так и держателя. В варианте осуществления впускная вертикальная трубка может содержать углерод. Соединение углеродной впускной вертикальной трубки со сборочным узлом 5kk электромагнитного насоса может содержать, по меньшей мере, одно из соединений из числа резьбы и компрессионного фитинга на держателе, таком как держатель трубки, который может быть прикреплён к основанию сборочного узла электромагнитного насоса с помощью крепежа, такого как, по меньшей мере, один из типов резьбы и сварных соединений. Держатель, такой как держатель трубки, может содержать материал, который не вступает в реакцию с

держателем впускной вертикальной трубки. Показательный держатель для закрепления углеродной впускной вертикальной трубки содержит трубку, которая является устойчивой к реакции с карбидом, такую как никелевая или рениевая трубка, или трубка из нержавеющей стали (SS), которая устойчива к карбонизации, например, трубка, содержащая SS 625 или Haynes 230. Впускная вертикальная трубка, такая как углеродная трубка, может покрываться расплавленным металлом во время работы, при этом расплавленный металл может защищать трубку от эрозии под воздействием реакционной плазмы.

В одном варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из компонентов из числа впускной вертикальной трубки 5qa, секции сопла трубки 5k61 электромагнитного насоса и сопла 5q могут содержать огнеупорный материал, устойчивый к окислению, такой как тугоплавкий благородный металл, например, Pt, Re, Ru Rh или Ir или тугоплавкий оксид, такой как MgO (т. пл. 2825 ° C), ZrO_2 (т. пл. 2715° C), оксид магния с диоксидом циркония, устойчивый к H_2O, цирконат стронция ($SrZrO_3$, т. пл. 2700° C), HfO_2 (т. пл. 2758° C), диоксид тория (т. пл. 3300° C) или другой материал, описанный в раскрытии изобретения. Керамические части инжектора насоса, такие как впускная вертикальная трубка 5qa, секция сопла трубки 5k61 электромагнитного насоса и сопло 5q, могут быть прикреплены к металлическому входу или выходу электромагнитного насоса рядом со сборочным узлом 5kk электромагнитного насоса или на нём. Крепление может содержать одно из средств, описанных в раскрытии изобретения. Крепление может содержать, по меньшей мере, одну деталь из числа резьбовых или металлизированных и резьбовых керамических деталей, резьбовых компонентов насоса и металлизированных керамических деталей, припаянных к металлическому входу или выходу электромагнитного насоса вблизи или в сборочном узле 5kk электромагнитного насоса. Металлизация может содержать металл, который не окисляется, такой как никель или тугоплавкий металл. Крепление может содержать конусный раструб. Керамическая часть может содержать раструб, который может быть коническим или плоским. Охватывающая часть крепёжного элемента может прикрепляться к основанию сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Охватывающая часть раструба может содержать металлическую резьбовую кольцевую муфту и участок трубки с наружной резьбой для сопряжения с кольцевой муфтой с внутренней резьбой, которая притягивает раструб керамической части к участку трубки с наружной резьбой, когда согласующиеся резьбовые соединения затягиваются. Крепление может дополнительно содержать прокладку, такую как прокладка Graphoil или Perma-Foil (Toyo Tanso). Металлические детали, такие как детали сборочного узла 5kk

электромагнитного насоса, могут содержать материал, такой как никель, который не вступает в реакцию с прокладкой. Любые пустоты, образованные сопряжёнными резьбовыми частями, могут быть заполнены инертным материалом для предотвращения проникновения расплавленного металла, такого как расплавленное серебро, и служат в качестве средства для сброса давления от теплового расширения и сжатия. Уплотнительный материал может содержать материал прокладки, такой как один из материалов раскрытия изобретения, такой как Graphoil или Perma-Foil (Toyo Tanso). В показательном варианте осуществления крепление керамической трубки к основанию сборочного узла 5kk электромагнитного насоса может содержать, по меньшей мере, один из вариантов крепления из числа: (i) резьбы на керамической части и на сборочном узле 5kk электромагнитного насоса, (ii) металлизацию керамической части и нарезание резьбы или пайку металл к металлу входного или выходного отверстия электромагнитного насоса вблизи или на сборочном узле электромагнитного насоса (оксид алюминия является обычным материалом для металлизации и пайки), и (iii) раструб, содержащий керамические трубки, каждая из которых имеет конический или плоский расширяющийся конец, и резьбовая металлическая набрасываемая охватывающая кольцевая муфта для крепления к резьбовой кольцевой муфте, приваренной к опорной плите сборочного узла электромагнитного насоса; раструб может дополнительно содержать прокладку из фольги Graphoil или Perma-Foil (Toyo Tanso), а сборочный узел электромагнитного насоса может содержать никелевые металлические детали для предотвращения реакции с углеродом, а также водой. Материалы, такие как материалы охватывающих деталей крепления, могут быть выбраны в соответствии с термическим коэффициентом расширения охватывающих деталей.

В варианте осуществления изобретения, чтобы избежать коррозии компонентов, (i) реакционная камера 5b31 энергетического элемента, такая как углеродная, может быть обработана, по меньшей мере, одним из следующих способов: покрыта защитным слоем расплавленного металла, такого как серебро, может содержать пиролитический графит или поверхностное покрытие из пиролитического графита, иметь отрицательное смещение, при этом отрицательное смещение может быть обеспечено с помощью, по меньшей мере, одного из напряжений зажигания, например, соединение с отрицательно заряженным инжектором и резервуаром, (ii) внутренняя поверхность трубки электромагнитного насоса может содержать не вступающий в реакцию с водой материал, такой как никель и (iii) резервуар, впускная вертикальная трубка и инжекторы могут содержать керамику, такую как MgO, или другую огнеупорную и стабильную керамику, известную специалистам в данной области техники. В варианте осуществления

отрицательное смещение, приложенное к углеродной нижней полусфере 5b41, защищает углерод от реакции восстановления углерода с оксидным резервуаром, таким как резервуар из MgO или ZrO_2. Смещение может быть приложено к углеродной части, а не к контактирующей оксидной части. Альтернативно, соединение между оксидом и углеродом может содержать гидравлический затвор или прокладку для ограничения контакта между оксидом и углеродом. В варианте осуществления температура и давление регулируются таким образом, что углерод не может термодинамически восстанавливать оксид, такой как MgO. Типичные условия давления (P) и температуры (T) имеют место, когда T/P0,0449<1200. Углерод может содержать пиролитический углерод для снижения реакционной способности восстановления углерода. Атмосфера может содержать CO_2 для снижения свободной энергии восстановления углерода. Углерод может быть покрыт защитным покрытием, таким как серебро, от испарения расплавленного серебра или покрытием Graphite Cova (http://www.graphitecova.com/files/coating_4.pdf). Покрытие Cova может содержать последующее множество слоёв алюминий плюс соединения/алюминий плюс сплавы/ чистый алюминий/металл/графит. В одном варианте осуществления изобретения графит покрывается защитным покрытием, чтобы избежать реакции с водородом. Показательное покрытие содержит металлические и неметаллические слои, состоящие из ZrC; Сплав Nb, Mo и/или сплав Nb-Mo; и/или Mo_2C.

В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из компонентов из числа резервуаров 5c, нижней полусферы 5b41 и верхней полусферы 5b42 содержит керамику, такую как оксид, например, оксид металла, такой как ZrO_2, HfO_2, Al_2O_3, или MgO. По меньшей мере, две части из группы нижней полусферы 5b41, верхней полусферы 5b42 и резервуаров 5c могут быть склеены вместе. В варианте осуществления, по меньшей мере, две части из группы нижней полусферы 5b41, верхней полусферы 5b42 и резервуаров 5c могут быть отформованы как один компонент. В одном варианте осуществления резервуар может быть соединён, по меньшей мере, с одним компонентом из числа нижней полусферы и сборочного узла 5kk электромагнитного насоса посредством, по меньшей мере, одного из соединений из числа соединения с накидной гайкой, соединения с гидравлическим затвором, соединения с прокладкой, и другого соединения согласно раскрытию изобретения. Соединение с накидной гайкой может содержать углеродную прокладку. По меньшей мере один компонентов из числа гайки, сборочного узла 5kk электромагнитного насоса и нижней полусферы может содержать материал, который устойчив к карбонизации и образованию карбидов, такой как никель, углерод и нержавеющая сталь (SS), которая устойчива к карбонизации, например, SS 625 или Haynes 230 SS. В одном варианте осуществления реакция восстановления углерода

между углеродной нижней полусферой и оксидным резервуаром, таким как резервуар MgO, в месте их соединения предотвращается, по меньшей мере, одним средством, таким как соединение, содержащее гидравлический затвор, которое охлаждается ниже температуры реакции восстановления углерода, и соединение с накидной гайкой, которое поддерживается ниже температуры реакции восстановления углерода благодаря подходящей длине кольцевых муфт углеродной нижней полусферы, которая соединяется с оксидным резервуаром. В одном варианте осуществления реакция восстановления углерода предотвращается путём поддержания соединения, содержащего оксид, в контакте с углеродом при нереакционноспособной температуре, которая ниже температуры реакции восстановления углерода. В одном варианте осуществления температура реакции восстановления углерода в оксиде MgO находится выше диапазона от около 2000° C до 2300° C. Преобразование энергии может быть достигнуто с помощью такой системы, как магнитогидродинамическая система, которая способна к эффективному преобразованию с соединением при нереакционноспособной температуре. В варианте осуществления нижняя полусфера 5b41, верхняя полусфера 5b42 и резервуары 5c содержат керамику, такую как оксид металла, например, диоксид циркония, где детали соединяются вместе по меньшей мере одним из способов из числа формования и склеивания, а соединение в сборочном узле электромагнитного насоса содержит гидравлический затвор. В одном варианте осуществления изобретения нижняя полусфера 5b41 и резервуары 5c содержат диоксид циркония, в котором детали соединяются вместе по меньшей мере одним из способов из числа формования и склеивания, а соединение в сборочном узле электромагнитного насоса содержит гидравлический затвор. В одном варианте осуществления излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела содержит ZrO_2, стабилизированный с помощью MgO, TiO_2 или иттрия. Фотогальванический купол может быть уменьшен по радиусу относительно радиуса преобразователя SunCell®, имеющего углеродный излучатель абсолютно чёрного тела с той же самой плотностью мощности падающего излучения благодаря более низкой излучательной способности ZrO_2, равной примерно 0,2. Более концентрическая геометрия фотогальванического преобразователя может обеспечивать более благоприятное нормальное падение излучения абсолютно чёрного тела на фотогальванические элементы.

В варианте осуществления изобретения, содержащем нижнюю полусферу 5b41, включающую в себя электрический изолятор, резервуары 5c могут содержать проводник, такой как металл, например, тугоплавкий металл, углерод, нержавеющую сталь или другой проводящий материал, согласно раскрытию изобретения. Нижняя полусфера 5b41, содержащая электрический изолятор, может содержать оксид металла, такой как ZrO_2,

HfO_2, Al_2O_3, или MgO, или углерод, покрытый изолятором, таким как муллит, или другое электроизоляционное покрытие согласно раскрытию изобретения.

В варианте осуществления изобретения излучательная способность излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела является низкой для света выше ширины запрещённой зоны фотогальванического элемента и высокой для излучения ниже ширины запрещённой зоны фотогальванического элемента. Свет под шириной запрещённой зоны PV может быть переработан посредством отражения от фотогальванических элементов, может быть поглощён излучателем абсолютно чёрного тела 5b4, и может повторно излучаться как излучение абсолютно чёрного тела при рабочей температуре излучателя абсолютно чёрного тела, такой как температура в диапазоне от около 2500° K до 3000° K. В варианте осуществления отражённое излучение, которое находится ниже ширины запрещённой зоны, может быть прозрачным для излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, в результате чего оно поглощается газами и плазмой реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Поглощённая отражённая энергия может нагревать излучатель абсолютно чёрного тела, чтобы способствовать поддержанию его температуры и, таким образом, достигать рециркуляции отражённого света ниже ширины запрещённой зоны. В варианте осуществления, содержащем излучатель абсолютно чёрного тела, имеющий низкую излучательную способность и высокую пропускную способность для света с шириной запрещённой зоны, излучатель абсолютно чёрного тела, такой как керамический, например, из диоксида циркония, содержит добавку, такую как покрытие или внутренний слой, для поглощения отражённого света ниже запрещённой зоны и повторного его использования в фотоэлементах PC. Покрытие или внутренний слой может иметь высокую излучательную способность, в результате чего он поглощает свет, отражённый от фотогальванических элементов. Добавка может содержать углерод, карбид, борид, оксид, нитрид или другой тугоплавкий материал согласно раскрытию изобретения. Примерами добавок являются графит, композиты ZrB_2, карбид циркония и ZrC, такие как ZrC- ZrB_2 и ZrC- ZrB_2-SiC. Добавка может содержать слой порошка. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать слоистую структуру, такую как огнеупорный слой внутренней поверхности, такой как керамика/огнеупорное соединение со средней излучательной способностью/ огнеупорный слой внешней поверхности, такой как керамика. Огнеупорная поверхность, такая как керамика, может быть непроницаемой для воды и газообразного кислорода. Примером слоистой структуры является внутренняя поверхность ZrO_2/средний слой ZrC/внешняя поверхность ZrO_2. Ламинированная структура может быть изготовлена посредством отливки внутреннего слоя в форму, опрыскивания отлитого слоя соединением среднего слоя и затем отливки внешнего слоя в

форму.

Поскольку при нанесении оптических покрытий используется диоксид циркония, и он представляет собой материал с высоким индексом, пригодным для использования от ближней области ультрафиолетового до средней области инфракрасного диапазона, благодаря его низкому поглощению в этой области спектра, излучатель абсолютно чёрного тела содержит диоксид циркония, в котором область света ниже запрещённой зоны проходит через излучатель абсолютно чёрного тела, поглощается внутри реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и повторно используется в фотогальваническом преобразователе 26a. В варианте осуществления свет ближнего ультрафиолетового и среднего инфракрасного спектра излучения является прозрачным для излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, такого как излучатель абсолютно чёрного тела с диоксидом циркония. Излучение абсолютно чёрного тела плазмы из реакционной камеры энергетического элемента может передаваться непосредственно в фотогальванические элементы, а также поглощаться для нагревания излучателя абсолютно чёрного тела до рабочей температуры абсолютно чёрного тела.

В одном варианте осуществления изобретения фотогальванический преобразователь содержит окно, чтобы покрывать фотогальванические элементы и защищать их от испаряемого от излучателя абсолютно чёрного тела материала, такого как испарённый оксид металла, например, MgO или ZrO_2. Окно может содержать стеклоочиститель, такой как механический стеклоочиститель, который может автоматически очищать окно. В варианте осуществления окно для PV элементов содержит материал и конструкцию для формирования прозрачного покрытия из конденсированного испарённого оксида металла из излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. В показательном варианте осуществления излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела содержит материал, такой как диоксид циркония, который является прозрачным для излучения в диапазоне длин волн от около ближней области ультрафиолетового до средней области инфракрасного диапазона, в результате чего осаждение диоксида циркония на окне для PV элементов не оказывает значительного влияния на непрозрачность окна для излучения абсолютно чёрного тела от излучателя абсолютно чёрного тела.

В варианте осуществления изобретения высокое давление газа, такого как инертный газ, например, благородный газ, такой как аргон, поддерживается на излучателе абсолютно чёрного тела для подавления испарения. Давление газа может составлять, по меньшей мере, один диапазон от около 1 до 500 атм, 2 - 200 атм и 2 - 10 атм. Давление газа может поддерживаться во внешнем сосуде 5b3a высокого давления. Давление во внешнем сосуде 5b3a высокого давления может быть уменьшено во время запуска, чтобы

уменьшить мощность, потребляемую индуктивно-связанным нагревателем, причём давление может быть восстановлено после того, как элемент вырабатывает мощность, превышающую требуемую мощность для поддержания желаемой рабочей температуры. Излучатель абсолютно чёрного тела, такой как металлооксидный, может покрываться защитным покрытием для подавления испарения. Покрытие может содержать одно из покрытий согласно раскрытию изобретения. Типичным металлооксидным покрытием является ThO_2 (т. пл. = 3390°C). Оксид тория, а также оксид иттрия и оксид циркония могут, кроме того, служить в качестве газовой оболочки на излучателе 5b4 абсолютно чёрного тела для получения более высокой эффективности фотогальванического PV преобразования. В варианте осуществления металлооксидный керамический компонент, такой как излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, поддерживается в окислительной атмосфере, такой как атмосфера содержащая, по меньшей мере, один из компонентов из числа H_2O и O_2, которая увеличивает стабильность оксида металла. В варианте осуществления SunCell® содержит источник нагретого оксида металла, который, по меньшей мере, является одним из источников, который служит источником для осаждения, по меньшей мере, одним компонентом, теряющим оксид металла в результате испарения, и служит источником испарённого оксида металла для подавления испарения из по меньшей мере одного компонента из оксида металла энергетического элемента.

В одном варианте осуществления изобретения внутренние стенки реакционной камеры 5b31 энергетического элемента содержат огнеупорный материал, который не реагирует с водой. Тугоплавкий материал может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа рения, иридия, керамики, такой как оксид металла, например, оксид циркония, борид, такой как диборид циркония, и карбид, такой как карбид тантала, карбид гафния, карбид циркония и карбид тантала гафния. Стенки углеродной реакционной камеры 5b31 энергетического элемента могут содержать рений, поскольку он устойчив к образованию карбидов. Рениевое покрытие может быть нанесено на углеродные стенки путём химического осаждения из паровой фазы. Способ может включать в себя способ рениевого покрытия согласно публикации Yonggang Tong, Shuxin Bai, Hong Zhang, Yicong Ye, “Rhenium coating prepared on carbon substrate by chemical vapor deposition” («Рениевое покрытие, подготовленное на углеродной подложке путём химического осаждения из паровой фазы»), Applied Surface Science, том 261, 15 ноября 2012 г., стр. 390-395, которая включена сюда во всей своей полноте посредством ссылки. Иридиевое покрытие на стенках углеродной реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может быть нанесено на прослойку рения для увеличения прочности адгезии и уменьшения некоторого несоответствия теплового расширения. Рениевое покрытие может быть

нанесено на углеродные стенки посредством химического осаждения из паровой фазы, а иридиевое покрытие может быть нанесено электрохимически. Способы могут включать в себя способы согласно публикации Li'an Zhu, Shuxin Bai, Hong Zhang, Yicong Ye , Wei Gao, “Rhenium used as an interlayer between carbon–carbon composites and iridium coating: Adhesion and wettability” («Рений, используемый в качестве промежуточного слоя между углерод-углеродными композитами и иридиевым покрытием: адгезия и смачиваемость»), Surface & Coatings Technology (Поверхность и технологии покрытия), том 235, (2013), стр. 68–74, которая включена сюда во всей своей полноте посредством ссылки. В одном варианте осуществления изобретения излучатель абсолютно чёрного тела содержит керамику, которая устойчива к реакции с водой и которая покрывается материалом, являющимся нелетучим при рабочей температуре, таким как ZrC, W, углерод, HfC, TaC, карбид тантала гафния или другой подходящий огнеупорный материал согласно раскрытию изобретения. Внутренние стенки реакционной камеры 5b31 энергетического элемента могут содержать материал, который не реагирует с водой. Показательные варианты осуществления включают ZrO_2, покрытый графитом или ZrC.

В одном варианте осуществления изобретения углеродные стенки реакционной камеры 5b31 энергетического элемента покрываются защитным покрытием, которое предотвращает реакцию углерода с источником кислорода или катализатором, таким как, по меньшей мере, один из компонентов из числа Li_2O, воды и HOH. Покрытие может содержать фтор. Внутренняя поверхность углеродной реакционной камеры энергетического элемента может быть покрыта фтором, окончательно связанным с углеродом. В одном варианте осуществления реакционная камера энергетического элемента содержит источник фтора, такого как фторид расплавленного металла, например, фторид серебра, или фторид металла компонента энергетического элемента, контактирующего с расплавленным металлом, таким как фторид никеля, фторид рения, фторид молибдена или фторид вольфрама для поддержания углерода с концевыми группами из фтора, который защищает от окисления, такого как от источника кислорода или воды.

В варианте осуществления изобретения реакционная камера 5b31 энергетического элемента содержит частицы или источник частиц, которые интеркалируют в углерод. Частицы могут включать в себя, по меньшей мере, один из металлов из числа щелочных металлов, такого как литий, металлов, которые реагируют с водой, таких как щелочной или щелочноземельный металл, и металлов, которые не реагирует с водой, таких как никель, медь, серебро или рений. Металлический литий может заменяться Li_2O или LiOH, образующимися при взаимодействии интеркалированного лития с водой.

В одном варианте осуществления изобретения источник кислорода для образования НОН-катализатора может содержать оксид. Оксид может быть нерастворимым в расплавленном металле, таком как серебро. Оксид может содержать оксид лития. Стенки реакционной камеры энергетического элемента могут быть покрыты расплавленным металлом, таким как серебро. Источник кислорода может реагировать с водородом с образованием катализатора НОН. Серебряное покрытие может защищать стенки реакционной камеры энергетического элемента, например, содержащие углерод, от контакта с источником кислорода. Серебряное покрытие может защищать углеродную стенку от взаимодействия с источником кислорода. Углеродные стенки могут содержать интеркалированный литий. Литий может вступать в реакцию с углеродом для его восстановления. Углерод может быть восстановлен путём приложения отрицательного потенциала к углероду. Углерод может иметь состав углеродного анода литий-ионной батареи. Такой состав анода может защищать углерод от окисления, по меньшей мере, одним из источников кислорода и НОН. Восстановительный потенциал может быть приложен относительно, по меньшей мере, одного из расплавленного металла, такого как серебро, по меньшей мере, одного резервуара 5c и, по меньшей мере, одного электрода из расплавленного металла, такого как положительный электрод. Реакция восстановления углерода стенок графита источником кислорода, таким как оксид лития, может быть затруднена по меньшей мере одним из компонентов из числа серебряного покрытия, интеркалированных ионов металлов, таких как ионы лития, и приложенным напряжением. Как известно специалистам в данной области техники, литированный углерод может быть образован электрохимическим способом. Литирование может быть образовано путём использования углерода в качестве анода электрохимического элемента, имеющего литиевый противоэлектрод, при этом литирование образуется путём зарядки элемента. В варианте осуществления расплавленный металл, такой как серебро, содержит интеркалянт, такой как литий. Интеркалянт может интеркалировать в углерод путем приложения отрицательного потенциала к реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Реакционная камера энергетического элемента может содержать электрохимический элемент для образования интеркалированного литием углерода. Углеродный купол может быть электрически присоединён к системе впрыска отрицательно заряженного расплавленного металла. Углеродный купол может быть соединён с отрицательно заряженным резервуаром. Отрицательно заряженный резервуар может содержать углерод. Углеродный купол может быть соединён с углеродным резервуаром с помощью соединения, такого как накидная гайка. Углеродный купол и отрицательно заряженный резервуар могут составлять единый блок. Углеродный

резервуар может быть соединён с основанием сборочного узла 5kk электромагнитного насоса с помощью гидравлического затвора или другого соединения по настоящему раскрытию изобретения или известного в данной области техники. Положительный инжектор расплавленного металла может служить противоэлектродом электрохимического элемента, который, по меньшей мере, образует одну из форм и поддерживает интеркалированный частицами углерод, такой как интеркалированный литием углерод.

В варианте осуществления изобретения излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать поверхностное покрытие, чтобы вызывать избирательное излучение высокоэнергетического света в большей пропорции, чем излучение абсолютно чёрного тела. Покрытие может обеспечивать работу излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела при более низкой температуре, например, в диапазоне от около 2500°K до 3000°K, при этом достигается эффективность фотогальванического PV преобразования, соответствующая более высокой температуре абсолютно чёрного тела. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, такой как металлооксидный излучатель абсолютно чёрного тела, например, ZrO_2 или HfO_2, может работать в подходящем диапазоне рабочих температур, чтобы избежать испарения при достижении желаемой эффективности фотогальванического PV преобразования благодаря покрытию. Покрытие может содержать термофотовольтаический фильтр согласно раскрытию изобретения или известный в данной области техники. Покрытие может содержать избирательный линейный излучатель, например, может быть каминным покрытием. Показательные каминные покрытия на излучателе 5b4 абсолютно чёрного тела для получения более высокой эффективности фотогальванического PV преобразования представляют собой оксид тория и оксид иттрия.

В одном варианте осуществления изобретения свет может распространяться непосредственно из плазмы гидрино в фотоэлементы фотогальванического преобразователя 26a. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может оставаться при более низкой температуре абсолютно чёрного тела при заданном оптическом потоке энергии к фотогальваническим элементам благодаря прозрачности реакционной камеры 5b31 энергетического элемента (фиг. 1 (2I146-2I147)). Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать прозрачный материал, такой как прозрачный огнеупорный материал, например, керамику. Керамика может содержать оксид металла. Оксид металла может быть поликристаллическим. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать по меньшей мере один из компонентов из числа оптически прозрачного оксида алюминия (сапфира) Al_2O_3, диоксида циркония

(циркония) ZrO_2, диоксида гафния (HfO_2), диоксида тория ThO_2 и их смеси. Плазма гидрино, поддерживаемая внутри реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, может излучать свет, такой как излучение чёрного тела и линейное излучение, которое является прозрачным для реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Прозрачность может существовать для, по меньшей мере, длин волн, имеющих энергии, превышающие ширину запрещённой зоны фотоэлементов фотогальванического преобразователя 26a. Фотогальванические элементы могут отражать непреобразованный свет, который имеет энергии, по меньшей мере, превышающие запрещённую зону, и находящиеся ниже. Свет может отражаться, по меньшей мере, от одного из компонентов из числа зеркала, другого фотогальванического элемента и излучателя абсолютно чёрного тела, которые могут содержать плазму внутри реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Плазма может сильно поглощать отражённое излучение из-за рассеяния, ионизации и характеристик абсолютно чёрного тела плазмы. Отражённый свет может снова возвращаться обратно в фотогальванические элементы для дальнейшего преобразования в электричество. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать секции с зеркалами, чтобы, по меньшей мере, одна из них отражала свет на фотогальванические элементы и повторно использовала свет. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать непрозрачные секции. Непрозрачные секции могут обладать по меньшей мере одной характеристикой: могут быть непрозрачными или цветными. Серебряное зеркало может формироваться в желаемом месте, чтобы сохранять непрозрачность. Зеркало может образоваться из расплавленного серебра посредством конденсации. По меньшей мере, один из компонентов из числа резервуаров 5c и нижней части нижней полусферы 5b41 может быть непрозрачным. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может быть способна работать при температуре выше температуры кипения расплавленного металла, такого как серебро, чтобы избежать конденсации металла на прозрачных секциях. Купол 5b4 может быть способен работать при температуре выше точки кипения серебра 2162° C, в результате чего он остаётся прозрачным для излучения абсолютно чёрного тела плазмы для облучения фотогальванических элементов. Примерами прозрачной керамики, способной работать при температуре выше точки кипения серебра (т. кипения = 2162° C), являются диоксид циркония (кубический диоксид циркония) ZrO_2, диоксид гафния (HfO_2), диоксид тория ThO_2 и их смеси. В варианте осуществления прозрачный купол 5b4, такой как сапфировый купол, может работать ниже точки кипения расплавленного металла, где плазма перегревает расплавленный металл, чтобы предотвращать его конденсацию на секциях прозрачного купола. Части энергетического элемента, такие как нижняя полусфера 5b41,

верхняя полусфера 5b42 и резервуары 5c, могут состоять из одной части или могут содержать множество соединяемых частей. Соединение может быть осуществлено согласно раскрытию изобретения, например, склеивание частей вместе с использованием керамического клея. В варианте осуществления изобретения прозрачный купол 5b4 может содержать множество прозрачных куполов, каждый из которых имеет меньший диаметр. Множество куполов может состоять из одной детали или склеенного составного купола.

В одном варианте осуществления изобретения температура плазмы внутри прозрачной реакционной камеры 5b31 энергетического элемента поддерживается на уровне, оптимальном для электрического преобразования с помощью фотогальванических элементов, таких как коммерческие фотогальванические элементы, например, по меньшей мере, один из фотоэлементов на основе Si и полупроводников III-V, таких как как те из раскрытия изобретения, в которых элементы могут содержать элементы концентратора. Температура абсолютно чёрного тела может поддерживаться на уровне около температуры Солнца, например, около 5600K.

В варианте осуществления изобретения излучатель 5b4, такой как прозрачный купол, который может передавать большую часть плазменного излучения, содержит систему охлаждения для охлаждения купола, чтобы избежать превышения его максимальной рабочей температуры. Система охлаждения может содержать газ, поддерживаемый в корпусе 5b3 для отвода тепла, по меньшей мере, с помощью одного из средств из числа теплопроводности, конвекции и принудительной конвекции. Система охлаждения может содержать систему принудительного газового охлаждения с газовым охладителем. Альтернативно, система охлаждения может содержать, по меньшей мере, один трубопровод охлаждающей жидкости, сетчатую поверхность трубопроводов охлаждающей жидкости на поверхности купола, которая может быть прозрачной, охлаждающую жидкость, которая может быть почти прозрачной, насос охлаждающей жидкости и охладитель. Прозрачная охлаждающая жидкость может содержать расплавленную соль, такую как щелочная или щелочноземельная расплавленная соль, например, галогенидная соль. В варианте осуществления основание купола может охлаждаться, чтобы предотвращать блокирование света. В варианте осуществления купол может быть покрыт огнеупорными проводящими полосами, чтобы заставить тепло протекать к периметру для дальнейшего удаления системой охлаждения. В варианте осуществления части купола могут быть покрыты огнеупорным материалом с высокой излучательной способностью, таким как один из описанных в раскрытии изобретения, для увеличения излучательных потерь тепла от купола для его охлаждения. В варианте осуществления, содержащем множество куполов элементов, которые могут содержать

единственную деталь или склеенный составной купол, система охлаждения может содержать трубопроводы охлаждающей жидкости, которые проходят вдоль швов между куполами энергетического элемента.

В одном варианте осуществления изобретения плазма реакции гидрино поддерживается в центре реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, содержащей прозрачную сферу, для достижения теплового градиента от центра реакционной камеры 5b31 энергетического элемента к прозрачному куполу 5b4. Скорость реакции гидрино может пространственно контролироваться для локализации в центре сферы посредством управления впрыском реагентов гидрино и управления условиями реакции, такими как поддержание проводящей матрицы расплавленного металла в центре, а также управление параметрами зажигания, такими как как напряжение и ток. В другом варианте осуществления буферный слой неплазменного газа может быть впрыснут вдоль внутренней стенки купола 5b4 для предотвращения прямого контакта гидрино-плазмы со стенкой. Альтернативно, SunCell® может содержать источник зарядки, такой как источник электропитания, и электроды, чтобы заставить стенку и плазму заряжаться одинаково, для того чтобы вызвать электрическое отталкивание между плазмой и стенкой для предотвращения прямого контакта плазмы со стенкой. В варианте осуществления изобретения SunCell® может содержать источник магнитного поля для магнитного удержания плазмы. Плазма может удерживаться около центра купола магнитными полями. Купол может содержать магнитную бутылку с плазмой, удерживаемой в центре, чтобы прозрачные стенки не перегревались.

В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, одна из трубок из числа впускной вертикальной трубки 5qa и трубки 5k61 инжектора может содержать углерод или керамику. Керамика может содержать керамическое соединение, которое не вступает в реакцию с H_2O, такое как оксид, например, по меньшей мере, одно из соединений из числа ZrO_2, HfO_2, ThO_2, MgO, Al_2O_3, и других соединений в соответствии с настоящим изобретением, а также известных специалистам в данной области техники. Керамика может содержать карбид, который по меньшей мере выполняет одну из следующих функций: образует защитное оксидное покрытие и проявляет устойчивость к реакции с водой, например, ZrC. Трубка может содержать резьбу на конце основания и может ввинчиваться в основание сборочного узла 5kk электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из компонентов из числа впускной вертикальной трубки 5qa, инжектора 5k61 и резервуара 5c, по меньшей мере, является частично электропроводным и имеет отрицательное смещение, чтобы избежать коррозии. Типичными проводящими огнеупорными керамическими

материалами являются керамика из карбида кремния, оксид циркония, стабилизированный иттрием, а также другие материалы, известные специалистам в данной области техники. Отрицательно смещённые детали, такие как, по меньшей мере, один из компонентов из числа входной вертикальной трубки 5qa, инжектора 5k61 и резервуара 5c, могут содержать огнеупорный проводник, такой как графит. Положительно смещённые детали могут содержать огнеупорный материал, который устойчив к окислению, такой как тугоплавкий благородный металл, например, Pt, Re, Ru, Rh или Ir, или тугоплавкий оксид, такой как MgO или другие, описанные в настоящем раскрытии изобретения. В варианте осуществления компонент энергетического элемента может содержать нереакционноспособное поверхностное покрытие, чтобы избежать коррозии, такой как коррозия при окислении окислителем, например, кислородом и водяным паром. Покрытие типичных деталей, таких как, по меньшей мере, один из компонентов из числа трубки 5k4 электромагнитного насоса, впускной вертикальной трубки 5qa и инжектора 5k61, может содержать Ni, Co, тугоплавкий благородный металл, такой как Pt, Re, Ru, Rh или Ir, или керамику, такую как MgO, Al_2O_3, муллит или другие, описанные в настоящем раскрытии изобретения. Детали, которые находятся в контакте с высокотемпературной H_2O, могут содержать стойкую к окислению нержавеющую сталь, такую как, по меньшей мере, одна из сталей из числа Haynes 230, Pyromet® сплав 625, Carpenter L-605 и сплав BioDur® Carpenter CCM®. Детали, которые работают при повышенной температуре, могут быть покрыты нереакционноспособным огнеупорным покрытием. Покрытие может быть достигнуто с помощью способов, известных специалистам в данной области техники, таких как гальваника, химическое осаждение, распыление и осаждение из паровой фазы. В показательном варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, одна деталь из числа входной вертикальной Mo или W трубки 5qa и инжектора 5k61 может быть покрыта, по меньшей мере, одним из металлов из числа рения (т. пл. = 3180° C), иридия (т. пл. = 2410° C) и соответствующих сплавов. В варианте осуществления такой компонент, как молибденовая Mo трубка, инжектор 5k61 и вольфрамовое W сопло 5q, могут быть покрыты рением с использованием способа термического разложения карбонила. Декарбонил рения ($Re_2(CO)_{10}$) разлагается при 170° C, $Re_2(CO)_{10}$ может испаряться и разлагаться на детали, выдерживаемой при температуре выше 170° C. Другими подходящими способами покрытия являются те, которые известны в данной области техники, такие как гальваническое покрытие, осаждение из паровой фазы и химическое осаждение. Сварочное соединение или крепёжная деталь, такая как фитинг, может быть использована для соединения, по меньшей мере, одной детали из числа металлической впускной вертикальной трубки 5qa и инжектора 5k61, например, по

меньшей мере, детали из Re, покрытой слоем Mo и W к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Как и никель, рений не реагирует с водой в обычных условиях. Металлы, которые не вступают в реакцию с водой, могут быть, по меньшей мере, защищены от окисления, а оксид может быть восстановлен до металла и воды путём поддержания атмосферы, содержащей водород. Каждый оксид из числа оксида никеля и оксида рения может быть образован реакцией с кислородом. В показательном варианте осуществления поддержание атмосферы из водорода может восстанавливать, по меньшей мере, один оксид из числа оксида никеля и оксида рения. Сборочный узел 5kk электромагнитного насоса может содержать кольцевые муфты для впускной вертикальной трубки 5qa и инжектора 5k61. Кольцевые муфты могут быть приварены к опорной плите или подвергнуты машинной обработке в опорной плите. Кольцевые муфты, а также впускная вертикальная трубка 5qa и трубка 5k61 инжектора могут содержать материал, который устойчив к реакции с H_2O. Кольцевые муфты, впускная вертикальная трубка 5qa и трубка 5k61 инжектора могут быть по меньшей мере с одним покрытием из числа никеля, платины, благородного металла и рения. По меньшей мере, одна из покрытых деталей из числа впускной вертикальной трубки 5qa и инжектора 5k61 может быть присоединена к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса с помощью резьбы к кольцевым муфтам.

Пиролитический графит имеет маленькую реакционную способность или практически не реагирует с водородом и не интеркалирует серебро; таким образом, углеродные части, такие как реакционная камера 5b31 энергетического элемента, могут содержать пиролитический графит, который может использоваться с атмосферой водорода и расплавленным серебром. Серебро также обладает тем благоприятным свойством, что оно не образует сплав с многими металлами, такими как никель и рений.

Соединение или сочленение между компонентами энергетического элемента может включать в себя паяное соединение. Паяное соединение может включать в себя соединение, известное специалистам в данной области техники, такое как соединение, описанное в статье R.M. do Nascimento, A.E. Martinelli, A.J.A. Buschinelli, “Review Article: Recent advances in metal-ceramic brazing” («Обзорная статья: последние достижения в области металлокерамической пайки»), Cerâmica, том 49, (2003) стр. 178-198, которая полностью включена в настоящий документ посредством ссылки. Пайка может включать в себя коммерческую, такую как пайка, содержащая активные припои S-Bond® (http://www.s-bond.com), которые обеспечивают соединение керамики, такой как оксиды, нитриды, карбиды, силициды углерода/графита, сапфир и другие, как к металлам, так и друг к другу. Сплавы S-Bond содержат активные элементы, такие как титан и церий,

добавленные в сплавы Sn-Ag, Sn-In-Ag и Sn-Bi, чтобы создавать припой, который может вступать в реакцию непосредственно с керамическими и сапфировыми поверхностями до прикрепления. Сплавы S-Bond производят надёжные, герметичные соединения со всеми металлами, включая сталь, нержавеющие стали, титан, никелевые сплавы, медные и алюминиевые сплавы, при условии управления несоответствием теплового расширения при температурах соединения.

В одном варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из компонентов из числа впускной вертикальной трубки 5qa, трубки инжектора 5k61 и резервуара 5c может быть припаян к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. По меньшей мере, один из компонентов из числа впускной вертикальной трубки 5qa, трубки инжектора 5k61 и резервуара 5c может содержать керамику, такую как оксид металла, например, по меньшей мере, один оксид из числа ZrO_2, HfO_2 и Al_2O_3, который может быть припаян к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Опорная плита сборочного узла 5kk электромагнитного насоса может содержать металл, такой как нержавеющая сталь (SS), например, SS серии 400, вольфрам, никель, титан, ниобий, тантал, молибден, керамика, такая как ZrO_2, или другие, описанные в настоящем раскрытии изобретения. Опорная плита может содержать материал, который имеет коэффициент теплового расширения, аналогичный материалу резервуара. Пайка может содержать присадочный металл, который может содержать благородный металл, такой как, по меньшей мере, один из металлов из числа родия, рутения, палладия, рения, иридия, платины, золота, серебра и их сплавов, таких как сплав Pd-Au. Активный металл, такой как, по меньшей мере, один из металлов из числа гафния, циркония и титана, может быть добавлен к присадочному металлу, такому как благородный металл. Активный металл может быть добавлен в виде тонкоизмельчённого порошка. Активный металл может быть добавлен в виде гидрида, такого как гидрид титана, который разлагается во время пайки с образованием мелких частиц титана. Активный металл может быть добавлен к присадочному металлу с желаемым молярным процентом, таким как в диапазоне от около 1 до 2 мол. % для достижения паяного соединения. Активный металл может служить для смачивания керамики. Активный металл может частично заменять керамический металл для достижения, по меньшей мере, одного из эффектов из числа смачивания керамики и соединения с керамикой. Соединённые детали могут быть согласованы по тепловому коэффициенту настолько близко, насколько это возможно, при достижении желаемых эксплуатационных характеристик компонентов. В показательном варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один компонент, такой как, по меньшей мере, один из компонентов из

числа впускной вертикальной трубки 5qa, трубки инжектора 5k61 и резервуара 5c, может содержать, по меньшей мере, один оксид из числа ZrO_2, HfO_2 и Al_2O_3, который может быть припаян к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. В другом показательном варианте осуществления, по меньшей мере, один компонент, такой как, по меньшей мере, один из компонентов из числа впускной вертикальной трубки 5qa, трубки инжектора 5k61 и резервуара 5c, может содержать, по меньшей мере, один оксид из числа ZrO_2, HfO_2 и Al_2O_3, который может быть припаян к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса из нержавеющей стали 410, при этом припой содержит палладий-золото-ванадиевый сплав Paloro-3V (Morgan Advanced Materials). Процентное содержание металла в сплаве может регулироваться для достижения желаемой максимальной рабочей температуры, такой как температура в диапазоне от около 1150° C до 1300° C, где температура пайки может быть выше, например, выше на 100° C.

Несоответствие тепловых коэффициентов расширения между соединёнными компонентами энергетического элемента может быть, по меньшей мере, частично исправлено путём использования переходного элемента, содержащего металлический соединитель, который припаивается к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса и керамической части. Металлический соединитель может иметь коэффициент теплового расширения, который больше соответствует коэффициенту керамического компонента. Соединитель может обеспечивать возможность большего теплового несоответствия с опорной плитой сборочного узла 5kk электромагнитного насоса благодаря деформируемости опорной плиты и соединительных металлов. Показательным соединителем является молибденовая кольцевая муфта, которая припаивается к металлооксидной детали на одном конце и припаивается или приваривается к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса из нержавеющей стали на другом конце, при этом молибден более точно соответствует коэффициенту теплового расширения керамики, такой как оксид циркония, и деформация металлов обеспечивает возможность более высоких напряжений рассогласования теплового расширения в соединении двух металлов. В другом варианте осуществления изобретения соединитель может содержать сильфон для обеспечения возможности различного теплового расширения. Сильфон может быть изготовлен способом гальванопластики.

Пайка может выполняться в вакууме. Пайка может выполняться в высокотемпературной вакуумной печи. Наполнитель и активный металл могут быть сформированы в геометрию, которая соответствует геометрии соединения, такого как кольцо, чтобы содержать материал для пайки. Детали могут быть наложены друг на друга

с паяльным материалом, находящимся между деталями. Печь может работать при температуре около температуры плавления материала для пайки, чтобы расплавить его и образовать наплавку. На паяные металлические детали может быть нанесено стойкое к окислению покрытие, такое как покрытие из никеля, благородного металла или платины, или другое, описанное в настоящем раскрытии изобретения.

В показательном варианте осуществления изобретения опорная плита сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, трубка 5k6 электромагнитного насоса и шины 5k2 электромагнитного насоса содержат молибден. Детали могут быть сварены вместе способами, известными в данной области техники, такими как лазерная или электронно-лучевая сварка. Кольцевые муфты для впускной вертикальной трубки 5qa и трубки инжектора 5k61 могут быть обработаны в опорной плите, при этом впускная вертикальная трубка 5qa и трубка инжектора 5k61 могут быть соединены с опорной плитой во время сборки с помощью резьбы. Резервуар 5c, содержащий ZrO_2, HfO_2, или Al_2O_3, припаивается к молибденовой опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, используя палладиевый наполнитель с тонкоизмельчённым порошком из титана от 1 до 2 мол. % в качестве активного металла. Резервуар помещается на опорную плиту собранного сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, причём паяльный материал находится между паяемыми деталями. Пайка выполняется при температуре около 1600° C в вакуумной печи для расплавления палладия (т. пл. = 1555° C). В качестве альтернативы, наполнитель может содержать сплав, такой как Pd-Au 90% (т. пл. = 1300° C). Поверхность опорной плиты внутри резервуара 5ca и внутри трубки 5k6 электромагнитного насоса покрываются защитным покрытием против окисления, таким как платина или никель. Покрытие может быть сформировано гальваническим способом, осаждением из паровой фазы или другими способами, известными специалистам в данной области техники.

Жёсткие стойки, такие как металлические или керамические стойки, могут поддерживать опорную плиту 5b8 резервуара. Стойки могут быть электрически изолированы посредством установки стоек на изоляторе, таком как опорная плита из анодированного алюминия, при этом соединение между стойками и опорной плитой может содержать анодированные крепёжные детали, такие как болты или винты. Металлические стойки могут быть покрыты изолирующим покрытием, таким как BN, SiC, муллит, черный оксид или другим, описанным в настоящем раскрытии изобретения.

В другом варианте осуществления изобретения сопло 5q может содержать, по меньшей мере, одно отверстие из числа порового канала, щелевого отверстия или небольшого отверстия, через которое проходит расплавленный металл с низкой скоростью потока для покрытия сопла. Поток может непрерывно регенерировать

поверхность расплавленного металла, которой подвергается плазменной валоризации в большей степени, чем сопло. Поровые каналы могут быть сформированы с помощью сверления, электродно-электроэрозионного станка, лазерного сверления, а также во время изготовления, например, посредством литья и другими способами, известными в данной области техники. В другом варианте осуществления сопло 5q может содержать отклоняющее устройство для потока, которое направляет часть выброшенного расплавленного металла для протекания через сопло, чтобы защитить сопло от плазменного испарения. В другом варианте осуществления цепь зажигания, содержащая источник 2 электричества, дополнительно содержит датчик дуги, который обнаруживает дугу на сопле, а не через потоки расплавленного металла, и содержит схему защиты от дуги, которая прекращает ток дуги на сопле.

В одном варианте осуществления изобретения инжекционная трубка 5k61 может быть согнута для размещения сопла 5q примерно в центре в верхней части резервуара 5c. В варианте осуществления инжекционная трубка 5k61 может быть отклонена от вертикали к центру сопла 5q в верхней части резервуара 5c. Угол может быть зафиксирован на соединителе в нижней части резервуара 5k9. Соединитель может устанавливать угол. Соединитель может содержать фитинг Swagelok 5k9 с контргайкой для соединения с основанием резервуара и дополнительно содержит наклонный охватывающий соединитель к инжекционной трубке 5k61 с резьбой на конце. Охватывающий соединитель может содержать изогнутую кольцевую муфту с охватывающим соединителем или изогнутую гайку, в результате чего угол наружных резьб наклоняется. В качестве альтернативы, основание резервуара может быть наклонено для установления угла трубки инжектора. В другом варианте осуществления резьбы в опорной плите резервуара могут быть наклонены. Фитинг Swagelok 5k9 может ввинчиваться в наклонную или расположенную под углом резьбу. Присоединённый прямой участок впрыска трубки 5k61 электромагнитного насоса может быть наклонным из-за наклонённых резьб. Угол позволяет разместить сопло 5q в центре резервуара 5c. Фитинг 5k9 Swagelok, который расположен под углом относительно основания резервуара, может быть соединён с угловой кольцевой муфтой под опорной плитой резервуара, чтобы позволять обеспечивать приблизительно вертикальное соединение с трубкой 5k6 электромагнитного насоса, где она присоединяется для проникновения через опорную плиту резервуара. Трубка 5k6 насоса может содержать нержавеющую сталь (SS), которая устойчива к реакции с водой, например, SS, используемая в паровых котлах. Трубка насоса может быть приварена к сборочному узлу трубки электромагнитного насоса, например, наклонному.

В варианте осуществления изобретения генератор SunCell® содержит два резервуара 5c и один инжектор для расплавленного металла в одном из резервуаров, резервуаре для впрыскивания. Инжектор расплавленного металла может содержать инжектор электромагнитного насоса. Другой резервуар, резервуар без инжектора может заполняться расплавленным металлом. Избыток расплавленного металла, впрыскиваемый единственным инжектором, может перетекать через края и возвращаться обратно в резервуар, в котором находится инжектор. Нижняя полусфера 5b41 может иметь наклон для возврата потока металла в резервуар для впрыскивания. Резервуары могут служить в качестве противоположно поляризованных контактных выводов или электродов, будучи электрически подключёнными к соответствующим контактным выводам источника 2 электроэнергии для зажигания. Полярность может быть такой, чтобы предотвращать повреждение сопла 5q инжектора плазмой интенсивной реакции гидрино. Резервуар без инжектора может содержать положительный электрод, а резервуар с инжектором может содержать отрицательный электрод.

Поддерживающая плита или опорная плита 5b8 резервуара может содержать электрический изолятор, такой как SiC или нитрид бора. Альтернативно, поддерживающая плита может представлять собой металл, такой как титан, способный работать при локальной температуре. Металл может быть, по меньшей мере, одним из металлов из числа немагнитных и обладающих высокой проводимостью, чтобы ограничивать радиочастотную энергию, поглощаемую индуктивно связанным нагревателем, и иметь высокую температуру плавления. Примерами таких металлов являются W и Mo. Опорная плита может содержать углерод. Электрическая изоляция металлической опорной плиты 5b8 может быть обеспечена изолятором между плитой и монтажными приспособлениями, а также резервуаром и плитой. Изоляторы могут содержать изолирующие шайбы или втулки, такие как SiC или керамические. Поддерживающая плита сдвоенных резервуаров может представлять собой одну плиту или отдельные поддерживающие плиты. Поддерживающая плита резервуара может содержать продольно разделённую плиту с изолирующими кольцевыми муфтами или втулками, например, изготовленными из SiC или BN, для электрической изоляции резервуаров. Поддерживающая плита резервуара может содержать продольно разделенную, состоящую из двух частей пластину основания с прорезями для прокладок, таких как электроизоляционные прокладки, например, прокладки SiC или BN, на которых установлены резервуары. Альтернативно, каждый резервуар может поддерживаться независимой опорной плитой, в результате чего между опорными плитами имеется разрыв цепи тока. Опорная плита может содержать материал, который имеет низкое сечение

поглощения для радиочастотной (RF) энергии индуктивно-связанного нагревателя. Опорная плита может содержать термостойкую керамику, такую как карбид кремния или нитрид бора. Опорная плита может содержать металл с низким радиочастотным (RF) поглощением. Опорная плита может содержать металл, который покрывается покрытием, таким как одно из раскрываемого изобретения, которое может иметь низкое сечение радиочастотного поглощения.

Точка пересечения может быть любой желательной точкой, такой как область в диапазоне от резервуара до области в верхней части реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Точка пересечения может находиться примерно в центре реакционной камеры энергетического элемента. Точка пересечения может контролироваться по меньшей мере одним из параметров из числа давления насоса и относительного изгиба или наклона сопел от вертикали. Резервуары могут быть отдельными и электрически изолированными. Расплавленный металл, такой как расплавленное серебро, может течь обратно из реакционной камеры энергетического элемента в каждый резервуар для повторного использования. Возвратное серебро может быть подвергнуто воздействию для предотвращения электрического замыкания через два резервуара прерывателем или разветвителем металлического потока, чтобы прерывать непрерывность потока серебра, который в противном случае мог бы соединить два резервуара и обеспечить токопроводящий путь. Разветвитель может содержать неровную поверхность, состоящую из материала, который вызывает процесс образования капелек в серебре для прерывания электрического соединения между резервуарами. Разветвитель может содержать вырез на каждой стенке резервуара в области закорачивания, в результате чего серебро капает через разрез или капельную кромку, и таким образом непрерывность нарушается. Разветвитель может содержать купол или полусферу, ограничивающую пересечение двух резервуаров, где основание купола или полусферы содержит разрез для каждого резервуара. В варианте осуществления изобретения два резервуара 5c и их днища или опорные плиты и нижняя полусфера излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела могут содержать одну деталь. Нижняя полусфера излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела может содержать приподнятый купол или поперечный гребень в нижней части, в который установлены резервуары. В варианте осуществления верхняя часть каждого резервуара может содержать кольцевую пластину или шайбу, которая служит губкой, по которой течет возвращающееся серебро. Губка может вызвать прерывание в потоке металла, протекающего в каждый резервуар, чтобы разрывать любой токопроводящий путь между резервуарами, который в противном случае может протекать через возвращающееся серебро. Верхняя часть каждого резервуара может содержать

механически обработанную кольцевую канавку, в которую установлена шайба, чтобы образовывать губку или капельную кромку 5ca, как показано на фиг. 1 (2I83). По меньшей мере один компонент энергетического элемента, такой как разветвитель, например, купол или разветвитель полусферы, резервуары 5c, нижняя полусфера излучателя 5b41 черного тела, приподнятый или выпуклый низ нижней полусферы излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела, и губка на каждом резервуаре, может содержать углерод.

В варианте осуществления изобретения основание излучателя абсолютно чёрного тела, такое как дно реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, например, дно нижней полусферы излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела, может содержать канавки или каналы для направления потока расплавленного металла по предпочтительным каналам во впускное отверстие резервуаров 5c, в результате чего любое электрическое соединение между двумя противоположно электрически заряженными резервуарами разрывается или почти разрывается. Каналы могут направлять расплавленный металл, по меньшей мере, в одну из частей из числа передней, боковых и задней частей резервуара. Каждый из каналов может содержать уклон, чтобы вызвать гравитационный поток в резервуары. Каналы могут представлять по меньшей мере один из видов из числа имеющих уклон и наклонных. Уклон может вызвать наклон к желаемой позиции резервуара, такой как задняя часть резервуара, относительно центра реакционной камеры энергетического элемента. Наклон имеющего уклон канала, который направляет поток в заданный резервуар из двух резервуаров в варианте осуществления с двумя инжекторами, может быть зеркально противоположным каналу другого резервуара, чтобы вызвать поток в противоположном относительном положении. В показательном варианте осуществления, имеющем обозначенную систему координат xy в центре дна реакционной камеры с резервуарами в положениях (-1,0) и (1,0), поток имеющих уклон и противоположно наклонённых каналов направляет расплавленный металл с относительными полярными углами $3/2\pi$ и $1/2\pi$ с центром на каждом резервуаре. Дно может содержать по меньшей мере один выступ в центре и перед каждым отверстием резервуара. Поток может быть предпочтительно направлен по меньшей мере к одной из сторон и задней части резервуаров.

В варианте осуществления изобретения генератор содержит датчик и контроллер зажигания, чтобы уменьшать, по меньшей мере, один из параметров из числа напряжения и тока зажигания, для предотвращения короткого замыкания через компонент энергетического элемента, такой как нижняя полусфера 5b41, вызывающего повреждения компонента. Электрический датчик короткого замыкания может содержать датчик тока или напряжения, подающий сигнал в контроллер зажигания, который управляет, по

меньшей мере, одним параметром из числа тока и напряжения зажигания.

В одном варианте осуществления изобретения расплавленный металл может пассивно протекать через трубопровод между двумя резервуарами с потоком из переполненного резервуара в недостаточно заполненный резервуар. Энергетический элемент может содержать вращающийся сепаратор в трубопроводе между резервуарами для прерывания электрической цепи в расплавленном металле. Электрическое короткое замыкание тока зажигания через расплавленный металл может быть прервано разветвителем, содержащим подвижное устройство, такое как электроизолирующий затвор. Затвор может содержать подвижное устройство с множеством лопастей для прерывания токопроводящего пути расплавленного металла. Примером такой конструкции является крыльчатка, которая может содержать огнеупорный материал, такой как SiC или нитрид бора. Крыльчатка может быть размещена в трубопроводе и позволяет пропускать поток металла, не допуская электрического соединения между резервуарами.

В варианте осуществления изобретения поток возвратного расплавленного металла может быть разрушен по меньшей мере с помощью одной системы, включающей в себя (i) капельную кромку, такую как плоская шайба, размещённая в верхней части впускного отверстия резервуара, (ii) по меньшей мере, одно из сопел 5q, уровень расплавленного металла и впускную вертикальную трубку, опущенную в резервуары 5c, (iii) нижнюю полусферу 5b41, обратный путь потока расплавленного металла, который рассеивает поток таким образом, чтобы избежать больших потоков, или разрушает любой соединительный токопроводящий путь, (iv) множество электрически изолированных выступов из стенки резервуара, (iv) множество электрически изолированных волнообразных неровностей или рельефов, врезанных в капельную кромку, верхнее впускное отверстие резервуара или стенку резервуара, (v) решетку, такую как электрически изолированная решетка в верхней части резервуара, и (vi) приложенное магнитное поле, которое вызывает силу Лоренца, отклоняющую поток и превращающую его в капельки, когда электрический ток короткого замыкания протекает через поток.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит систему выравнивания уровня серебра в резервуаре, содержащую датчики уровня серебра, контроллеры тока электромагнитного насоса и контроллер, такой как программируемый логический контроллер (ПЛК) или компьютер 100, который принимает входные данные от датчиков уровня и приводит в действие контроллеры тока для поддержания примерно равных уровней металла в резервуарах 5c. В варианте осуществления SunCell® содержит выравниватель расплавленного металла для поддержания примерно равных уровней,

таких как уровни серебра в каждом резервуаре 5c. Выравниватель может содержать датчик уровня в резервуаре и контроллер скорости электромагнитного насоса на каждом резервуаре, а также контроллер для активизации каждого электромагнитного насоса для поддержания примерно равных уровней. Датчик может содержать чувствительный элемент, основанный по меньшей мере на одном физическом параметре, таком как непрозрачность лучеиспускаемости, сопротивление или ёмкость, тепловое излучение, градиент температуры, звук, такой как ультразвуковая частота, зависящая от уровня частоты акустического резонанса, полное сопротивление, или скорость, оптическое излучение, такое как инфракрасное, или может содержать другой датчик, известный в данной области техники, подходящий для обнаружения параметра, указывающего уровень расплавленного металла в резервуаре, посредством изменения параметра из-за изменения уровня или изменения на границе раздела уровней. Датчик уровня может указывать уровень активации электромагнитных насосов, и тем самым указывать поток расплавленного металла. Состояние зажигания может контролироваться путём контроля по меньшей мере одного параметра из числа тока и напряжения зажигания.

Датчик может содержать источник 5s1 радиоактивности, такой как радионуклид, например, по меньшей мере, один из радионуклидов из числа америция, такого как ^{241}Am, который испускает гамма-излучение с энергией 60 кэВ, ^{133}Ba, ^{14}C, ^{109}Cd, ^{137}Cs, ^{57}Co, ^{60}Co, ^{152}Eu, ^{55}Fe, ^{54}Mn, ^{22}Na, ^{210}Pb, ^{210}Po, ^{90}Sr, ^{204}Tl, или ^{65}Zn. Радионуклидное излучение может быть коллимировано. Коллиматор может создавать множество пучков, например, два, каждый под углом 45° от центральной оси, при этом один радиоизотопный источник может образовывать два веерных пучка для проникновения в каждый из двух резервуаров и затем пучок падает на соответствующий детектор пары. Коллиматор может содержать затвор, чтобы блокировать излучение, когда датчик не работает. Источник 5s1 может содержать генератор рентгеновского или гамма-излучения, такой как источник тормозного излучения Bremsstrahlung X-ray, такой как источник на сайте http://www.source1xray.com/index-1.html Датчик может дополнительно содержать, по меньшей мере, один детектор 5s2 излучения на противоположной стороне резервуара относительно источника радиоактивности. Датчик может дополнительно содержать сканер положения или средство, такое как механическое средство, для перемещения по меньшей мере одного из устройств из числа источников излучения и детектора излучения вдоль вертикальной оси резервуара при сохранении совмещения между источником и детектором. Перемещение может происходить через уровень расплавленного металла. Сканер может содержать исполнительный механизм, который перемещает антенну 5f нагревателя с индуктивной связью, при этом по меньшей мере, один из источников

излучения, такой как источник ^{241}Am и детектор излучения, может прикрепляться, по меньшей мере, к одному из устройств из числа катушки 5f, конденсаторной коробки 90a катушки и перемещающегося исполнительного механизма. Изменение количества проникающего излучения при пересечении уровня коллимированным излучением может идентифицировать уровень. В качестве альтернативы, сканер может циклически изменять относительную ориентацию источника и детектора для сканирования выше и ниже уровня металла, чтобы обнаружить этот уровень. В другом варианте осуществления изобретения датчик может содержать множество источников 5s1, расположенных вдоль вертикальной оси каждого резервуара. Датчик может содержать множество детекторов 5s2 излучения на противоположной стороне резервуара относительно соответствующего источника. В варианте осуществления детекторы излучения могут быть соединены с источниками излучения, в результате чего излучение проходит вдоль осевой траектории от источника через резервуар к детектору. Источник излучения может подвергнуться затуханию металлом резервуара, когда он присутствует, в результате чего детектор излучения будет записывать более низкий сигнал при повышении уровня на пути излучения и записывать более высокий сигнал, когда уровень падает ниже траектории излучения. Источник может содержать широкий пучок или пучок с широким угловым распространением излучения, который проходит через резервуар к пространственно расширенному детектору или расширенной матрице детекторов, таких как линейная диодная матрица, чувствительная к рентгеновским лучам, для обеспечения измерения продольного или глубинного профиля содержания металла в резервуаре на траектории излучения. Примером чувствительной к рентгеновским лучам линейной диодной матрицы (LDA) является матрица XI8800 LDA X-Scan Imaging Corporation. Затухание значений счётчиков на уровне металла может указывать на уровень этого металла. Показательный источник может содержать рассеянный луч от радиоактивного источника или рентгеновской трубки, а детектор может содержать расширенный сцинтилляционный детектор или счётчик Гейгера. Детектор может содержать по меньшей мере одно из устройств из числа счётчика Гейгера, CMOS-детектора, сцинтилляционного детектора и сцинтиллятора, такого как йодид натрия или йодид цезия, с фотодиодным детектором. Детектор может содержать ионизационный детектор, такой как детектор MOSFET, например, такой как в детекторе дыма. Электроды ионизационной камеры могут содержать, по меньшей мере, одну тонкую фольгу или проволочную сетку на стороне поступления излучения и противоэлектрод, что типично для схемы детектора дыма.

В варианте осуществления изобретения датчик, содержащий источник проникающего излучения, такого как рентгеновские лучи, детектор и контроллер,

дополнительно содержит алгоритм для обработки интенсивности сигнала, принятого на детекторе от источника, для считывания уровня расплавленного металла в резервуаре. Датчик может содержать один широкоугольный излучатель и один широкоугольный детектор. Рентгеновские или гамма-лучи могут проникать внутрь резервуара под углом к поперечной плоскости резервуара, увеличивая длину траектории через область, содержащую расплавленный металл, когда они пролетают к детектору. Угол может определять более значительную глубину расплавленного металла, чтобы увеличивать разрешающую способность для определения глубины расплавленного металла в резервуаре. Интенсивность сигнала детектора может быть откалибрована по известным уровням расплавленного металла в резервуаре. По мере повышения уровня металла интенсивность сигнала детектора уменьшается, при этом уровень может определяться на основе калибровки. Примерами источников являются радиоизотоп, такой как америций-241, и источник рентгеновского излучения, такой как устройство Bremsstrahlung тормозного излучения. Примерами детекторов являются счётчик Гейгера, сцинтиллятор и фотодиод. Источник рентгеновского излучения может содержать источник AmeTek, такой как Mini-X, также детектор может содержать кристаллический детектор NaI или YSO. По меньшей мере один из источников излучения, такой как источник рентгеновского излучения и детектор, может сканироваться для получения продольного профиля затухания рентгеновского излучения и, следовательно, уровня металла. Сканер может содержать механический сканер, такой как сканер с кулачковым приводом. Кулачок может поворачиваться вращающимся валом, который может приводиться в движение электродвигателем. Сканер может содержать механический, пневматический, гидравлический, пьезоэлектрический, электромагнитный, управляемый серводвигателем или другой подобный сканер, или средство, известные специалистам в данной области техники, для обратимого поступательного перемещения или переориентации, по меньшей мере, одного из устройств из числа источника и детектора рентгеновского излучения на глубину профиля уровня металла. Радиоизотоп, такой как америций, может быть заключён в огнеупорный материал, такой как W, Mo, Ta, Nb, оксид алюминия, ZrO, MgO, или другой огнеупорный материал, такой как один из материалов согласно раскрытию изобретения, чтобы его можно было разместить в непосредственной близости от резервуара, где присутствует высокая температура. По меньшей мере, одно из устройств из числа источника, излучателя и детектора рентгеновского излучения может быть установлено в корпусе, который может иметь, по меньшей мере, один регулируемый параметр из числа давления и температуры. Корпус может быть установлен на внешнем сосуде 5b3a высокого давления. Корпус может быть съёмным, чтобы можно было легко

снимать внешний сосуд 5b3a высокого давления. Корпус может сниматься в горизонтальном направлении, чтобы обеспечивать возможность вертикального снятия внешнего сосуда 5b3a высокого давления. Корпус может иметь внутреннее окно для прохождения рентгеновских лучей при сохранении градиента давления через окно. Окно может содержать углеродное волокно. Внешний конец корпуса может быть открытым для атмосферы или закрытым.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня содержит источник рентгеновского или гамма-излучения, который находится внутри термопарогильзы или корпуса, находящихся внутри резервуара 5c. Источником рентгеновского или гамма-излучения может быть радионуклид, такой как ^{41}Am, ^{133}Ba, ^{14}C, ^{109}Cd, ^{137}Cs, ^{57}Co, ^{60}Co, ^{152}Eu, ^{55}Fe, ^{54}Mn, ^{22}Na, ^{210}Pb, ^{210}Po, ^{90}Sr, ^{204}Tl, или ^{65}Zn. Термопарогильза также может быть прикреплена к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Радионуклид может быть заключён в огнеупорный материал, такой как углерод, W, нитрид бора или карбид кремния. Радионуклид может содержать тугоплавкий сплав. Радионуклид может содержать элемент или соединение с высокой температурой плавления, например, ^{14}C, $Ta_4Hf^{14}C_5$ (M.P. 4215 °C), ^{133}BaO, $^{147}Pm_2O_2$, $^{144}Ce_2O_3$, $^{90}SrTiO_3$, ^{60}Co, $^{242}Cm_2O_3$, или $^{144}Cm_2O_3$. Стенки термопарогильзы могут содержать материал, который легко проницаем для рентгеновских или гамма-лучей. Показательная термопарогильза представляет собой термопарогильзу из нитрида бора. Резервуар может содержать материал, в который легко проникают рентгеновские или гамма-лучи, например, резервуар, изготовленный из нитрида бора или карбида кремния. Датчик уровня может содержать множество источников рентгеновских или гамма-лучей, которые могут быть коллимированы для формирования множества лучей. Датчик уровня может содержать множество детекторов рентгеновского или гамма-излучения вне стенки резервуара и может быть расположен таким образом, чтобы на него падали рентгеновские или гамма-лучи, когда они не ослабляются расплавленным металлом, таким как серебро. Местоположение, отличающееся по затуханию лучей, указывает на положение уровня, которое определяется процессором. В одном варианте осуществления изобретения источник рентгеновского или гамма-излучения, такой как радионуклид внутри термопарогильзы, не может быть коллимирован. Интенсивность рентгеновского или гамма-сигнала может быть обнаружена, по меньшей мере, на одном детекторе, являющимся внешним по отношению к резервуару. Детектор может содержать сцинтилляционный кристалл и фотодиод, такой как фотодиод Gadox, CsI, NaI или CdW. Интенсивность сигнала как функция уровня расплавленного металла может быть откалибрована. Датчик уровня может содержать процессор, который обрабатывает

измеренную интенсивность сигнала и данные калибровки из справочной таблицы, и определяет уровень расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня содержит тип обратного рассеяния частиц. Датчик уровня может содержать источник частиц, такой как, по меньшей мере, один из источников из числа ионов гелия, протонов, рентгеновских или гамма-лучей, электронов и нейтронов. Источник может содержать коллимированный источник. Частицы могут попадать в резервуар 5c во множестве вертикальных координатных положений или могут сканироваться во множестве вертикальных положений во времени. Частицы могут рассеиваться в обратном направлении с изменением интенсивности при падении на резервуар в вертикальном положении, которое находится выше уровня расплавленного металла по сравнению с положением ниже уровня. Изменение интенсивности может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от частицы и её энергии. Рентгеновские лучи могут поглощаться расплавленным металлом, таким как серебро, в результате чего обратное рассеяние от дальней стенки резервуара может быть уменьшено из-за находящегося между стенками расплавленного металла. Следовательно, интенсивность рентгеновских лучей обратного рассеяния может уменьшаться, когда рентгеновские лучи падают на резервуар в вертикальном координатном положении ниже уровня металла. Энергия рентгеновского излучения может быть выбрана таким образом, чтобы она имела высокое затухание в расплавленном металле, таком как серебро, по сравнению с затуханием в стенке резервуара. Энергия рентгеновского излучения может быть выбрана таким образом, чтобы она находилась как раз на электронном краю, где энергия выше энергии связи электронной оболочки. Источник рентгеновского излучения может содержать радиоизотоп или генератор рентгеновского излучения. В варианте осуществления изобретения уменьшение рассеянного в обратном направлении рентгеновского излучения обнаруживается в качестве средства для идентификации уровня, при этом энергия рентгеновского излучения выбирается таким образом, что обратный рассеянный сигнал сильно ослабляется серебром ниже уровня металла по сравнению с отсутствующей колонной серебра выше уровня. Энергия высокого поглощения может быть краями, такими как энергия 25 кэВ, K-края серебра.

В одном варианте осуществления изобретения падающая частица может возбуждать вторичную частицу или ту же частицу с другой энергией. Изменение интенсивности вторичного излучения частиц может быть использовано для определения уровня. В показательном варианте осуществления рентгеновские лучи первой энергии падают в резервуар в разных вертикальных положениях, а рентгеновские лучи второй энергии

обнаруживаются детектором. Изменение интенсивности рентгеновских лучей второй энергии или флуоресцентных рентгеновских лучей при пересечении уровня между пучками или между пучками указывает на уровень. Детектор может находиться в местоположении, которое максимизирует флуоресцентный рентгеновский сигнал, например, вдоль той же оси, что и падающий луч, например, при 0° или 180°, или под углом 90°. В одном варианте осуществления флуоресцентные рентгеновские лучи серебра усиливаются, когда падающий луч падает на резервуар на более низком уровне по сравнению с более высоким уровнем. Датчик уровня может содержать рентгеновскую флуоресцентную (XRF) или энергорассеивающую рентгеновскую флуоресцентную (EDXRF) систему, известную в данной области техники. Источник рентгеновского излучения может содержать радиоизотоп или генератор рентгеновского излучения. Система EDXRF может содержать источник частиц высокой энергии, таких как электроны или протоны. Детектор может содержать кремниевый дрейфовый детектор или другие детекторы, известные специалистам в данной области техники.

Интенсивность может возрастать, когда обратное рассеяние нейтронов от серебряной колонны указывает на местоположение уровня. Нейтроны могут генерироваться из ^{241}Am и бериллиевых металлов. Источник нейтронов может содержать генератор нейтронов, такой как генератор, который использует электрические поля для ускорения, по меньшей мере, одного из ионов дейтерия и трития, чтобы вызывать слияние D-D или D-T с образованием нейтронов. Обратно рассеянная частица может быть обнаружена с помощью соответствующего детектора, такого как рентгеновский или нейтронный детектор. В другом варианте осуществления изобретения частицы могут испускаться из источника на одной стороне резервуара и обнаруживаться на той же оси на другой стороне резервуара. Вертикальное положение резервуара с повышенным ослаблением пучка частиц, обнаруженным как падение интенсивности детектора, может идентифицировать положение уровня. Показательные датчики обратного рассеяния нейтронов и уровня затухания гамма-излучения, в соответствии с настоящим раскрытием изобретения, являются коммерчески доступными от компании Thermo Scientific (https://tools.thermofisher.com/content/sfs/brochures/EPM-ANCoker-0215.pdf) модифицированными для геометрии резервуара 5c.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня может содержать источник электромагнитного излучения, которое избирательно отражается от расплавленного металла ниже уровня расплавленного металла, и детектор интенсивности отражённого излучения. Уровень может быть обнаружен по повышенной интенсивности лазерного отражения более низкого уровня по сравнению с интенсивностью отражения более

высокого уровня. Положение уровня может быть определено из положения падающего луча вдоль вертикальной оси резервуара, что приводит к повышенной интенсивности отражения. Излучение может содержать длину волны, которая достаточно прозрачна для стенки резервуара, в результате чего оно проникает через стенку и отражается обратно на детектор. Стенка резервуара 5c может быть способна пропускать свет. Резервуар может состоять из по меньшей мере одного из материалов из числа оксида алюминия, сапфира, нитрида бора и карбида кремния, которые являются прозрачными для видимого и инфракрасного света. Излучение может проникать через тонкую плёнку расплавленного металла. Лазер может быть достаточно мощным, чтобы проникать через тонкую пленку расплавленного металла. В варианте осуществления стенка резервуара может содержать нитрид бора, который имеет некоторую прозрачность для излучения в определённом диапазоне длин волн, например, в области излучения от ультрафиолетового до инфракрасного света. Лазер может содержать высокомощный диодный лазер в видимой или инфракрасной области. Компонент энергетического элемента, такой как резервуар, может быть прозрачным для лазерного луча. Подходящими огнеупорными материалами, прозрачными для инфракрасного излучения, являются MgO, сапфир и Al_2O_3. Лазер может включать в себя инфракрасный лазер для лучшей фокусировки. В варианте осуществления изобретения, содержащем нитрид бора, длина волны может составлять около 5 микрон, поскольку BN имеет окно пропускания на этой длине волны. В варианте осуществления лазер имеет достаточную мощность для проникновения через стенки резервуара, например, стенки из нитридов бора, любое покрытие из серебра на стенке и пары серебра на осевой траектории от лазера к детектору. Стенки могут быть утончены в местах контакта лазерного луча со стенкой. Стенки могут быть подвергнуты машинной обработке для предотвращения рассеивания или распространения лазерного луча. Стенки могут быть выполнены плоскими. Стенки могут быть подвергнуты машинной обработке для формирования линзы, которая перефокусирует свет, пересекающий стенку. Линза может быть согласована с длиной волны лазера. Стенка может содержать встроенную линзу. Линза может содержать антиотражающее покрытие. Линза может содержать четвертьволновую пластину для уменьшения отражения. Переданный световой сигнал указывает на отсутствие серебряной колонны резервуара, отсутствие светового сигнала указывает на наличие серебряной колонны, а вертикальное положение резервуара для прерывности светового сигнала может использоваться для идентификации уровня. Лазер может содержать линзу для увеличения, по меньшей мере, одного из параметров из числа фокуса и плотности мощности (интенсивности луча). Показательные коммерческие лазеры приведены по адресу http://www.freemascot.com/match-lighting-laser.html или

http://www.freemascot.com/50mw-532nm-handheld-green-laser-pointer-1010-black.html?gclid=CNu8gJ-EqtICFZmNswodZLMNQA. По меньшей мере, одно из устройств из числа лазера и детектора может быть разнесено с резервуаром, чтобы располагаться в области, которая не является чрезмерно повышенной по температуре, чтобы поставить под угрозу работу лазера или детектора. По меньшей мере одно из устройств из числа лазера и детектора, такое как фотодиод, может охлаждаться.

Расплавленный металл может содержать серебро. Серебро имеет окно пропускания на длине волны около 300 нм. Излучение может содержать длину волны в диапазоне около 250-320 нм. Источник излучения может содержать ультрафиолетовый диод, такой как UVTOP310. УФ-диод может содержать линзу, которая может в свою очередь содержать полусферическую линзу для создания направленного луча. Источник излучения может содержать лазер, такой как лазер с диодной накачкой. Типичными лазерами в области длин волн окна пропускания серебра являются эксимер KrF, 4-я гармоника Nd: YAF, диод InGaN, XeCl, He-Cd, азот, эксимер XeF и лазеры Ne +. Детектор может содержать фотодиод.

Датчик уровня лазерного типа может содержать лазерный сканер, который перемещает, по меньшей мере, одно из устройств из числа лазера и детектора по вертикали во времени, чтобы перехватить область выше, на уровне, и ниже уровня металла для обнаружения этого уровня. Альтернативно, текущий датчик уровня излучения-освещения-типа может содержать множество источников излучения и соответствующие детекторы, разнесённые по вертикали, в результате чего уровень находится в местоположении, расположенном вблизи от множества источников, в результате чего местоположение уровня может быть обнаружено с помощью различного отражения между источниками и их детекторами. Источник излучения и детектор могут быть расположены под углом друг к другу, в результате чего источник излучения может отражаться от колонны расплавленного металла, когда он присутствует, и падать на соответствующий детектор. Стенка резервуара может быть подвергнута машинной обработке для утоньшения в точке падения и отражения излучения, чтобы позволить ему распространяться от источника к детектору при отражении от колонны расплавленного металла. В другом варианте осуществления изобретения излучение может проникать через обе стенки резервуара в отсутствие колонны расплавленного металла на траектории луча, при этом колонна металла может блокировать луч, когда траектория луча находится ниже уровня. Передача луча через резервуар может быть обнаружена с помощью детектора, который может быть расположен на противоположной стороне от источника излучения, такого как лазер. Источник излучения и соответствующий детектор могут

сканироваться в унисон, или датчик уровня может содержать множество источников излучения и соответствующих детекторов, разнесённых вдоль вертикальной оси резервуара, для обнаружения уровня по разнице в передаче лучей выше и ниже уровня расплавленного металла. В варианте осуществления радиочастотная катушка 5f имеет отверстия для падающего и отражённого или пропущенного луча. Катушка 5f может быть сконструирована таким образом, чтобы компенсировать любое отверстие для обеспечения желаемого распределения мощности нагрева при отсутствии отверстий.

Датчик может содержать, по меньшей мере, один из компонентов из числа, по меньшей мере, одной капельной кромки, угловой трубки, загнутой вниз, или источника тепла, такого как лазер, например, диодный лазер, и вибратор, чтобы, по меньшей мере, частично удалять плёнку расплавленного металла на стенке резервуара выше уровня, который может отражать излучение. В варианте осуществления изобретения любая плёнка расплавленного металла может быть удалена посредством капельной кромки в положении возврата металла в точке пересечения траектории луча со стенкой резервуара. Энергетический элемент может содержать, по меньшей мере, одно из устройств из числа резервуарного вибратора или звуколокационной установки, и нагревателя. Любая плёнка расплавленного металла в точке пересечения может быть удалена с помощью вибрации или путём нагревания стенки в данной точке. Луч может быть усилен для проникновения в металлическую плёнку с использованием по меньшей мере одного из компонентов из числа более мощного луча и линзы.

Лазерный луч может быть ориентирован под углом по отношению к стенке резервуара, чтобы вызывать отражение под углом для увеличения пропускания через любой тонкий слой серебра, в результате чего отражение уменьшается при его отслеживании. В одном варианте осуществления изобретения угол лазерного луча регулируется для создания затухающей волны, в которой отражение увеличивается ниже уровня серебра по сравнению с отражением выше уровня. В варианте осуществления датчик может содержать волоконно-оптический кабель в термопарогильзе, имеющей некоторую степень прозрачности с количественной оценкой отражённого света. Интенсивность отражения, обнаруженная с помощью детектора, такого как фотодиод, позволяет процессору определять местоположение уровня.

Длина волны лазера может быть выбрана для увеличения пропускания через стенку резервуара и любое покрытие из серебряной плёнки. Типичная длина волны составляет около 315 нм, поскольку серебро имеет окно пропускания около 315 нм. Детектор света, такой как фотодиод, который может по необязательному выбору содержать оптический проходной фильтр для заданной длины волны, может избирательно реагировать на

лазерное излучение. В варианте осуществления лампа может заменять лазер. Лампа может содержать мощную светодиодную (LED) матрицу. Датчик уровня может содержать источник коротковолнового излучения, такой как излучатель, способный излучать ультрафиолетовый свет, например, в области длин волн около 315-320 нм. Источник коротковолнового излучения может содержать дейтериевую лампу для освещения резервуара. Лампа может содержать видимую или инфракрасную лампу. В варианте осуществления источником освещения, таким как свет с короткой длиной волны выше уровня серебра, может быть излучение плазмы.

В одном варианте осуществления изобретения плазма освещает пространство над уровнем расплавленного металла интенсивным светом, который является прозрачным для резервуара. Прозрачный резервуар может содержать прозрачный материал, такой как, по меньшей мере, один из материалов из числа нитрида бора, карбида кремния и оксида алюминия. Уровень расплавленного металла может быть записан путём измерения отсутствия непрерывности света на уровне металла с использованием, по меньшей мере, одного детектора света, такого как фотодиод.

В варианте осуществления изобретения стенка резервуара 5c способна пропускать свет. Резервуар может состоять из по меньшей мере одного из материалов из числа оксида алюминия, сапфира, нитрида бора и карбида кремния, которые являются прозрачными для видимого и инфракрасного света. В варианте осуществления датчик уровня расплавленного металла, содержащий датчик уровня светопропускающего типа, обнаруживает свет, передаваемый изнутри резервуара 5c наружу, и изменение вертикальной интенсивности передаваемого света, по меньшей мере, одного датчика света обрабатывается с помощью процессора для определения уровня расплавленного металла. Процессор может принимать данные из обоих резервуаров и коррелировать эти данные для устранения любого влияния помутнения от расплавленного металла, протекающего на стенку резервуара, которое в противном случае может ошибочно указывать на наличие уровня расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения плазма, создаваемая при воспламенении в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, освещает стенку резервуара 5c, и некоторое количество света проникает сквозь стенку в областях выше уровня расплавленного металла. Светочувствительный датчик, такой как камера или фотодиод, может обнаруживать свет, который проходит через стенку резервуара. Светочувствительный датчик, такой как фотодиод, может сканироваться вертикально, или датчик уровня может содержать множество вертикально разделённых датчиков света, таких как фотодиоды. В варианте осуществления для определения уровня расплавленного

металла процессор обрабатывает, по меньшей мере, одно из значений: i) разницу в интенсивности света на изображении с камеры, ii) разницу в интенсивности света между множеством световых датчиков и iii) разницу в интенсивности света между вертикальными положениями датчика отсканированного света.

Для облегчения передачи или прохождения плазменного света через стенку резервуара к светочувствительному датчику резервуар может содержать, по меньшей мере, один проход для света, такой как выемка, углубление или утончённая область в стенке. По меньшей мере, один светочувствительный датчик, такой как камера, множество оптических датчиков или сканирующий оптический датчик, такой как диод, может записывать изменение передаваемого света в зависимости от высоты прохода вдоль резервуара. Свет может быть направлен к каждому удалённому светочувствительному датчику по оптоволоконному кабелю, такому как высокотемпературный оптоволоконный кабель, например, кварцевый кабель. Волоконно-оптические кабели или другой проводник для света могут усиливать внутренний световой сигнал относительно фонового излучения абсолютно чёрного тела. Внутренний сигнал от плазменного света может быть увеличен по сравнению с излучением абсолютно чёрного тела с помощью детектора света, который является избирательным для более коротких длин волн относительно спектра излучения абсолютно чёрного тела от внешней стенки резервуара. Детектор может содержать избирательный коротковолновый детектор или фильтр на детекторе. Детектор или фильтр могут позволять избирательное обнаружение синего или ультрафиолетового излучения. Детектор может обнаруживать коротковолновый свет, который пропускается стенкой резервуара, например, свет длиной более 320 нм в случае стенки из нитрида бора. Фоновый свет, такой как излучение абсолютно чёрного тела, может быть заблокирован световой шторкой с проникновением вдоль линии обзора проходов для света. Датчик уровня может содержать, по меньшей мере, одно стационарное или сканированное зеркало, чтобы отражать проходящий свет от, по меньшей мере, одного местоположения на стене к удалённому светочувствительному датчику. В показательном варианте осуществления изобретения для размещения нагревательной антенны 5f в непосредственной близости от резервуара 5c проходящий свет отражается вниз к основанию генератора, чтобы падать на детектор света. Зеркало может быть установлено на антенне 5f. Процессор может принимать и обрабатывать данные светочувствительного датчика для определения уровня расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня содержит источник поля, такой как токовая катушка, антенна или лампа, внутренняя по отношению к энергетическому элементу, например, внутренняя по отношению к резервуару, которая

излучает поле, такое как, по меньшей мере, одно из полей из числа магнитного поля и электромагнитного излучения к детектору внешнего поля. Интенсивность или пространственное изменение обнаруженного сигнала является функцией уровня расплавленного металла, и процессор использует соответствующие данные для определения уровня расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения светопропускающий датчик уровня расплавленного металла содержит источник света, который освещает стенку резервуара для получения изображения или вертикального изменения интенсивности света, которое вводится в процессор для идентификации уровня. Источник света может содержать по меньшей мере один компонент из числа лампы, лазера и плазмы. Лампа может быть внутренней по отношению к резервуару. Лампа может содержать лампу накаливания, такую как W-лампа или W-галогенная лампа. Лампа может содержать голую W-нить, соединённую с подводящими проводами, заключёнными в электрический изолятор, который может содержать огнеупорную керамику, такую как SiC или BN. Лампа может содержать два отдельных электрода, которые могут поддерживать плазму, такую как дуговая плазма. Лампа может содержать углеродную дугу. Изоляция может служить поддержкой, или лампа может содержать канал, который служит поддержкой. Трубопровод может содержать огнеупорный материал, такой как один из материалов раскрытия настоящего изобретения. Подводящие провода к внешнему источнику питания могут подавать питание к лампе. Источник питания может быть одним и тем же, по меньшей мере, с одним из источников из числа источника питания электромагнитного насоса, источника питания зажигания и источника питания нагревателя с индуктивной связью. Источник питания может находиться во второй камере внешнего корпуса энергетического элемента. Подводящие провода могут проникать в резервуар при подаче через основание в сборочном узле 5kk электромагнитного насоса. Лампа может быть размещена в термопарогильзе, которая может проникать в основание сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Стенка термопарогильзы может быть, по меньшей мере, частично прозрачной для внутренней лампы. Термопарогильза может содержать огнеупорный материал, такой как, по меньшей мере, один материал из числа оксида алюминия, сапфира, нитрида бора и карбида кремния, которые, по меньшей мере, частично прозрачны для света. В одном варианте осуществления лампа может освещать внутреннюю часть термопарогильзы. Лампа может находиться под термопарогильзой. Термопарогильза может содержать, по меньшей мере, одно зеркало или рассеиватель света, чтобы вызывать радиальное пропускание света из термопарогильзы (в горизонтальной плоскости).

Светочувствительный датчик может устранять помехи от фонового излучения абсолютно чёрного тела стенки резервуара. Светочувствительный датчик может избирательно реагировать на плазменный или ламповый свет. Светочувствительный датчик может содержать фильтр для пропускания избирательной области длин волн, характерной для плазмы или света лампы. Светочувствительный датчик может реагировать на множество длин волн, характерных для плазмы или света лампы. Светочувствительный датчик может содержать оптический пирометр или оптический датчик температуры.

В одном варианте осуществления изобретения энергетический элемент нагревается до желаемого температурного профиля, который поддерживает образование плазмы и рециркуляцию расплавленного металла, и примерное время начала впрыска расплавленного металла посредством электромагнитных насосов. Катушка 5f нагревателя может проходить по меньшей мере над частью излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, чтобы нагревать его до желаемого температурного профиля. Нагреватель может выдвигаться с помощью исполнительного механизма. Напряжение зажигания может быть приложено таким образом, что воспламенение и образование плазмы происходят в то время, когда потоки расплавленного металла от сдвоенных электромагнитных насосов пересекаются. Плазменный свет может проходить через стенку резервуара напрямую или через проходы, чтобы позволять определение уровня расплавленного металла.

Датчик может содержать ряд электрических контактов, разнесённых вдоль вертикальной оси резервуара, и, по меньшей мере, одно устройство из числа измерителя проводимости и ёмкости, чтобы измерять, по меньшей мере, одну величину из числа проводимости и ёмкости между электрическими контактами, при этом, по меньшей мере, одно из изменений проводимости и ёмкости возможно измерять через уровень расплавленного металла внутри резервуара. Каждый из электрических контрактов может содержать токопроводящее кольцо вокруг внутренней или внешней окружности, или части окружности резервуара. Измеритель проводимости может содержать омметр. В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из измерительных щупов электропроводности или ёмкостного сопротивления может содержать множество подводящих проводов, которые входят через трубку электромагнитного насоса, проходят вдоль трубки электромагнитного насоса и выходят из трубки электромагнитного насоса во множестве пространственно разнесённых местоположений в пределах требуемого диапазона высоты уровня расплавленного металла. Концевые выводы подводящих проводов могут заканчиваться на датчике или измерительном щупе. В качестве альтернативы, провода могут проходить в термопарогильзу, которая может быть

приварена к нижней части сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Измерительный щуп может содержать проводник или конденсатор. Проводимость между отдельными датчиками или относительные проводимости на отдельных датчиках могут использоваться для обнаружения уровня расплавленного металла, при котором проводимость увеличивается, когда измерительный щуп находится в контакте с расплавленным металлом. Подводящие провода могут содержать электрически изолированные провода, которые проникают через трубку электромагнитного насоса с наружной стороны резервуара с помощью герметичного электрического ввода через такой соединитель, как Swagelok. Подводящие провода могут выходить из трубки электромагнитного насоса внутри резервуара через электрически изолированные проходы, которые могут быть герметичными или негерметичными. Провода могут быть покрыты огнеупорным электрическим изолятором, таким как нитрид бора или другим огнеупорным покрытием согласно настоящему раскрытию изобретения. Провод может быть покрыт анодированным алюминием. Провод может содержать огнеупорный проводник, такой как Mo, W или другой проводник согласно настоящему раскрытию изобретения. В варианте осуществления провода могут быть заменены огнеупорными волоконно-оптическими кабелями, при этом уровень считывается с помощью оптического волокна.

В варианте осуществления изобретения, содержащем резервуары, включающие в себя электрический изолятор, такой как SiC, BN, Al_2O_3 или ZrO_2, множество продольно разнесённых проводов может проходить через стенку резервуара и охватывать диапазон изменения уровня расплавленного металла. Провода могут быть оголены. Провода могут быть герметизированы с помощью компрессионного уплотнения. Провода могут быть спечёнными или отлитыми на месте во время изготовления резервуара. В качестве альтернативы, провода могут быть вставлены через плотно прилегающие проходные отверстия. Проходы, такие как отверстия, могут создаваться посредством механической обработки, электроэрозионного фрезерования, водоструйного сверления, лазерного сверления или другого способа, известного в данной области техники. Плотно прилегающие провода могут иметь более высокий тепловой коэффициент расширения, чем у материала резервуара, в результате чего при нагреве резервуара образуется компрессионное уплотнение. Провода могут считывать, по меньшей мере, одну величину изменения из числа изменения проводимости и изменения ёмкости при изменении уровня расплавленного металла.

Датчик уровня, который измеряет уровень расплавленного серебра, по меньшей мере, по одному из изменений из числа изменения проводимости, индуктивности, ёмкости

и импеданса, в зависимости от уровня расплавленного металла, может содержать опорный электрический контакт, такой как контакт, на основании сборочного узла 5kk электромагнитного насоса и по меньшей мере, один провод измерительного щупа, размещённый в термопарогильзе, которая прикреплена к нижней части резервуара, например к нижней части сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Ёмкостный датчик может содержать две пластины, которые могут заполняться расплавленным металлом в зависимости от уровня и реагировать на этот уровень. Датчик индуктивности может содержать катушку, в которой поток, связанный с катушкой, зависит от уровня расплавленного металла. Термопарогильза может быть закреплена с помощью крепежа, такого как Swagelok, или может быть приварена к нижней части сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Провода могут быть электрически и физически прикреплены к внутренней стенке термопарогильзы на конце каждого провода. Соответствующие электрические контакты по меньшей мере одного провода могут быть разнесёнными по вертикали. Показательная термопарогильза содержит огнеупорную металлическую трубу, такую как труба из Mo, которая может быть закреплена с помощью приваренного соединителя Swagelok из нержавеющей стали на дне узла электромагнитного насоса 5kk, пи этом провод измерительного щупа проводимости, изолированный оболочкой из оксида алюминия, входит в открытый конец на дне сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, перемещается внутри трубки и прикрепляется с помощью сварки к конусу из Mo, приваренному к концу трубки. Металлический измерительный щуп, способный перекристаллизовываться при повышенной температуре, может быть предварительно нагрет для перекристаллизации металла перед применением его в качестве измерительного щупа. Проводимость измеряется между проводом измерительного щупа и эталонным контактом, прикреплённым к основанию сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. В другом варианте осуществления изобретения выходной участок трубки 5k6 электромагнитного насоса служит в качестве термопарогильзы. При повышении уровня серебра проводимость между измерительным щупом и эталоном падает из-за параллельного пути тока измерительного щупа через расплавленный металл. Проводимость как функция от уровня металла может быть откалибрована. Калибровка может быть выполнена в соответствии с температурой термопарогильзы. Термопарогильза может дополнительно содержать термопару для измерения температуры термопарогильзы на измерительный щупе, чтобы позволить выбор соответствующей калибровки. Альтернативно, датчик проводимости может содержать два согласованных измерительных щупа в отдельных резервуарах, таких как две согласованные перекристаллизованные W-трубки, в которых относительная скорость

прокачки электромагнитного насоса регулируется таким образом, чтобы соответствовать проводимостям двух измерительных щупов для контроля и соответствия уровням расплавленного металла в двух резервуарах. Датчик может дополнительно содержать калибровочную кривую для любой смещённой проводимости между измерительными щупами как функцию по меньшей мере от одного из параметров из числа средней проводимости и рабочей температуры. Измерительный щуп проводимости может содержать электрически изолирующую оболочку или покрытие для предотвращения образования дуги от воздействия энергии зажигания при сохранении достаточного электрического соединения для считывания проводимости. Измерительный щуп проводимости может содержать полупроводник, который может иметь добавки. Проводимость может быть измерена с помощью тока или напряжения высокочастотного измерительного щупа, при этом соответствующий сигнал напряжения или тока для определения проводимости может быть дополнительно отфильтрован для устранения эффектов шума, таких как шум, вызванный током зажигания.

Датчик уровня, который считывает уровень расплавленного серебра по меньшей мере по одному из параметров из числа отличающейся проводимости или ёмкости между или на множестве проводников в зависимости от уровня расплавленного металла, может содержать множество проводников, таких как провода, проходящие через стенку резервуара. Стенка резервуара может содержать электрический изолятор, такой как нитрид бора или карбид кремния. Провода могут герметизироваться посредством сжатия вследствие отличающегося теплового расширения проводов относительно материала стенки. Например, каждый из материалов из числа Mo, Ta и Nb имеет подходящий более высокий коэффициент теплового расширения, чем SiC. Уплотнение может быть достигнуто для энергетического элемента при комнатной температуре путём выполнения по меньшей мере одного начального этапа нагревания стенки и охлаждения проводов с помощью таких средств, как нанесение криогенного вещества, такого как жидкий азот, перед вводом проводов через отверстия в стенке резервуара, которые имеют плотную посадку при отсутствии нагревания стенки или охлаждения проводов. В другом варианте осуществления изобретения провода могут быть герметизированы посредством формования, склеивания или герметизации. В качестве альтернативы, герметизация может быть достигнута во время изготовления посредством встраивания проводов в материал стенки. Провода могут быть герметизированы на месте во время изготовления резервуара с помощью клея или герметика.

Датчик может содержать зависящий от уровня датчик акустической резонансной частоты. Резервуар может содержать полость. Как правило, полости, такие как

музыкальные инструменты, или такие как частично заполненные бутылки с водой, имеют резонансную частоту, такую как основная нота, в зависимости от уровня заполнения водой. В варианте осуществления изобретения полость резервуара имеет резонансную акустическую частоту, которая зависит от уровня заполнения расплавленным металлом. Частота может сдвигаться при изменении уровня расплавленного металла и изменении объёма заполненной газом части относительно заполненной металлом части полости резервуара. По меньшей мере одна резонансная акустическая волна может поддерживаться в резервуаре с частотой, которая зависит от уровня заполнения. Датчик может быть откалиброван с использованием уровня заполнения и соответствующей частоты при заданных условиях работы, таких как температура резервуара и энергетического элемента.

Резонансный акустический датчик может содержать средство для возбуждения акустической волны, такое как стоячая акустическая волна, и анализатор акустической частоты для обнаружения частоты акустической волны, зависящей от уровня металла. Средство для возбуждения звука в полости резервуара может содержать механическое, пневматическое, гидравлическое, пьезоэлектрическое, электромагнитное, приводимое в действие сервомотором средство для обратимой деформации стенки резервуара. Средства по меньшей мере для одного действия из числа возбуждения и приёма звука в полости резервуара могут содержать приводимую в действие диафрагму. Диафрагма может вызывать распространение звука в резервуаре. Диафрагма может содержать компонент энергетического элемента, такой как, по меньшей мере, один из компонентов из числа электромагнитного насоса, верхней полусферы и нижней полусферы. Контакт между акустическим источником возбуждения и компонентом для акустического возбуждения может осуществляться через измерительный щуп, например, измерительный щуп из огнеупорного материала, который устойчив к температуре в точке контакта с компонентом. Средство для возбуждения звука в полости резервуара может содержать звуколокационную установку, такую как акустическую звуколокационную установку. Частотный анализатор может представлять собой микрофон, который может принимать резонансную частотную характеристику резервуара в виде звука через газ, окружающий компонент. Средство для приёма и анализа звука может содержать микрофон, преобразователь, преобразователь давления, конденсаторную пластину, которая может деформироваться звуком и может иметь остаточный заряд, а также может содержать другие анализаторы звука, известные в данной области техники. В варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, одно из средств, вызывающих акустическое возбуждение резервуара и принимающих резонансную акустическую

частоту, может содержать микрофон. Микрофон может содержать частотный анализатор для определения уровня заполнения. По меньшей мере, одно устройство из числа из источника возбуждения и приёмника может быть расположено снаружи от внешнего сосуда 5b3a высокого давления.

В варианте осуществления изобретения акустический датчик содержит пьезоэлектрический преобразователь частоты звука. Датчик может принимать звук через звуковод, такой как полый канал или сплошной канал. Звук может возбуждаться с помощью излучателя звука резервуара. Пьезоэлектрический преобразователь может содержать автомобильный датчик детонации. Датчик детонации может соответствовать акустическим резонансным характеристикам резервуара с серебром на желаемом уровне. Резонансные характеристики могут быть определены с использованием акселерометра. Проводник звукового канала может непосредственно прикрепляться к резервуару и преобразователю. Звуковой проводник может содержать огнеупорный материал, такой как вольфрам или углерод. Преобразователь может быть расположен снаружи горячей области, например, снаружи от внешнего сосуда 5b3a высокого давления. В показательном варианте осуществления датчик детонации ввинчивается в отверстие в опорной плите 5b3b внешнего сосуда 5b3a, присоединённой к звуковому проводнику, который находится в контакте с резервуаром на противоположном конце. Звуковой канал может проходить вдоль вертикальной оси, чтобы избежать помех, вызванных перемещением катушки 5f. Узкополосный фильтр может выборочно пропускать частоты, подходящие для определения уровня серебра в резервуаре. Контроллер может регулировать токи электромагнитного насоса для изменения уровня серебра до желаемого уровня, при этом уровень определяется по частотам, которые являются функцией от уровня.

Акустический датчик может содержать по меньшей мере один измерительный щуп или полость внутри резервуара. Полость может содержать термопарогильзу. Термопарогильза может быть приварена к основанию сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Термопарогильза может быть полой или сплошной. Измерительный щуп может содержать трубку с закрытым концом или стержень, соединённый с основанием сборочного узла 5kk электромагнитного насоса с помощью крепежа, такого как Swagelok. В измерительном щупе или полости могут вызываться вибрации от звуколокационной установки. Излучатель звука может быть расположен за пределами областей с повышенными температурами с использованием соединительного стержня, например, соединительного стержня из огнеупорного материала, такого как один из материалов, содержащий Mo, W, Ta, или нержавеющую сталь, которые передают

эхолокационное воздействие от звуколокационной установки. Ориентация может быть такой, которая наиболее эффективна при колебательном возбуждении. Датчик вибрации, такой как микрофон, может считывать частоту колебаний, причём частота является характеристической, и используется для определения уровня расплавленного металла вокруг измерительного щупа или полости. Измерительный щуп или полость могут быть выбраны для облегчения считывания акустической частоты уровня расплавленного металла. Частотная зависимость уровня расплавленного металла может быть откалибрована. Калибровка может быть отрегулирована для рабочей температуры, которая может быть измерена. Металлический измерительный щуп, способный перекристаллизовываться при повышенной температуре, может быть предварительно нагрет для перекристаллизации металла перед применением в качестве измерительного щупа. Альтернативно, акустический датчик может содержать два согласованных измерительных щупа в отдельных резервуарах, таких как две согласованные перекристаллизованные W-трубки, в которых относительные скорости закачки электромагнитного насоса регулируются таким образом, чтобы соответствовать частотам двух измерительных щупов для контроля и соответствия уровням расплавленного металла в двух резервуарах. Датчик может дополнительно содержать калибровочную кривую для любой частоты смещения между измерительными щупами в зависимости от, по меньшей мере, одного из параметров из числа средней частоты и рабочей температуры.

Измерительный щуп или полость могут содержать огнеупорный материал, такой как, по меньшей мере, один из материалов из числа Mo, титан-цирконий-молибдена (TZM), молибден-гафний-углерода (MHC), молибден-оксид лантана (ML), молибден-ILQ (MoILQ), молибден-вольфрама (MoW), молибден-рения (MoRe), молибден-меди (MoCu), оксид молибдена-циркония ($MoZrO_2$), W, углерода, Ta, оксида алюминия, диоксида циркония, MgO, SiC, BN и других тугоплавких металлов, сплавов и керамики согласно настоящему раскрытию изобретения, а также тех, которые известны в данной области техники. Металлический измерительный щуп может содержать электроизолирующую крышку или оболочку, или электроизоляционное покрытие, такое как муллит, SiC или другое покрытие согласно настоящему раскрытию изобретения или известное в данной области техники, для предотвращения образования дуги с энергией зажигания. Керамический измерительный щуп может содержать пустотелую полость, такую как пустотелая трубка с герметично закрытыми концами. Керамический измерительный щуп может прикрепляться к нижней части сборочного узла 5kk электромагнитного насоса с помощью резьбового соединения, такого как соответствующая резьбовая приварная кольцевая муфта на основании сборочного узла электромагнитного насоса. Другие

показательные крепёжные детали включают в себя фиксирующую кольцевую муфту, зажим, кольцевую муфту или держатель с установочным винтом и крепёжное устройство Swagelok. Типичный керамический измерительный щуп содержит расточенную трубку из нитрида бора (BN), которая не расточена на одном конце и загерметизирована на другом конце, который привинчивается к резьбовому кольцу из нержавеющей стали, приваренному к основанию сборочного узла трубки электромагнитного насоса. Измерительный щуп может дополнительно содержать штифт, который проникает в основание сборочного узла электромагнитного насоса, и герметичный конец керамического измерительного щупа для проникновения в полую часть. Штифт может быть с резьбой. Штифт может ввинчиваться, по меньшей мере, в один из компонентов из числа основания сборочного узла электромагнитного насоса и герметичного конца керамической трубки. Трубка может содержать нитрид бора. Штифт может использоваться, по меньшей мере, для передачи или приёма акустической энергии вдоль измерительного щупа. Измерительный щуп может содержать пьезоэлектрическую или микроэлектромеханическую систему (MEMS), в которой возбуждение и считывание по меньшей мере одной величины из числа акустической частоты, вибрации и ускорения могут быть достигнуты путём приложения и измерения пьезоэлектрического напряжения или сигнала MEMS. Датчик может содержать акселерометр, который измеряет демпфирующее ускорение расплавленного металла или частоту колебаний измерительного щупа. Возбуждение и считывание могут быть достигнуты с использованием одного и того же устройства. Эхолокационные и считывающие средства могут быть объединены в одном устройстве. Уровень расплавленного металла может контролироваться для согласования акустических характеристик отдельных измерительных щупов в отдельных резервуарах, при этом любое смещение может быть определено посредством калибровки и использовано в алгоритме управления согласованием.

В варианте осуществления изобретения акустический датчик может содержать звуколокационную установку, которая возбуждает движение, такое как вибрация, в выходной части трубки 5k6 электромагнитного насоса. Возбуждение может быть непрерывным, с желаемой частотой, такой как частота механического резонанса трубки электромагнитного насоса, или прерывистым. Конец трубки электромагнитного насоса может содержать прикреплённый вибрационный демпфер. Вибрационный демпфер может содержать лопасти, которые являются поперечными к продольной оси трубки электромагнитного насоса. Вибрационный демпфер может содержать огнеупорный материал. Материал может быть электрически изолирующим, таким как нитрид бора или

SiC. Демпфер может крепиться к соплу 5q с помощью крепёжной детали. Крепление может быть достигнуто с помощью резьбовых деталей. Резьбовой демпфер и сопло, или конец трубки электромагнитного насоса могут быть привинчены друг к другу. Демпфер может находиться поблизости от поверхности расплавленного металла. Демпфер может быть погружён в металл или частично выступать над поверхностью металла. Глубина погружения демпфера в расплавленном металле может определять величину вибрационного демпфирования. Вибрационное демпфирование может быть измерено по меньшей мере одним из способов из числа изменения частоты, ускорения или амплитуды в акустической энергии, повторно излучаемой трубкой электромагнитного насоса. Излучаемая акустическая энергия может считываться на трубке электромагнитного насоса, например, в местоположении за пределами резервуара. Альтернативно, излучаемая акустическая энергия может считываться от стенки резервуара. Трубопровод, способный выдерживать высокую температуру, который может быть прикреплён к стенке резервуара, может передавать звук. Прикрепление может содержать резьбовое соединение или зажимную кольцевую муфту вокруг резервуара. В варианте осуществления изобретения акустический датчик содержит внешнее средство гашения или подавления звука для улучшения акустического сигнала по отношению к шуму. Средство демпфирования может содержать звукопоглощающий материал, такой как известный в данной области техники. Средство подавления звука может содержать активную систему подавления звука, такую как известная в данной области техники.

Альтернативно, вибрирующий объект внутри резервуара, такой как трубка электромагнитного насоса или измерительный щуп, может передавать свои вибрации на стенку резервуара, которые будут вибрировать аналогичным образом. Вибрации стенки резервуара могут измеряться электромагнитно с помощью устройства, которое обнаруживает сдвиги частоты или положения отраженного света, первоначально падающего на вибрирующую стенку. Падающее электромагнитное излучение может находиться в диапазоне длин волн, который имеет высокую отражательную способность, например, в видимой области для микроволнового излучения. Анализатор может содержать гетеродин или интерферометр для измерения сдвигов частоты, или датчик положения для измерения сдвига положения. Анализатор может содержать средство для преобразования отражённого луча в электрические сигналы, такое как фотогальванический элемент, фотодиод или фототранзистор. Датчик может содержать процессор сигналов для обработки сдвигов частоты или положения в акустическом сигнале, который является функцией от уровня расплавленного металла. Акустический датчик может содержать микрофон видимого, инфракрасного или микроволнового

лазерного интерферометра. Лазер может содержать диодный лазер. Примером лазерного микрофона, основанного на сдвигах частоты возвращающегося или отражённого лазерного луча, вызванного перемещением стенки резервуара, в котором сдвиги частоты обнаруживаются с помощью интерферометрии, является способ, предоставленный Принстонским университетом (http://www.princeton.edu/~romalis/PHYS210/Microphone/). Примером лазерного микрофона, в котором используются сдвиги положения возвращающегося или отражённого лазерного луча, вызванные перемещением стенки резервуара, является способ, который предоставлен на сайтах Lucidscience (http://www.lucidscience.com/pro-laser%20spy%20device-1.aspx; и hackaday http://hackaday.com/2010/09/25/laser-mic-makes-eavesdropping-remarkably-simple/). В другом варианте осуществления изобретения время пролёта лазерных импульсов как функция времени используется для измерения смещений стенки, частоты и амплитуды акустического сигнала. Акустический датчик может содержать систему обнаружения и измерения освещённости (LIDAR). Микрофон, который может быть прикреплён к стенке резервуара, может измерять вибрации стенки. Микрофон может содержать пьезоэлектрическое устройство.

Акустический анализатор может быть одним из устройств настоящего раскрытия изобретения, таких как микрофон и частотный анализатор. Уровень расплавленного металла может контролироваться для соответствия акустическим характеристикам отдельных датчиков отдельных резервуаров, причём любое отклонение может быть определено с помощью калибровки и использовано в алгоритме управления соответствием. В альтернативном варианте датчик может содержать измерительный щуп, дополнительно содержащий демпфер колебаний на его конце. Демпфер может усиливать сигнал из-за любого изменения уровня расплавленного металла.

Датчик может содержать две параллельные пластины, введённые с электрическими чувствительными соединениями через проходы в основании сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Расплавленный металл может заполнять пластины до уровня расплавленного металла. С помощью звуколокационной установки может быть вызвана вибрация металлических пластин. По меньшей мере, одно из изменений из числа изменений индуктивности и ёмкости связано с изменением частоты колебаний, которая является функцией уровня расплавленного металла между пластинами. В другом варианте осуществления изобретения, по меньшей мере, один из элементов из числа противоположной пары магнитных катушек и обкладок конденсатора встраивается в термопарогильзу электрического изолятора, такую как та, которая содержит нитрид бора. Звуколокационная установка может вызывать вибрации термопарогильзы, и по меньшей

мере одна из величин из числа индуктивности и ёмкости между катушками или пластинами может быть считана через электрические соединения, в которых эти параметры являются функцией уровня металла между противоположными элементами пары. Считывание показаний может быть достигнуто путём подачи по меньшей мере одной из величин из числа тока и напряжения на катушки и пластины.

Датчик уровня может содержать световую систему обнаружения и измерения дальности (LIDAR), в которой время прохождения лазерных импульсов, излучаемых излучателем датчика, отражённых от уровня и обнаруженных детектором датчика, измеряется датчиком для получения положения уровня расплавленного металла. В другом варианте осуществления изобретения датчик уровня может содержать управляемую радиолокационную систему. Электромагнитное излучение другой частоты, например, от радара, может заменить свет в системе LIDAR.

В другом варианте осуществления изобретения датчик уровня может содержать ультразвуковое устройство, такое как измеритель толщины, который содержит ультразвуковой излучатель и приёмник, который считывает уровень расплавленного металла путём преобразования времени прохождения импульса звуковой энергии, посылаемой в резервуар и отражаемой обратно от внутреннего пространства резервуара. Звук может распространяться вертикально, чтобы считывать глубину расплавленного металла. Излучатель и приёмник могут быть расположены в основании сборочного узла 5kk электромагнитного насоса для передачи и приёма звука вдоль вертикальной оси или продольной оси резервуара, также называемой осью z. В другом варианте осуществления излучатель и приёмник могут быть расположены на стороне резервуара. Звук может передаваться и приниматься вдоль поперечной оси или плоскости. Отражения могут быть от противоположной стенки резервуара или поверхности расплавленного металла, когда уровень металла загораживает путь звука. Излучатель и приёмник могут содержать множество устройств, пространственно разделённых вдоль оси z, чтобы отображать уровень. Излучатель и приёмник могут содержать одно и то же устройство, такое как пьезоэлектрический преобразователь. Преобразователь может находиться в непосредственном контакте с основанием сборочного узла 5kk электромагнитного насоса или стенкой резервуара. Альтернативно, звук может передаваться с использованием звукового канала, который может работать при высокой температуре. Примером датчика толщины является измеритель серии Elcometer MTG (http://www.elcometerusa.com/ultrasonic-ndt/Material-Thickness-Gauges/). Данные о времени пролёта сигнала могут обрабатываться процессором, откалиброванным для определения уровня металла по данным и для управления относительными скоростями

электромагнитного насоса для контроля уровней металла в резервуаре.

В другом варианте осуществления изобретения датчик уровня может содержать, по меньшей мере, один шлейф-датчик, известный в данной области техники, такой как шлейф-датчик в микроволновом диапазоне. Шлейф-датчик может сканироваться над областью уровня расплавленного металла, чтобы обнаружить его. Сканирование может быть достигнуто с помощью исполнительного механизма, такого как механический, электромеханический, пьезоэлектрический, гидравлический, пневматический или другой тип исполнительного механизма согласно раскрытию изобретения, или известного в данной области техники. В качестве альтернативы датчик уровня может содержать множество шлейф-датчиков, которые могут измерять уровень путём сравнения сигнала между множеством шлейф-датчиков.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня может содержать датчик измерения уровня вихревых токов (ECLMS). ECLMS может содержать по меньшей мере три катушки, такие как первичная и две вторичные считывающие катушки. ECLMS может дополнительно содержать источник высокочастотного тока, такой как радиочастотный источник. Радиочастотный ток может быть приложен к первичной катушке для создания высокочастотного магнитного поля, которое, следовательно, генерирует вихревой ток на поверхности расплавленного металла. Вихревые токи могут вызывать напряжения в двух считывающих катушках, которые могут быть расположены по обе стороны от первичной катушки. Разница в напряжениях считывающих катушек изменяется в зависимости от различных расстояний от датчика до поверхности металла. ECLMS может быть откалиброван до уровня расплавленного металла, чтобы он мог считывать уровень во время работы энергетического элемента.

Датчик может содержать измеритель импеданса, который реагирует на уровень серебра в резервуаре. Измеритель импеданса может содержать катушку, которая реагирует на индуктивность, являющуюся функцией уровня металла. Катушка может содержать индуктивно связанную нагревательную катушку. Катушка может содержать высокотемпературный или тугоплавкий металлический провод, такой как W или Mo, покрытый высокотемпературной изоляцией. Шаг проволоки катушки может быть таким, чтобы неизолированный провод не создавал электрическое короткое замыкание. Расплавленное серебро может содержать добавку, такую как ферромагнитный или парамагнитный металл, или соединение, такое как известное в данной области техники, для увеличения реагирования на индуктивность. Индуктивность может быть измерена по сдвигу фаз между током и напряжением, измеренным на катушке, управляемой с помощью формы сигнала переменного тока. Частота может быть радиочастотой,

например, в диапазоне от 5 кГц до 1 МГц.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня может содержать датчик формирования изображения, который содержит множество излучателей и приёмников, которые излучают электромагнитные сигналы из множества местоположений и принимают сигналы во множестве местоположений, чтобы отображать уровень. Сигнал изображения может быть откалиброван по уровню. Излучатели и приёмники могут содержать антенны, такие как радиочастотные антенны. Диапазон частот может находиться в области диапазонов от кГц до ГГц. Показательный диапазон составляет от 5 до 10 ГГц радиочастотного RF диапазона. Датчик формирования изображения может содержать радиочастотную антенную решётку для построения данных из отражённых сигналов. Датчик может содержать процессор для обеспечения обратной связи по типу плотности из необработанных данных для идентификации уровня. Примером датчика формирования изображения является Walabot, содержащий программируемый 3D-датчик, который просматривает объекты с использованием радиочастотной технологии, которая проникает через стенку резервуара. Датчик Walabot использует антенную решётку, чтобы подсветить область перед ним и считывать возвращающиеся сигналы. Сигналы вырабатываются и записываются с помощью интегральной микросхемы системы VYYR2401 A3. Данные передаются на хост-устройство с использованием интерфейса USB, который реализован с использованием контроллера Cypress. Датчик может содержать радиочастотные фильтры для устранения радиочастотных помех от индуктивно-связанного нагревателя.

Датчик может содержать серию устройств для измерения температуры, таких как термисторы или термопары, расположенные вдоль вертикальной оси резервуара, для измерения температуры между приборами для измерения температуры, в которых температура до какой-то степени изменяется на уровне расплавленного металла внутри резервуара. В варианте осуществления изобретения датчик содержит множество термопар, с пространственно разделённым расположением на разных высотах внутри резервуара. Считываемая температура является функцией уровня расплавленного серебра. Термопары могут быть помещены в термопарогильзу, которая может быть приварена к нижней части сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Термопарогильзы могут содержать огнеупорный материал, такой как Mo, Ta или другой материал настоящего раскрытия изобретения. Термопарогильзы могут быть закреплены такими крепёжными элементами, как Swagelok. Термопары, такие как термопары настоящего раскрытия изобретения, могут быть способны противостоять высокой температуре. Несколько термопар могут быть разнесены по вертикали в одной термопарогильзе. Выпускное

отверстие трубки 5k6 электромагнитного насоса может служить в качестве термопарогильзы. Прохождение трубки электромагнитного насоса за пределы резервуара может включать в себя известную в данной области технику, например, Swagelok или электрический сквозной ввод. Термопары могут быть заменены другим датчиком температуры, таким как оптический датчик температуры.

Датчик может содержать инфракрасную камеру. Инфракрасная характеристика температуры может меняться на уровне серебра. Датчик уровня может содержать по меньшей мере одну термопарогильзу и источник электромагнитного излучения, а также соответствующий детектор. Термопарогильза может содержать закрытый канал во внутренней части резервуара 5c, который может прикрепляться к основанию резервуара. Крепление может быть в основании сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Термопарогильза может содержать прозрачный для электромагнитного излучения материал, такой как электрический изолятор, например, оксид алюминия, MgO, ZrO_2, нитрид бора и карбид кремния. Датчик может освещать внутреннюю часть камеры электромагнитным излучением, которое может проходить через стенку термопарогильзы и отражаться от уровня расплавленного металла. Датчик для отображения уровня расплавленного металла может обнаруживать отражённое электромагнитное излучение. Электромагнитное излучение может содержать луч, который можно сканировать в области уровня. Датчик может содержать процессор для обработки отражённого изображения для определения уровня расплавленного металла. Отражённое электромагнитное излучение может освещать область на детекторе электромагнитного излучения. Площадь может изменяться в зависимости от положения уровня, падающего электромагнитного излучения и детектора. Площадь освещённого детектора может изменяться в размере в зависимости от уровня металла и соответствующего сечения конической термопарогильзы на пересечении с уровнем расплавленного металла. Например, отражение может содержать кольцо, которое может иметь меньший диаметр, так как уровень находится выше. Электромагнитное излучение датчика может быть выбрано таким образом, чтобы уменьшать фоновое электромагнитное излучение. Электромагнитное излучение датчика может содержать длину волны, при которой излучение абсолютно чёрного тела нагретой термопарогильзы или ячейки не имеет значительной интенсивности фона. Электромагнитное излучение может содержать, по меньшей мере, одну область диапазона из числа инфракрасного, видимого и ультрафиолетового излучения. Показательный диапазон длин волн составляет приблизительно от 250 нм до 320 нм, в котором серебро имеет окно пропускания, в результате чего отражение избирательно обусловлено колонной серебра, а не тонкой

серебряной плёнкой.

В варианте осуществления изобретения датчик содержит датчик давления, в котором давление увеличивается с увеличением уровня. Повышение давления может быть связано с увеличением давления на выходе вследствие дополнительного веса колонны расплавленного металла в резервуаре 5c.

В варианте осуществления изобретения датчик содержит датчик веса для обнаружения изменения веса, по меньшей мере, одного резервуара или изменения центра тяжести между резервуарами, когда вес увеличивается с увеличением уровня расплавленного металла в резервуаре. Различное распределение веса между резервуарами смещает измеренный центр тяжести. Датчик веса может быть расположен в местоположении, которое имеет смещение или изменение давления в ответ на увеличение массы в соответствующем резервуаре. Местоположение может находиться на опоре соответствующего резервуара. Датчик веса может находиться внутри резервуара, где датчик может реагировать, по меньшей мере, на изменение одного из параметров из числа веса и давления в зависимости от уровня расплавленного металла. Датчик может передавать свой сигнал по меньшей мере на один провод, который может проникать в энергетический элемент. Уровень расплавленного металла может контролироваться для того, чтобы соответствовать реакциям на вес и давление отдельных измерительных щупов в отдельных резервуарах, при этом любая компенсация может определяться с помощью калибровки и механизма контроля соответствия. Провод может проходить от датчика, размещённого внутри резервуара, во впускное отверстие трубки 5k6 электромагнитного насоса, и проходить в трубку 5k6 электромагнитного насоса в секции, расположенной снаружи резервуара 5c. Место прохода может герметизироваться посредством питающего ввода через сквозное отверстие или крепёжной детали, такой как Swagelok. Датчик веса может быть датчиком, которому требуется давление с минимальным смещением. Датчик может быть пьезоэлектрическим датчиком или другим аналогичным датчиком, известным специалистам в данной области техники.

В варианте осуществления изобретения датчик веса или давления может размещаться в кожухе, то есть вдали от зоны повышенной температуры энергетического элемента, в то же время поддерживается непрерывность давления или веса. Непрерывность давления или веса может реализовываться присоединением расплавленного металла от компонента энергетического элемента, такого как резервуар или трубка электромагнитного насоса, такая как участок трубки снаружи резервуара. Присоединение расплавленного металла может содержать столб расплавленного металла, который имеет более высокую плотность, чем плотность расплавленного металла в

резервуаре. Например, столб золота, содержащийся в трубке, подсоединённой к трубке электромагнитного насоса снаружи резервуара, может присоединяться к кожуху, содержащему датчик веса или давления. В варианте осуществления изобретения непрерывное соединение может содержать металл с более высокой плотностью и более низкой точкой металлизации, чем у металла в резервуаре, для того, чтобы облегчать использование датчика веса или давления, который функционирует при более низкой температуре.

Датчик уровня, который реагирует на вес расплавленного металла, может содержать весы, при этом наклон весов изменяется в зависимости от уровня серебра. Весы могут содержать два жёстко соединённых рычага. Рычаги могут прикрепляться к точке опоры. Весы могут содержать контакт на конце каждого рычага. Каждый контакт может соприкасаться с диафрагмой или сильфоном на дне резервуара. Диафрагма может быть покрыта лунками, так как покрытая лунками внешняя поверхность обеспечит бóльшую подвижность. Диафрагма может быть полусферической. Диафрагма может смещаться вниз в зависимости от веса расплавленного металла в соответствующем резервуаре. По меньшей мере один компонент из числа участка рычага или контактов может электрически изолироваться для предотвращения протекания тока между резервуарами. Весы могут содержать балку весов с прикреплёнными поршнями на каждом конце балки. Поршни могут содержать электрические изоляторы. Каждый поршень может соприкасаться со своей диафрагмой в основании резервуара. Датчик наклона, такой как по меньшей мере один датчик из числа датчиков смещения, деформации или кручения, может считывать наклон балки или рычага. Датчик наклона может содержать выступающую часть от балки, которая усиливает наклон, считываемый датчиком наклона. Приводимый в качестве примера датчик наклона может содержать соединение по меньшей мере одного участка рычага или балки весов с датчиком деформаций. Приводимые в качестве примера весы содержат металлическую балку, такую как балка из нержавеющей стали, имеющую на концах поршни из оксида алюминия или нитрида бора. Каждый поршень может находиться в контакте со своей вваренной тонкой диафрагмой из нержавеющей стали в основании сборочного узла электромагнитного насоса, при этом угол наклона может измеряться с помощью датчика деформаций через соединение с одним концом балки. Соединение может позволять удалять датчик деформаций из области повышенной температуры SunCell®. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа соединения и поршней может содержать тугоплавкий материал, который также может противостоять нагреву индуктивно-связанным нагревателем. Весы могут настраиваться для достижения весового баланса

между концами балки или между рычагами на желаемых уровнях в резервуарах для расплавленного металла. Баланс может обеспечиваться добавлением веса к одному концу балки или к одному рычагу. В качестве альтернативы, может настраиваться положение точки опоры. В варианте осуществления изобретения датчик весового типа дополнительно содержит процессор для приёма данных о наклоне и регулировки электрического тока электромагнитного насоса с целью выравнивания уровней расплавленного металла в резервуарах. Датчик уровня весового типа может дополнительно содержать датчики для вызванных поступательным движением сил, как в случае источника движущей силы SunCells®. Датчик уровня весового типа может дополнительно содержать по меньшей мере одно устройство из числа акселерометра, микроэлектромеханического (МЭМС) устройства и гироскопа для того, чтобы предоставлять данные процессору, который модифицирует реакцию на данные о наклоне для коррекции внешних поступательных вызываемых сил при управлении относительными скоростями электромагнитного насоса. Датчик уровня весового типа может дополнительно содержать средство демпфирования или гашения вибрации, такое как по меньшей мере одно средство из числа демпфирующих опор или втулок, амортизаторов и систем активного гашения вибрации, таких как системы, известные в данной области техники, для сокращения влияния внешних вибраций.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня весового типа содержит экстензометр, такой как датчик смещения раскрытия трещин (COD). Примером датчиков COD является один из экстензометров фирмы Epsilon моделей 3548COD, 3448COD, 3549COD и 3648COD, каждый из которых измеряет деформацию. Экстензометр может содержать стержни, такие как стержни из оксида алюминия или карбида кремния, которые контактируют с диафрагмами в сборочном узле 5kk трубки электромагнитного насоса. Экстензометр может быть бесконтактного типа, например, такой, который содержит лазеры для измерения расстояний. Примером такого датчика являются лазерные экстензометры фирмы Epsilon моделей LE-05 и LE-15, каждый из которых содержит высокоскоростной лазерный сканер для определения расстояния между точками отражения, расположенными, например, на каждой из двух диафрагм. Диафрагма может содержать отражающую поверхность для отражения лазерного луча. Примером отражающей поверхности, содержащей неокисляющуюся отражающую фольгу, имеющую высокую температуру плавления, является платиновая фольга (температура плавления составляет 1768 °C). Сигнал экстензометра может фильтроваться для удаления шума, такого как шум от вибраций.

В варианте осуществления изобретения диафрагма содержит значительный участок

площади дна сборочного узла 5kk электромагнитного насоса для того, чтобы максимизировать чувствительность к изменению высоты столба и соответствующему изменению веса. В варианте осуществления изобретения диафрагма имеет относительно низкое сопротивление деформации по сравнению с сопротивлением сжатию или коэффициентом жёсткости пружины датчика перемещения или экстензометра. В этом случае обнаружение уровня становится менее чувствительным к температуре диафрагмы, что может изменить её сопротивление деформации. В варианте осуществления изобретения диафрагма содержит материал, который изменяет своё сопротивление в ответ на деформацию. Диафрагма может содержать ветвь моста Уитстона, который считывает деформацию в зависимости от уровня расплавленного металла как изменение калиброванного сопротивления.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня содержит управляемый механический измерительный щуп, который по меньшей мере частично погружён в расплавленный металл тогда, когда уровень металла имеет желаемую высоту, при этом расплавленный металл оказывает сопротивление перемещению управляемого измерительного щупа, и сопротивление измеряется в качестве входного сигнала для процессора, который определяет уровень на основании величины сопротивления. Измерительный щуп может по меньшей мере вращаться или перемещаться. Измерительный щуп может содержать тугоплавкий материал, такой как W, SiC, углерод или BN. Измерительный щуп может проникать в резервуар 5c в сборочном узле 5кк электромагнитного насоса. Механическое перемещение может поддерживаться подшипником, который способен выдерживать высокие температуры, такие как 962–1200 °C. Датчик может содержать сильфон, который допускает продольное перемещение. Сопротивление как функция уровня металла может измеряться датчиком деформаций.

В варианте осуществления изобретения датчик уровня содержит по меньшей мере один датчик электрических параметров с разрешением по времени, таких как реактивное сопротивление, импеданс, электрическое сопротивление, индуктивность, ёмкость, напряжение, сила тока, и мощность, при этом датчик измеряет по меньшей мере один электрический параметр электромагнитного насоса, который зависит от давления расплавленного металла в головке в электромагнитном насосе. По меньшей мере один электрический параметр может изменяться в электромагнитном насосе, и отклик электрического параметра может измеряться, при этом отклик является функцией давления в головке. Процессор может использовать данные отклика и набор калибровочных данных для определения уровня расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения генератор содержит систему управления

электрической цепью, которая считывает уровень расплавленного серебра в каждом резервуаре и управляет электрическим током электромагнитного насоса для того, чтобы поддерживать приблизительно совпадающие уровни в резервуарах. Система управления может непрерывно поддерживать минимальное давление впрыска на каждом электромагнитном насосе таким образом, чтобы противоположные потоки расплавленного серебра пересекались, вызывая зажигание. В варианте осуществления изобретения система впрыска содержит два металлических потока в одной и той же плоскости, при этом потоки сталкиваются при несогласованных скоростях электромагнитного насоса таким образом, что скоростями можно управлять непостоянно для того, чтобы поддерживать согласованные уровни серебра в резервуаре. В варианте осуществления изобретения генератор может содержать датчик уровня в одном резервуаре, а не содержать два датчика уровня, то есть по одному для каждого резервуара. Общее количество расплавленного металла, такого как серебро, является постоянным в случае закрытой реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Таким образом, путём измерения уровня в одном резервуаре, можно определять уровень в другом резервуаре. Генератор может содержать систему управления электрической цепью для электромагнитного насоса одного резервуара, а не содержать две системы управления электрической цепью, то есть по одной для электромагнитного насоса каждого резервуара. Электрический ток электромагнитного насоса резервуара без датчика уровня может быть фиксированным. В качестве альтернативы, электромагнитный насос для резервуара без датчика уровня может содержать систему управления электрической цепью, которая реагирует на уровень, обнаруживаемый в резервуаре с датчиком уровня.

Произвольное увеличение скорости потока расплавленного металла через электромагнитный насос может происходить из-за повышенного давления в головке, когда уровень расплавленного металла повышается в соответствующем резервуаре. Давление в головке может влиять на давление в насосе и приводить к соответствующему вкладу в скорость потока. В варианте осуществления изобретения высота резервуара является достаточной для того, чтобы обеспечивать достаточный перепад давления в головке между крайними значениями, содержащими самый низкий и самый высокий желаемые уровни расплавленного металла для того, чтобы обеспечивать управляющий сигнал по меньшей мере для одного электромагнитного насоса с целью того, чтобы поддерживать примерно равные уровни расплавленного металла. Датчик электромагнитного насоса может быть датчиком потока, таким как датчик силы Лоренца, или другим датчиком потока электромагнитного насоса, известным в данной области техники. Скорость потока может изменяться из-за изменения давления в головке

вследствие изменения уровня. По меньшей мере один параметр скорости потока, такой как скорость потока отдельного электромагнитного насоса, комбинированная скорость потока, индивидуальная дифференциальная скорость потока, комбинированная дифференциальная скорость потока, относительные скорости потока, скорость изменения индивидуальной скорости потока, скорость изменения комбинированных скоростей потока, скорость изменения относительных скоростей потока и другие измерения скорости потока могут использоваться для считывания уровня расплавленного металла по меньшей мере в одном резервуаре. Измеренный параметр скорости потока может сравниваться по меньшей мере с одним электрическим током электромагнитного насоса для того, чтобы настраивать управление по меньшей мере одним током электромагнитного насоса с целью поддержания примерно равных уровней расплавленного металла в резервуарах.

В варианте осуществления изобретения нижняя полусфера 5b41 может содержать зеркальные каналы с меняющейся высотой для того, чтобы направлять избыток потока из одного резервуара 5c в другой и дополнительно облегчать возврат расплавленного металла, такого как серебро, в резервуары. В другом варианте осуществления изобретения уровни выравниваются с помощью трубопровода, соединяющего два резервуара, с капельной кромкой на каждом конце трубопровода для предотвращения короткого замыкания между двумя резервуарами. Серебро в переполненном резервуаре течёт обратно к другому резервуару через трубопровод для того, чтобы больше выравнивать уровни.

В варианте осуществления изобретения уровни расплавленного металла между резервуарами 5c остаются по существу одинаковыми с помощью по меньшей мере одного из числа активных и пассивных механизмов. Активный механизм может выполнять регулировку скорости электромагнитного насоса в зависимости от уровня расплавленного металла, измеренного датчиком. Пассивный механизм может выполнять произвольное увеличение скорости расплавленного металла через электромагнитный насос из-за повышенного давления в головке, когда уровень расплавленного металла повышается в соответствующем резервуаре. Давление в головке может влиять на фиксированное или переменное давление в электромагнитном насосе для поддержания примерно равных уровней в резервуарах. В варианте осуществления изобретения высота резервуара является достаточной для того, чтобы обеспечивать достаточный перепад давления в головке между крайними значениями, содержащими самый низкий и самый высокий желаемые уровни расплавленного металла, с целью поддержания уровней в резервуарах примерно одинаковыми во время функционирования. Поддержание может

осуществляться посредством разности скоростей потока из-за перепада давления в головке, соответствующего разности уровней расплавленного металла между резервуарами.

В варианте осуществления изобретения электромагнитный насос содержит впускную вертикальную трубку 5qa (фиг. 1 (2I138)), содержащую множество впускных отверстий или вырезов для расплавленного металла на впускной вертикальной трубке. Впускная вертикальная трубка 5qa может быть полым трубопроводом, таким как трубка. Трубопровод может подсоединяться к трубке 5k6 электромагнитного насоса на входной стороне магнитов 5k4 электромагнитного насоса. Соединение может осуществляться в основании сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Соединение может быть соединением в соответствии с раскрытием изобретения, таким как согласующие резьбы или Swagelok. Впускная вертикальная трубка может содержать огнеупорный материал, такой как тугоплавкий металл, углерод или керамика, например, W, Mo, SiC, нитрид бора и другие огнеупорные материалы в соответствии с раскрытием изобретения. Впускная вертикальная трубка может иметь меньшую высоту, чем высота сопла 5q, для того, чтобы снизить или устранить вероятность того, что ток зажигания будет электрически замыкаться через впускную вертикальную трубку. В варианте осуществления изобретения самый низкий впускной патрубок впускной вертикальной трубки может располагаться на большей высоте, чем верхняя часть сопла 5q инжектора электромагнитного насоса, таким образом, что сопло остаётся погружённым. Погружённое сопло может быть положительным электродом, который может погружаться для того, чтобы защищать его от плазмы реакции гидрино. Впускная вертикальная трубка может быть непроводящей. На впускную вертикальную трубку может наноситься покрытие, такое как покрытие в соответствии с раскрытием изобретения. Покрытие может быть непроводящим. Впускная вертикальная трубка, которая может содержать тугоплавкий металл, такой как Mo, может покрываться экраном или оболочкой. Экран или оболочка могут содержать непроводящий материал. Экран, такой как экран из нитрида бора, может прикрепляться к впускной вертикальной трубке посредством термического сжатия. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере одно соединение из числа соединения основания трубки сборочного узла 5kk электромагнитного насоса и по меньшей мере одного компонента из числа впускной вертикальной трубки 5qa и инжекторной трубки 5k61 электромагнитного насоса может содержать сопряжённое резьбовое соединение. Трубка может ввинчиваться на входе и выходе электромагнитного насоса в основании трубки сборочного узла 5kk электромагнитного насоса соответственно. Приводимая в качестве примера впускная вертикальная трубка резервуара, имеющая погружённое сопло, содержит трубку из BN,

ввинчиваемую в основание сборочного узла электромагнитного насоса на выходе электромагнитного насоса; впускное отверстие содержит V-образную прорезь со стороны трубки и открытый верх с V-образной прорезью располагается на большей высоте, чем высота наконечника сопла, таким образом, что сопло остаётся погружённым, при этом сопло может содержать положительный электрод. В другом варианте осуществления изобретения нижний участок впускной вертикальной трубки может содержать первый материал, такой как металл, например нержавеющая сталь, или тугоплавкий металл, например Mo, который может привинчиваться или привариваться к выпускному отверстию трубки электромагнитного насоса в основании сборочного узла электромагнитного насоса, и дополнительно содержать верхний участок, содержащий второй материал, такой как непроводник или проводник, покрытый или закрытый непроводящим материалом. Приводимый в качестве примера верхний участок впускной вертикальной трубки содержит BN, который может прикрепляться посредством по меньшей мере одного соединения из числа резьбовых и компрессионных фитингов к нижнему участку трубки.

Впускные отверстия могут уменьшаться от верхней до нижней части впускной вертикальной трубки для того, чтобы автоматически управлять скоростью насоса и уровнем серебра, управляя скоростью потока на входе в электромагнитный насос. В варианте осуществления изобретения впускная вертикальная трубка 5qa содержит вертикально расположенные отверстия, таким образом, что по мере того, как уровень расплавленного металла в резервуаре увеличивается, скорость электромагнитного насоса также увеличивается вследствие по меньшей мере одного из следующих эффектов: (i) расплавленный металл течёт во впускную вертикальную трубку быстрее, так как общее поперечное сечение отверстия возрастает с высотой уровня расплавленного металла, (ii) высота расплавленного металла во впускной вертикальной трубке возрастает с увеличением уровня расплавленного металла при соответствующем увеличении давления в головке электромагнитного насоса, и (iii) уменьшение ограничения потока из-за большего общего поперечного сечения отверстия или площади отверстия уменьшает любое соответствующее падение давления в соответствии с уравнением Бернулли и может дополнительно добавлять давление в головке в случае, если скорость потока на входе ограничивает заполнение впускной вертикальной трубки до её максимальной высоты при отсутствии ограничения потока. И наоборот, противоположные впускная вертикальная трубка и инжектор системы электродов с двумя инжекторами могут испытывать противоположные эффекты и соответствующее снижение скорости электромагнитного насоса из-за падения относительного уровня расплавленного металла.

В альтернативном варианте осуществления изобретения есть множество вертикально расположенных отверстий, которые могут всё больше ограничивать входной поток от верхней части до нижней посредством промежутка между отверстиями, при этом впускная вертикальная трубка может содержать по меньшей мере одну вертикальную прорезь на верхнем конце впускной вертикальной трубки, которая может охватывать диапазон высот, такой как требуемый диапазон высот уровня расплавленного металла. Прорезь может сужаться по ширине от верхней части до нижней для того, чтобы вызывать соответствующее ограничение потока с высотой расплавленного металла. Впускная вертикальная трубка может быть открытой или закрытой сверху. В другом варианте осуществления изобретения каждое из множества вертикально расположенных отверстий, которые осуществляют впуск в отдельную впускную трубку электромагнитного насоса, может заменяться соответствующей впускной трубкой. В варианте осуществления изобретения множество впускных трубок объединяются до или после магнитов 5k4, или они остаются отдельными таким образом, что каждая из них служит в качестве отдельного инжектора электромагнитного насоса, который осуществляет перекачку избирательно, когда расплавленный металл протекает в соответствующий впускной конец на его уникальной высоте. В варианте осуществления изобретения электромагнитный насос может содержать по меньшей мере один датчик из числа датчиков напряжения и тока для того, чтобы измерять по меньшей мере один параметр из числа общих или отдельных напряжений и токов. Процессор может использовать данные датчика и управлять по меньшей мере одним параметром из числа общих или отдельных напряжений и токов для того, чтобы управлять общей или индивидуальной скоростью перекачки.

Высота резервуара и средняя глубина расплавленного металла могут подбираться для обеспечения по меньшей мере одного параметра из числа желаемого давления в головке и падения давления в головке с ограничением потока через отверстия. Уровни расплавленного металла имеют тенденцию к уравновешиванию из-за автоматического притока и соответствующей регулировки скорости перекачки в зависимости от относительных уровней расплавленного металла в резервуарах электродов двойного инжектора расплавленного металла, приводимых в действие электромагнитным насосом. Электромагнитные насосы каждого инжектора могут настраиваться на электрический ток постоянной величины. Электрический ток может быть достаточным для того, чтобы вызывать пересечение двух впрыскиваемых потоков металла примерно в центре реакционной камеры 5b31 энергетического элемента с небольшими колебаниями в обе стороны от центра в диапазоне скоростей перекачки, вызванных изменениями уровня и

соответствующими притоком к насосу и скоростью электромагнитного насоса. Электрический ток, подаваемый источником 5k13 электропитания каждого электромагнитного насоса, может устанавливаться на желаемом постоянном уровне. В качестве альтернативы, SunCell® может содержать источники 5k13 электропитания электромагнитного насоса, датчики и контроллеры электрического тока источника электропитания электромагнитного насоса, датчик тока зажигания и процессор. Каждый электрический ток электромагнитного насоса может считываться датчиком тока и регулироваться контроллером для получения желаемого начального тока зажигания, который измеряется датчиком тока зажигания и обрабатывается процессором. Контроллер зажигания также может управлять параметрами мощности зажигания. Электрический ток может поддерживаться в диапазоне, который обеспечивает стабильность пересечения потоков расплавленного металла примерно в середине реакционной камеры энергетического элемента. В показательном варианте осуществления изобретения электрический ток поддерживается выше некоторого порогового значения для обеспечения пересечения потоков, и ниже того уровня, который заставил бы один поток проходить в противоположный резервуар при отсутствии пересечения. Приводимый в качестве примера диапазон силы тока для каждого тока электромагнитного насоса составляет приблизительно 300–550 А. Токи обоих насосов могут быть примерно равными.

Скорость электромагнитного насоса может регулироваться по меньшей мере одним способом из числа управления скоростью потока на входе посредством выполнения размера сечения впускной вертикальной трубки, зависящего от высоты, и с помощью датчика уровня расплавленного металла, процессора, управляющего уровнем, и контроллера электрического тока электромагнитного насоса. Изменение по меньшей мере одного параметра из числа сопротивления, силы тока, напряжения и мощности источника 5k13 электропитания электромагнитного насоса может считываться с помощью соответствующего датчика, и электрическим током электромагнитного насоса можно управлять для дополнительного регулирования относительных скоростей перекачки электромагнитного насоса с целью достижения приблизительного баланса между уровнями расплавленного металла в резервуарах. В варианте осуществления изобретения электромагнитный насос 5ka может содержать ограничитель мощности для предотвращения чрезмерного резистивного нагрева трубки 5k6 электромагнитного насоса и соответствующей повышенной температуры в случае, когда сопротивление трубки электромагнитного насоса чрезмерно увеличивается из-за низкой степени наполнения и малого потока расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения отверстия впускной вертикальной трубки могут содержать защитное приспособление, такое как защитное приспособление на входе для частиц, таких как частицы углерода или оксида металла, которые могут блокировать отверстия или закупоривать по меньшей мере одну трубку из числа впускной вертикальной трубки и трубки 5k6 электромагнитного насоса. В показательном варианте осуществления изобретения отверстия впускной вертикальной трубки располагаются примерно в 1 см друг от друга в верхней части впускной вертикальной трубки, при этом желаемый верхний уровень расплавленного металла находится в верхней части последнего отверстия, а наименьшее отверстие немного больше, чем самый большой продукт коррозии, в то же время обеспечивается ограничение потока относительно неограниченной скорости электромагнитного насоса.

Каждый электромагнитный насос может получать электропитание от независимого источника питания. В качестве альтернативы, множество электромагнитных насосов, таких как два электромагнитных насоса, могут получать электропитание от общего источника питания через параллельные электрические соединения. Электрический ток каждого насоса может управляться регулятором тока каждой параллельной электрической цепи. Каждая параллельная электрическая цепь может содержать изолирующие диоды для обеспечения электрической изоляции каждой цепи. Электрическая изоляция может предотвращать короткое замыкание тока зажигания между инжекторами электромагнитных насосов. В варианте осуществления изобретения трубопроводы 5k11 охлаждающей жидкости электромагнитного насоса могут быть общими для обоих сборочных узлов 5ka электромагнитных насосов. В варианте осуществления изобретения сопло 5q по меньшей мере одного инжектора электромагнитного насоса может быть погружено в расплавленное серебро. Погружение может по меньшей мере частично предотвращать разрушение сопла плазмой.

Сопло 5q может располагаться ниже уровня расплавленного металла для того, чтобы предотвращать повреждение сопла плазмой. В качестве альтернативы, секция 5k61 сопла трубки насоса может быть приподнятой, и сопло может содержать боковое отверстие для того, чтобы вызывать боковой впрыск по направлению к противоположному совпадающему соплу таким образом, что потоки пересекаются. Сопло может располагаться под углом для того, чтобы вызывать местоположение точки пересечения двойных потоков в желаемом месте. Сопло может иметь сферический конец трубки с отверстием в угловом положении на сфере для того, чтобы направлять расплавленный металл в желаемое место в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения сопло 5q содержит удлинитель для направления

потоков расплавленного металла. Удлинитель может содержать короткую трубку в целях создания канала для потока в направлении точки пересечения с противоположным потоком двойной системы впрыска расплавленного металла. Трубчатая секция сопла может быть огнеупорной, содержащей, например, W или Mo, и может быть вертикальной. Она может содержать резьбовое соединение с другой секцией трубки насоса. Она может содержать резьбовое соединение с фитингом Swagelok или VCR, такое же как соединение в проходном отверстии 5k9 резервуара. Сопло 5q, такое как огнеупорное сопло, например, сопло из W или Mo, может иметь расположенное под углом выпускное отверстие. Сопло может соединяться с секцией 5k61 сопла трубки насоса с помощью резьбового соединения. Ввинчиваемое сопло может удерживаться в желаемом положении, что позволяет обеспечивать точку пересечения потоков расплавленного металла с помощью крепёжной детали, такой как установочный винт или контргайка, или сварного шва. Сварной шов может быть в том числе лазерным швом.

В варианте осуществления изобретения нижняя полусфера излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела, содержащая два резервуара и два электромагнитных насоса, которые служат в качестве двойных жидких электродов, разделяется по меньшей мере на две секции, соединённые электрически изолированным уплотнением. Уплотнение может содержать фланцы, прокладки и крепёжные детали. Прокладка может содержать электрический изолятор. Уплотнение может электрически изолировать два жидких электрода. В варианте осуществления изобретения электрически изолированная граница между двумя резервуарами может реализовываться путём ориентации фланца и прокладки верхней полусферы 5b41 и нижней полусферы 5b42 в вертикальном положении, а не в горизонтальном, таким образом, что излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела содержит левую и правую половины, соединённые на вертикальном фланце. Каждая половина может содержать вертикально разделённую половину излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и один резервуар 5c.

В варианте осуществления изобретения нижняя полусфера излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела содержит отдельную часть, имеющую два резервуара 5c, которые прикрепляются или подсоединяются к ней. Каждое соединение может быть резьбовым. Каждый резервуар 5c может содержать резьбу на наружной поверхности в верхней части, которая сопрягается с резьбой нижней полусферы 5b41. Резьба может покрываться пастой или покрытием, которое по меньшей мере частично электрически изолирует каждый резервуар от нижней полусферы для того, чтобы дополнительно электрически изолировать два резервуара друг от друга. Покрытие может быть покрытием в соответствии с раскрытием изобретения, таким как ZrO. В варианте осуществления

изобретения электрически изолирующее покрытие поверхности может быть покрытием или содержать высокотемпературный материал в соответствии с раскрытием изобретения, такой как по меньшей мере один материал из числа ZrO, SiC и функционализированного графита. Изолирующее покрытие поверхности может содержать керамику, такую как керамика на основе циркония. Приводимое в качестве примера покрытие из оксида циркония содержит стабилизированный иттрием диоксид циркония, такой как диоксид циркония, содержащий 3 массовых % иттрия. Другим возможным циркониевым керамическим покрытием является диборид циркония (ZrB_2). Поверхностное покрытие может наноситься газотермическим распылением или другими способами, известными в данной области техники. Покрытие может быть покрытием из пропитанного графита. Покрытие может быть многослойным. Приводимое в качестве примера многослойное покрытие содержит чередующиеся слои из оксида циркония и оксида алюминия. Функционализированный графит может содержать терминизированный графит. Терминизированный графит может содержать по меньшей мере один вид графита из числа H, F и O терминизированного графита. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один резервуар может электрически изолироваться, и по меньшей мере один другой резервуар может находиться в электрическом контакте с нижней полусферой излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела таким образом, что нижняя полусфера может содержать электрод. Нижняя полусфера может содержать отрицательный электрод. В варианте осуществления изобретения соединение между каждым резервуаром 5c и нижней полусферой излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела отдаляется от реакционной камеры 5b31 энергетического элемента таким образом, что электрически изолирующее покрытие соединения поддерживается при температуре ниже температуры плавления или разрушения покрытия, такого как как покрытие из SiC или ZrO.

Электрическая изоляция между резервуарами может осуществляться с помощью проставки, которая содержит электрический изолятор, такой как проставка из карбида кремния. Нижняя полусфера 5b41 может иметь выдвинутое соединение с проставкой, которое в достаточной мере отдаляется от основной части нижней полусферы таким образом, что температура в месте соединения, соответственно, ниже температуры проставки. Проставка может подсоединяться в месте выдвинутого соединения с помощью резьбы и может соединяться с резервуаром 5c. Соединение с резервуаром 5c может содержать резьбу. Проставка может содержать цилиндр из карбида кремния, который соединяется с выдвинутой частью нижней полусферы 5b41 с помощью резьбы и соединяется с помощью резьбы с резервуаром 5c на противоположном конце цилиндра из SiC. Соединение может герметизироваться непосредственно резьбой, а может

дополнительно содержать по меньшей мере один компонент из числа герметика и прокладки, такой же как в соединении между проставкой и нижней полусферой и такой же, как в соединении между проставкой и резервуаром. Проставка может содержать графит, такой как Perma-Foil (фирмы Toyo Tanso) или Graphoil, или графит, содержащий гексагональный нитрид бора. Прокладка может содержать прессованный MoS_2, WS_2, Celmet™, такой как Celmet™, содержащий Co, Ni или Ti, а также пористый Ni C6NC (фирмы Sumitomo Electric), ткань или ленту, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Ultra Temp 391 фирмы Cotronics Corporation, или другой материал в соответствии с раскрытием изобретения. Проставка из SiC может содержать реакционно-связанный SiC. Проставка, содержащая резьбу, может изначально содержать Si, который карбонизируется для образования резьбовой проставки из SiC. Проставка может связываться с нижней полусферой и верхним участком соответствующего резервуара. Связывание может быть химическим связыванием. Связывание может содержать SiC. Проставки из SiC могут сплавляться с углеродными компонентами, такими как соответствующие нижняя полусфера и резервуар. Плавление может происходить при высокой температуре. В качестве альтернативы, соединение может содержать склеивающее вещество. Проставка может содержать капельную кромку для предотвращения электрического замыкания между резервуарами, создаваемого обратным потоком расплавленного металла. Капельная кромка может выполняться посредством механической обработки или литья в проставке, такой как проставка из SiC. В качестве альтернативы, проставка может содержать углубление для вставки компонента с капельной кромкой, такого как кольцевой диск с капельной кромкой. Проставка может содержать другие тугоплавкие, электроизоляционные материалы в соответствии с раскрытием изобретения, такие как оксид циркония, стабилизированный иттрием оксид циркония и MgO. В варианте осуществления изобретения система зажигания содержит предохранительный выключатель для обнаружения короткого замыкания между двумя резервуарами-инжекторами и прекращения подачи электропитания зажигания во избежание повреждения инжекторов, таких как сопла 5q. Датчик может быть датчиком тока, обнаруживающим протекание электрического тока между электрическими цепями резервуара через нижнюю полусферу 5b41.

В варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1 (2I95-2I147), количество соединений в энергетическом элементе уменьшается во избежание риска отказа. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере одно из соединений между: (i) нижней полусферой 5b41 и верхней полусферой 5b42, (ii) нижней полусферой и

непроводящей проставкой, и (iii) непроводящей проставкой и резервуаром, устраняется. Устранение соединения может осуществляться путём формирования единой детали, а не соединённых частей. Например, нижняя и верхняя полусферы могут формироваться таким образом, что составляют единый купол 5b4. По меньшей мере одно соединение между: (i) нижней полусферой и непроводящей проставкой и (ii) непроводящей проставкой и резервуаром может устраняться путём формирования единой детали. Нижняя и верхняя полусферы могут составлять одну деталь или две детали, при этом по меньшей мере одно соединение между: (i) нижней полусферой и непроводящей проставкой и (ii) непроводящей проставкой и резервуаром может устраняться путём формирования единой детали. Цельная деталь может формироваться по меньшей мере одним способом из числа литья, формовки, спекания, прессования, трёхмерной печати, электроэрозионной обработки, лазерной абляции, лазерной абляции с химическим травлением, такой как горение углерода-кислорода в атмосфере, содержащей кислород, с лазерным зажиганием, пневматической или жидкостной обработки, такой как водоструйная обработка, химического или термического травления, обработки инструментом и другими способами, известными в данной области техники.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере одна секция компонента энергетического элемента, такого как излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, например, излучатель абсолютно чёрного тела в форме купола, и по меньшей мере один резервуар 5c, являются непроводящими. Круговая секция по меньшей мере одного компонента из числа резервуара 5c и излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, содержащего купол или нижнюю полусферу 5b41 и верхнюю полусферу 5b42, может быть непроводящей или содержать непроводящий материал. Непроводящая секция излучателя абсолютно чёрного тела может содержать плоскость, поперечную линии между двумя соплами в варианте осуществления изобретения с двумя инжекторами жидкости. Непроводник может формироваться путём преобразования материала секции компонента в непроводящий. Непроводник может содержать SiC или карбид бора, такой как B_4C. Секция из SiC или B_4C компонента энергетического элемента может формироваться путём взаимодействия компонента энергетического элемента из углерода с источником кремния или бора, соответственно. Например, материал резервуара из углерода может вступать в химическую реакцию по меньшей мере с одним веществом из числа жидкого кремния или кремниевого полимера, такого как поли(метилсилин), с образованием секции из карбида кремния. Полимер может формироваться в желаемой секции компонента. Компонент энергетического элемента может нагреваться. Электрический ток может протекать через компонент для того, чтобы вызывать реакцию, образующую непроводящую секцию.

Непроводящая секция может формироваться другими способами, известными специалистам в данной области техники. Наружная поверхность резервуара 5c может содержать по своей окружности приподнятые полосы для удержания расплавленного кремния или бора во время превращения углерода в карбид кремния или карбид бора в желаемой секции. Карбид кремния может образовываться посредством реакционного связывания. Приводимый в качестве примера способ образования карбида бора из бора и углерода описывается в документе, расположенном по адресу https://www.google.com/patents/US3914371, который приводится в качестве ссылки. Секции из карбида кремния или карбида бора могут образовываться посредством синтеза в процессе горения, как описывается в документе, расположенном по адресу https://www3.nd.edu/~amoukasi/combustion_synthesis_of_silicon_carbide.pdf, и в статье «Исследование образования карбида кремния путём инфильтрации жидкого кремния в пористые структуры углерода» («Study Of Silicon Carbide Formation By Liquid Silicon Infiltration By Porous Carbon Structures») Джесси С. Марджиотта (Jesse C. Margiotta), которые приводятся в качестве ссылки. Другими подходящими материалами для резервуара являются неэлектропроводящий графит, такой как пиролитический графит или легированный графит, SiC, нитрид кремния, карбид бора, нитрид бора, диоксид циркония, оксид алюминия, AlN, AlN-BN, такой как SHAPAL Hi Msoft (фирмы Tokuyama Corporation), диборид титана и другая высокотемпературная керамика. Резервуар может изготавливаться из композитного материала, при этом непроводящая секция может формироваться из исходного материала резервуара, такого как углерод. Резервуар может содержать материал, который покрывается тугоплавким электрическим изолятором, таким как SiC, диоксид циркония или оксид алюминия. Покрываемый материал может быть электрическим проводником, таким как углерод, который электрически изолируется покрытием. В показательном варианте осуществления изобретения резервуар из углерода содержит графит с непрерывным зародышеобразованием, такой как пиролитический графит Pyroid SN/CN фирмы Minteq, который может быть анизотропным, при этом низкая электропроводность может присутствовать в поперечной плоскости, а концы резервуара могут покрываться непроводящим материалом, таким как SiC, для предотвращения протекания тока вдоль продольной оси резервуара. В варианте осуществления изобретения резервуар из пористого SiC может покрываться углеродом для герметизации пор. Покрытие может наноситься посредством осаждения углерода из паров от источника углерода, такого как электрическая углеродная дуга.

Как показано на фиг. 1 (2I95-2I147), купол 54b и резервуары 5c могут составлять единую деталь. Единая деталь может выполняться путём механической обработки

материала компонента энергетического элемента как единой детали. В качестве альтернативы, единая деталь в этом случае может первоначально содержать множество деталей, частей или компонентов, которые соединяются друг с другом по меньшей мере одним уплотнением, которое может включать в себя клеевое или химически связанное уплотнение, образованное герметиком. Другие детали, части или компоненты в соответствии с раскрытием изобретения могут аналогичным образом склеиваться или химически соединяться. Примерами графитовых клеёв являются графитовый клей Graphi-Bond 551RN фирмы Aremco Products, Inc и порошок Resbond 931 со связующим Resbond 931. Резервуар может содержать непроводящую секцию вблизи верхней части, близкой к куполу. Резервуар может соединяться с опорной плитой. Резервуар может находиться в обхватывающей кольцевой муфте. По меньшей мере один компонент из числа наружной поверхности кольцевой муфты и конца резервуара, находящегося немного дальше от вершины кольцевой муфты, может иметь резьбу. Гайка, затягивающаяся с помощью резьбы, может соединять резервуар и опорную плиту. Резьба может иметь такой уклон, что вращение гайки притягивает резервуар и опорную плиту друг к другу. Резьба может иметь противоположный уклон на противоположных деталях для обеспечения сопряжения с резьбой гайки.

Резервуар может иметь накидную гайку 5k14 на конце опорной плиты 5b8, при этом накидная гайка затягивается на наружной резьбовой поверхности кольцевой муфты 5k15 опорной плиты для образования плотного соединения. В варианте осуществления изобретения накидная гайка может содержать канавку и прокладку. Накидная гайка может прикрепляться к резервуару внутри канавки. Канавка может выполняться посредством литья или механической обработки в цилиндрической стенке резервуара. Уплотнительное кольцо или прокладка могут впрессовываться в канавку, а накидная гайка может затягиваться на наружной резьбе кольцевой муфты 5k15 опорной плиты с образованием плотного соединения. Кольцевая муфта опорной плиты, имеющая наружную резьбу, может дополнительно сужаться по направлению к резервуару.

Крепёжная деталь накидной гайки 5k14 может дополнительно содержать прокладку 5k14a или уплотнительное кольцо, такое как Graphoil или Perma-Foil (фирмы Toyo Tanso), или прокладку из гексагонального нитрида бора, или уплотнительное кольцо из керамического волокна для герметизации соединения резервуара с опорной плитой. Выступающая часть стенки резервуара 5c из BN может содержать прокладку из гексагонального нитрида бора. Прокладка из BN может выполняться посредством механической обработки или литья в стенке резервуара 5c из BN.

Прокладка может состоять из того же материала, что и резервуар. Прокладка может

навинчиваться на резервуар. Прокладка может иметь большую ширину, например, ширину в диапазоне приблизительно 1–20 мм. Сборочный узел 5kk электромагнитного насоса и накидная гайка могут иметь фланцевые посадочные поверхности для прокладки из BN. Прокладка может заполнять полость, содержащую гайку, стенку резервуара, и посадочное место для прокладки в кольцевой муфте сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. В показательном варианте осуществления изобретения прокладка из BN с широкой резьбой навинчивается на резервуар из BN, при этом кольцевая муфта и посадочные места для прокладки в гайке совпадают по ширине для того, чтобы создать бóльшую зону контакта и зону герметизации. Прокладка из BN может покрываться клеем с нитридом бора для заполнения пустот в месте уплотнения накидной гайки. Примерами таких клеёв являются Durapot 810 и Durapot 820 фирмы Cotronics.

Чтобы избежать протекания химической реакции материала прокладки, содержащей углерод, с образованием карбида, такого как карбид железа, те части, которые содержат железо или другой материал, такой как металл, который вступает в химическую реакцию с углеродом, могут покрываться инертным покрытием, таким как муллит, SiC, BN, MgO, силикат, алюминат, ZrO или другие покрытия в соответствии с раскрытием изобретения. Покрытие может содержать герметик, такой как керамическая клейкая паста Resbond 920 фирмы Cotronics, керамическая клейкая паста Resbond 940LE фирмы Cotronics или один из герметиков в соответствии с раскрытием изобретения. Покрытие может содержать металл или элемент, который не образует карбид, при этом элементы могут включать в себя легирующие элементы, такие как легирующие элементы, присутствующие в составе стали. Примерами элементов, которые не образуют карбидов в стали, являются Al, Co, Cu, N, Ni и Si. Соединительные детали, такие как кольцевая муфта с резьбой и накидная гайка, которые контактируют с деталями из углерода, такими как прокладка из углерода, могут содержать или могут гальваническим способом покрываться металлом, таким как никель, который не образует карбид, или образует карбид, который не является стабильным при температуре функционирования энергетического элемента. Соединительные детали могут покрываться устойчивым к образованию карбида материалом, таким как никель. Чтобы избежать протекания химической реакции с образованием карбида железа, прокладка может изготавливаться из материала, отличного от углерода, в том случае, если прокладка контактирует с железом, или с такой деталью, как гайка, содержащая железо. Соединительные детали могут содержать нержавеющую сталь, стойкую к науглероживанию, такую как Hayes 230.

В варианте осуществления изобретения сборочный узел 5kk электромагнитного насоса может содержать углерод и, таким образом, он совместим с графитовой

прокладкой из соединения накидной гайки, при этом гайка также может содержать углерод. По меньшей мере один компонент из числа секции впрыска трубки 5k61 электромагнитного насоса и впускной вертикальной трубки 5qa может содержать углерод. Углеродные детали могут формироваться посредством по меньшей мере одного способа из числа трёхмерной печати, литья, формовки и механической обработки.

Также следует избегать других подобных химических несовместимостей. Прокладка или уплотнительное кольцо могут содержать металл, такой как никель, тантал или ниобий. Прокладка может содержать прессованный MoS_2, WS_2, Celmet™, такой как Celmet™, содержащий Co, Ni или Ti, а также пористый Ni C6NC (фирмы Sumitomo Electric), ткань или ленту, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Ultra Temp 391 фирмы Cotronics Corporation, или другой материал в соответствии с раскрытием изобретения. Соединение между резервуаром, таким как резервуар, содержащий BN, и кольцевой муфтой сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, такой, например, которая содержит нержавеющую сталь, может содержать химическую связь, такую как связь между BN и металлом, таким как нержавеющая сталь. В варианте осуществления изобретения внутренняя часть кольцевой муфты сборочного узла электромагнитного насоса покрывается BN, и затем трубка резервуара из BN связывается с внутренней частью кольцевой муфты посредством по меньшей мере одного способа из числа прессовки и нагревания. Химическая связь может образовываться другими способами, известными в данной области техники, такими как процесс спекания, активируемый плазмой, который описывается в статье Йоо и др. «Диффузионное связывание нитрида бора на металлических подложках с помощью процесса спекания, активируемого плазмой» (Yoo et al., «Diffusion bonding of boron nitride on metal substrates by plasma activated sintering process»), Scripta Materialia, Vol. 34, № 9 (1996), с. 1383-1386, которая полностью включается в состав настоящего документа посредством ссылки. Соединение может содержать химическую связь, образованную по меньшей мере одним способом из числа диффузионного соединения под давлением, газотермического напыления или механического соединения, спекания с использованием технологий P/M, таких как горячее изостатическое прессование (HIP) при одновременном спекании керамических порошков, и связывание на металлической подложке также может иметь место, а процесс активируемого плазмой спекания (PAS) обеспечивает хорошее диффузионное соединение между керамическим слоем BN и металлической подложкой при спекании керамического слоя. Связь между резервуаром из BN и металлической кольцевой муфтой сборочного узла электромагнитного насоса может содержать связующий агент, соединение или

композитную керамику, такую как керамика, содержащая BN с добавлением по меньшей мере одного вида керамики из числа керамики на основе нитрида кремния–оксида алюминия, нитрида титана–оксида алюминия, оксида алюминия или диоксида циркония, усиленных BN, боросиликатные стекла, стеклокерамика, эмали и композитная керамика с композициями борид титана–нитрид бора, борид титана–нитрид алюминия–нитрид бора и карбид кремния–нитрид бора. Соединение может содержать накидную гайку или сальник в соответствии с раскрытием изобретения. Прокладка, такая как прокладка из гексагонального BN или из алюмосиликатного волокна, покрытая связующим агентом, соединением или композитной керамикой, может химически связываться (склеиваться) с керамическим резервуаром, имеющим шероховатую поверхность, таким как резервуар из BN, с использованием связующего агента, при выполнении меньшей мере одного условия протекания реакции связывания, такого как тепло и давление. Прокладка может содержать гексагональный BN, или ткань или ленту, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Ultra Temp 391 фирмы Cotronics Corporation, а связующий агент может содержать герметик, такой как керамическая клейкая паста Resbond фирмы Cotronics, такая как Resbond 906.

В варианте осуществления изобретения уплотнение может содержать соединение Swagelok. В варианте осуществления изобретения уплотнение может содержать соединение Gyrolok, такое как соединение Gyrolok, содержащее по меньшей мере один компонент из числа передней уплотнительной втулки, задней уплотнительной втулки, торцевого уплотнения, корпуса и гайки, при этом по меньшей мере один компонент из числа передней уплотнительной втулки, задней уплотнительной втулки и торцевого уплотнения может содержать прокладку, такую как прокладка в соответствии с раскрытием изобретения. Втулки могут иметь скос. Части уплотнения могут быть химически совместимы с прокладкой; например, части, контактирующие с углеродной прокладкой, могут содержать никель.

Кольцевая муфта может иметь внутреннюю конусность для приёма резервуара с той целью, чтобы сжимать прокладку при затягивании накидной гайки. Резервуар может иметь внешнюю конусность для того, чтобы приниматься кольцевой муфтой, с той целью, чтобы сжимать прокладку при затягивании накидной гайки. Кольцевая муфта может иметь внешнюю конусность для того, чтобы прикладывать затягивающее усилие к уплотнительному кольцу при затягивании накидной гайки. Опорная плита может содержать углерод. Резервуар может иметь прямую стенку. Стенка резервуара может содержать по меньшей мере одну канавку для по меньшей мере одной прокладки. В

дополнение к резьбе на внешней стороне кольцевой муфты для приёма накидной гайки, кольцевая муфта трубки сборочного узла 5kk электромагнитного насоса может иметь внутреннюю резьбу для приёма соответствующей резьбы на конце резервуара, такого как резервуар, содержащий нитрид бора. Резьбы могут быть конусообразными. Резьбы могут быть трубными резьбами.

Соединение между резервуаром и кольцевой муфтой трубки сборочного узла 5kk электромагнитного насоса может содержать внутреннюю прокладку между внутренней частью кольцевой муфты и резервуаром, такую как прокладка между внутренним основанием кольцевой муфты и концом резервуара. Конец резервуара может иметь конусность для того, чтобы удерживать прокладку. Конус может удерживать прокладку между наружной стенкой резервуара и внутренней стенкой кольцевой муфты. Уплотнительная прокладка может находиться у основания резервуара. По меньшей мере один компонент из числа прокладки и резьбы может дополнительно герметизироваться герметиком, таким как керамическая клейкая паста Resbond 920 фирмы Cotronics или керамическая клейкая паста Resbond 940LE фирмы Cotronics.

В варианте осуществления изобретения соединение может быть сопряжённым резьбовым соединением. Резервуар и кольцевая муфта трубки сборочного узла 5kk электромагнитного насоса могут соединяться посредством резьбового соединения друг с другом. На резьбу может наноситься герметик. Примерами герметиков являются керамическая клейкая паста Resbond 920 фирмы Cotronics и керамическая клейкая паста Resbond 940LE фирмы Cotronics. Резьбы этого или других соединений в соответствии с раскрытием изобретения могут содержать мягкий металл, который образует сплав с материалом по меньшей мере одной из соединённых деталей. В показательном варианте осуществления изобретения мягкий металл может образовывать сплав с материалом кольцевой муфты, при этом сплав может иметь высокую температуру плавления. Олово может служить в качестве мягкого металла герметика для резьбы кольцевой муфты, при этом кольцевая муфта может содержать по меньшей мере один металл из числа никеля и железа, а резервуар может содержать нитрид бора или карбид кремния. Кольцевая муфта может покрываться Sn по меньшей мере одним способом из числа погружения кольцевой муфты в расплавленное олово, осаждения из паровой фазы и гальванического покрытия.

Опорная плита может содержать крепёжные детали для крепления к трубке электромагнитного насоса, такие как Swageloks, с по меньшей мере одним уплотнением из числа прокладок, таких как Graphoil или Perma-Foil (фирмы Toyo Tanso), прокладок из гексагонального нитрида бора, силикатных прокладок и герметиков. Прокладка может содержать прессованный MoS_2, WS_2, Celmet ™, такой как Celmet ™, содержащий Co, Ni

или Ti, а также пористый Ni C6NC (фирмы Sumitomo Electric), ткань или ленту, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Ultra Temp 391 фирмы Cotronics Corporation, или другой материал в соответствии с раскрытием изобретения. В качестве альтернативы, опорная плита может содержать металл, такой как нержавеющая сталь или тугоплавкий металл. Трубка электромагнитного насоса может прикрепляться к металлической опорной плите с помощью сварки. Металл опорной плиты может выбираться таким образом, чтобы соответствовать коэффициенту теплового расширения материала резервуара и соединительных деталей. Накидная гайка и прокладка могут согласовывать различие в коэффициентах теплового расширения материалов опорной плиты и компонентов резервуара.

В варианте осуществления изобретения верхняя накидная гайка может содержать графит, который соединяется с соответствующей резьбой на нижней полусфере 5b41, выполненной из графита. Сборочный узел 5kk электромагнитного насоса может содержать нержавеющую сталь. Нижняя накидная гайка может содержать металл, такой как Mo, W, Ni, Ti или различные типы нержавеющей стали с более низким коэффициентом теплового расширения, чем нержавеющая сталь сборочного узла электромагнитного насоса, таким образом, что накидная гайка поддерживает сжатие на прокладке соединения накидной гайки. Примером такого сочетания является аустенитная нержавеющая сталь (304) и ферритная нержавеющая сталь (410), имеющие коэффициенты линейного теплового расширения $17{,}3\times10^{-6}$ м/мК и $9{,}9\times10^{-6}$ м/мК соответственно. В качестве альтернативы, накидная гайка может содержать материал с коэффициентом теплового расширения, схожим с коэффициентом теплового расширения материала резервуара. В том случае, если резервуар изготавливается из нитрида бора или карбида кремния, накидная гайка может содержать графит, нитрид бора или карбид кремния. По меньшей мере один компонент соединения накидной гайки, такой как резьбовой участок сборочного узла электромагнитного насоса, может содержать канавки для теплового расширения. Канавки для теплового расширения могут обеспечивать тепловое расширение в желаемом направлении, например, они могут сужать канавки по окружности в зависимости от радиального расширения. В варианте осуществления изобретения канавки для теплового расширения прорезаются по всей кольцевой муфте трубки сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Вырезы могут быть очень тонкими, такими, что они герметизируются при тепловом расширении кольцевой муфты, при этом ширина вырезов может добавляться или уменьшаться для обеспечения герметичности при температуре функционирования сборочного узла, такой как

приблизительно 1000 °C. Вырезы могут выполняться такими способами, как механическая обработка, водоструйная резка и лазерная резка. Гайка может содержать углерод, нитрид бора или SiC. Тип материала, такой как тип углерода или нитрида бора, может подбираться для обеспечения некоторого теплового расширения гайки с той целью, чтобы избежать её разрушения при температуре функционирования энергетического элемента, такой как температура в диапазоне приблизительно 1000–1200 °C. Количество, расположение и ширина канавок или вырезов могут подбираться таким образом, чтобы соответствовать величине теплового расширения металла кольцевой муфты при температуре функционирования энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения канавки для теплового расширения могут проходить через кольцевую муфту только частично, например, проходить на протяжении от 50 % до 95 % ширины кольцевой муфты, для предотвращения утечки расплавленного металла. Вырезы могут проходить от наружной резьбы внутрь для того, чтобы обеспечивать тепловое расширение в области резьбы кольцевой муфты, при этом противоположная резьба накидной гайки сопрягается, когда гайка затягивается. Вырезы могут по существу покрывать резьбовой участок кольцевой муфты, закрытый гайкой, когда она затянута. Вырезы могут проходить через всю кольцевую муфту с добавлением материала, такого как металл, с помощью таких способов, как сварка, для создания зон раздавливания или деформации. Добавляемый металл может быть тем же или другим металлом. Добавляемый материал или металл может быть податливым.

В варианте осуществления изобретения соединение между резервуаром 5c, такое как соединение между трубкой резервуара из нитрида бора и трубкой сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, может содержать компрессионный фитинг. Соединение может содержать кольцевую муфту трубки сборочного узла электромагнитного насоса с внутренней резьбой, двустороннюю цилиндрическую резьбовую вставку и резервуар с резьбовым концом. Кольцевая муфта трубки сборочного узла 5kk электромагнитного насоса может содержать материал с первым коэффициентом теплового расширения, такой как нержавеющая сталь 400 или 410. Двусторонняя цилиндрическая резьбовая вставка может содержать материал, имеющий второй коэффициент теплового расширения, такой как нержавеющая сталь 304, который может быть выше, чем у материала кольцевой муфты. Возможны другие сочетания материалов, такие как нержавеющая сталь 304 или 410 кольцевой муфты с нержавеющей сталью 304 опорной плиты с вваренной трубкой 5k6 электромагнитного насоса, выполненной из нержавеющей стали 304, и вставкой, содержащей металл, который не плавится в диапазоне рабочих температур, составляющих, например, приблизительно 1000–1200 °C, такой как Ni, Ti, Nb, Mo, Ta, Co,

W, нержавеющая сталь 304, 400 или 410, инвар (FeNi36), Inovco (F333Ni4.5Co), FeNi42 или ковар (сплав FeNiCo). Трубка резервуара может ввинчиваться во внутреннюю резьбу вставки, а вставка может ввинчиваться во внутрь кольцевой муфты. В качестве альтернативы, вставка может привинчиваться только с внутренней стороны и может привариваться к кольцевой муфте в основании сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере одно соединение между по меньшей мере двумя компонентами из числа внутренней части кольцевой муфты, наружной части вставки, внутренней части вставки и резервуара не является резьбовым. В варианте осуществления изобретения материал вставки имеет более высокий коэффициент теплового расширения, чем материал кольцевой муфты; таким образом, вставка может расширяться внутрь для того, чтобы сжимать трубку резервуара с образованием компрессионного уплотнения, а также резьбового уплотнения в случае, когда сопряжённая поверхность вставки и по меньшей мере одна поверхность из числа поверхностей кольцевой муфты и резервуара имеет резьбу. Компрессионная вставка может образовывать герметичное уплотнение при расширении для того, чтобы предотвращать образование зазора между сопрягаемыми поверхностями, не вызывая чрезмерного напряжения на трубке резервуара, которое может привести к её разрушению. В другом варианте осуществления изобретения соединение содержит компрессионное уплотнение, при этом резервуар запрессовывается в кольцевую муфту с герметиком или без него. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент соединения сборочного узла электромагнитного насоса и резервуара, такой как по меньшей мере один компонент из числа кольцевой муфты без резьбы, кольцевой муфты с резьбой, вставки с резьбой и вставки без резьбы, нагревается для того, чтобы вызывать его расширение для сопряжения или запрессовки его к соответствующему компоненту соединения или вдавливания его в соответствующий компонент. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент соединения сборочного узла электромагнитного насоса и резервуара, такой как по меньшей мере один компонент из числа вставки с резьбой, вставки без резьбы и трубки резервуара охлаждается для того, чтобы вызывать его сжатие для сопряжения или запрессовки его к соответствующему компоненту соединения или вдавливания его в соответствующий компонент. Охлаждение может осуществляться до криогенной температуры. Охлаждение может осуществляться путём воздействия криогена, такого как жидкий азот, на компонент. Соответствующее соединение может содержать по меньшей мере один компонент из числа компрессионного фитинга, резьбового фитинга и герметичного фитинга. В варианте осуществления изобретения трубка резервуара, такая как трубка из BN, может находиться в заглублённой

канавке в основании сборочного узла электромагнитного насоса. В другом варианте осуществления изобретения резервуар может привариваться или химически связываться с основанием сборочного узла электромагнитного насоса. Нитрид бора может связываться с металлическим основанием путём придания поверхности BN шероховатости и обеспечения возможности протекания металла сварного шва в соответствующие поры для того, чтобы образовать связь с металлической опорной плитой.

Приводимые в качестве примера соединения сборочного узла электромагнитного насоса и резервуара содержат кольцевую муфту из нержавеющей стали 410, инвара (FeNi36), Inovco (F333Ni4.5Co), FeNi42 или ковара (сплав FeNiCo) с опорной плитой из нержавеющей стали 304, или ниобиевую вставку с двухсторонней резьбой или без резьбы с сопряжённой кольцевой муфтой, имеющей резьбу или без резьбы, или кольцевую муфту без резьбы и резервуар из BN, при этом детали без резьбы могут содержать компрессионные фитинги, сформированные различным нагревом или охлаждением деталей для создания компрессионного фитинга.

Уплотнение накидной гайки может состоять из множества уплотнений. Уплотнение накидной гайки может содержать идущие друг за другом накидные гайки. Уплотнение накидной гайки может содержать стандартную и перевёрнутую накидную гайку, и прокладку. В варианте осуществления изобретения соединение накидной гайки может содержать верхнюю гайку и нижнюю гайку, и прокладку, зажатую между ними, при этом обе гайки могут навинчиваться на наружную резьбу кольцевой муфты сборочного узла 5kk электромагнитного насоса. Давление, прикладываемое к прокладке путём затягивания резьбы, может заталкивать прокладку в трубку резервуара 5c для того, чтобы сформировать герметичное компрессионное уплотнение. Резервуар 5c может иметь канавку в месте расположения зажатой прокладки для лучшего приёма прокладки и улучшения уплотнения. Уплотнение между резервуаром и сборочным узлом электромагнитного насоса может быть сальниковым уплотнением. Прокладка может быть прокладкой в соответствии с раскрытием изобретения. Сальниковое уплотнение может дополнительно содержать герметик, такой как герметик, содержащий инертный тугоплавкий мелкодисперсный порошок, такой как герметик в соответствии с раскрытием изобретения. Герметик может иметь высокий коэффициент теплового расширения для заполнения корпуса сальника при повышенной температуре. В варианте осуществления изобретения основание сборочного узла электромагнитного насоса может заменять нижнюю гайку сальникового уплотнения, при этом накидная гайка может быть верхней гайкой. Уплотнение может осуществляться по окружности резервуара, при этом резервуар может иметь углубление для размещения уплотнения. Резервуар может дополнительно

содержать верхний выступ внутри накидной гайки для сжатия уплотнения.

В варианте осуществления изобретения соединение может просто содержать резервуар с наружной резьбой, такой как резервуар из нитрида бора, ввинченный внутрь кольцевой муфты с внутренней резьбой, такой как кольцевая муфта из нержавеющей стали 304. Резьбовые соединения в соответствии с раскрытием изобретения, такие как соединение между резервуаром и кольцевой муфтой, могут содержать трубную резьбу. Соединение может дополнительно содержать по меньшей мере один компонент из числа герметика для резьбовых соединений и уплотнения накидной гайки. Примерами герметиков являются керамическая клейкая паста Resbond 920 фирмы Cotronics и керамическая клейкая паста Resbond 940LE фирмы Cotronics. В варианте осуществления изобретения герметик может содержать мягкий металл, который образует сплав с материалом вставки или кольцевой муфты, при этом сплав может иметь высокую температуру плавления. Олово может служить в качестве мягкого металла герметика для вставки или кольцевой муфты, содержащей по меньшей мере один металл из числа из никеля и железа. По меньшей мере один компонент из числа вставки и кольцевой муфты может покрываться Sn по меньшей мере одним способом из числа погружения вставки в расплавленное олово, осаждения из паровой фазы и гальванического покрытия.

В варианте осуществления изобретения соединение может быть одним из соединений в соответствии с раскрытием изобретения, таким как по меньшей мере одно соединение из числа резьбового или нерезьбового соединения, такого как компрессионное уплотнение, и соединение может дополнительно содержать уплотнение, содержащее расположенный заподлицо упор нижнего края резервуара на основании сборочного узла электромагнитного насоса. Уплотнение между нижним краем резервуара и основанием сборочного узла электромагнитного насоса может дополнительно содержать прокладку, такую как прокладка, содержащая Celmet, MoS_2, ткань или ленту, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Ultra Temp 391 фирмы Cotronics Corporation. Соединение может дополнительно быть соединением с накидной гайкой. Трубка резервуара, такая как трубка резервуара из BN, может иметь меньший наружный диаметр в верхней части и больший наружный диаметр в нижней части. При навинчивании накидной гайки на кольцевую муфту сборочного узла электромагнитного насоса, накидная гайка может притягивать нижний край резервуара к основанию сборочного узла электромагнитного насоса, притягивая его к выступу, имеющему два диаметра. В другом варианте осуществления изобретения выступ может заменяться крепёжными элементами, такими как ввинчиваемые штифты для затягивания гайки. Соединение накидной гайки,

содержащее гайку, кольцевую муфту с резьбой и трубку резервуара, может дополнительно содержать прокладку между верхней частью выступа и внутренней частью гайки. Прокладка выступа может содержать Celmet, MoS_2, ткань или ленту, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Ultra Temp 391 фирмы Cotronics Corporation. Приводимое в качестве примера соединение содержит кольцевую муфту из нержавеющей стали 410, основание из нержавеющей стали 410, резервуар из BN с выступом на кольцевой муфте с резьбой, содержащей меньший верхний наружный диаметр и больший нижний наружный диаметр, накидную гайку из нержавеющей стали 410 и прокладку из Celmet, при этом нижний край резервуара из BN упирается в основание сборочного узла электромагнитного насоса, а упор притягивается накидной гайкой к выступу, когда она навинчивается на кольцевую муфту.

В варианте осуществления изобретения резервуар может содержать изолятор, такой как изолятор из керамики, например, из SiC, нитрида кремния, карбида бора, нитрида бора, диоксида циркония, оксида алюминия или из другой высокотемпературной керамики, который присоединяется к куполу 5b4 с помощью соединения. Примерами керамики, имеющей желаемую высокую температуру плавления ($T_{пл}$), являются оксид магния (MgO) ($T_{пл}$ = 2852°C), оксид циркония (ZrO) ($T_{пл}$ = 2715°C), нитрид бора (BN) ($T_{пл}$ = 2973°C), диоксид циркония (ZrO_2) ($T_{пл}$ = 2715°C), борид гафния (HfB_2) ($T_{пл}$ = 3380°C), карбид гафния (HfC) ($T_{пл}$ = 3900°C), Ta_4HfC_5 ($T_{пл}$ = 4000°C), $Ta_4HfC_5TaX_4HfCX_5$ ($T_{пл}$ = 4215°C), нитрид гафния (HfN) ($T_{пл}$ = 3385°C), диборид циркония (ZrB_2) ($T_{пл}$ = 3246°C), карбид циркония (ZrC) ($T_{пл}$ = 3400°C), нитрид циркония (ZrN) ($T_{пл}$ = 2950°C), борид титана (TiB_2) ($T_{пл}$ = 3225°C), карбид титана (TiC) ($T_{пл}$ = 3100°C), нитрид титана (TiN) ($T_{пл}$ = 2950 °C), карбид кремния (SiC) ($T_{пл}$ = 2820 °C), борид тантала (TaB_2) ($T_{пл}$ = 3040°C), карбид тантала (TaC) ($T_{пл}$ = 3800°C), нитрид тантала (TaN) ($T_{пл}$ = 2700°C), карбид ниобия (NbC) ($T_{пл}$ = 3490°C), нитрид ниобия (NbN) ($T_{пл}$ = 2573°C). Изолятор резервуара 5c может содержать капельную кромку в своей верхней части для предотвращения электрического короткого замыкания, создаваемого обратным потоком расплавленного металла. Соединение может быть соединением с накидной гайкой, такого же типа, как и соединение между резервуаром и опорной плитой. Накидная гайка может содержать по меньшей мере один тугоплавкий материал, такой как углерод, SiC, W, Ta или другой тугоплавкий металл. Керамический резервуар может подвергаться фрезерованию с помощью таких способов, как фрезерование алмазным инструментом, для того, чтобы сформировать прецизионную поверхность, подходящую для реализации уплотнения с накидной гайкой. В варианте осуществления керамического резервуара, таком как

резервуар, содержащий трубку из оксида алюминия, по меньшей мере один конец резервуара может иметь резьбу. Резьба может выполняться путём прикрепления кольцевой муфты с резьбой. Кольцевая муфта с резьбой может прикрепляться с помощью склеивающего вещества, связующего вещества или клея. Клей может быть керамическим.

Соединительные поверхности, которые соединяют прокладку или уплотнительное кольцо, могут быть шероховатыми или рифлёными для того, чтобы образовывать уплотнения, способные выдерживать высокое давление. Прокладка или уплотнительное кольцо могут дополнительно герметизироваться герметиком. Кремний, такой как кремниевый порошок или жидкий кремний, может добавляться к прокладке или уплотнительному кольцу, содержащему углерод, при этом при повышенной температуре может происходить химическая реакция с образованием SiC и с образованием химической связи в качестве герметика. Другим приводимым в качестве примера герметиком является графитовый клей, такой как графитовый клей в соответствии с раскрытием изобретения. В дополнение к накидной гайке, для создания уплотнения с прокладкой или уплотнительным кольцом, соединяемые детали могут содержать сопрягаемые резьбы для предотвращения разъединения деталей из-за повышенного давления в реакционной камере энергетического элемента. Соединение может дополнительно содержать опорную конструкцию между излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела и нижней частью резервуара 5c или опорной плитой для того, чтобы предотвращать соединение от разделения под действием внутреннего давления. Опорная конструкция может содержать по меньшей мере один зажим, который удерживает детали вместе. В качестве альтернативы, опорная конструкция может содержать стержни с резьбой на концах и концевые гайки, которые соединяют болтовым соединением излучатель абсолютно чёрного тела и нижнюю часть резервуара или опорной плиты вместе, при этом излучатель абсолютно чёрного тела и нижняя часть резервуара или опорной плиты содержат опорные крепления для стержней. Стержни и гайки могут содержать углерод.

В варианте осуществления изобретения соединение может содержать по меньшей мере один концевой фланец и уплотнительное кольцо или прокладку. Соединение может содержать накидную гайку или зажим. Накидная гайка может размещаться на соединяемых деталях до формирования фланца. В качестве альтернативы, накидная гайка может содержать металл, такой как нержавеющая сталь или тугоплавкий металл, который сваривает вместе по меньшей мере две части по меньшей мере одного компонента из числа резервуара и кольцевой муфты.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа резервуара 5c и нижней части кольцевой муфты излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, а

также резервуара и сборочного узла 5kk опорной плиты-электромагнитного насоса-инжектора может соединяться по меньшей мере одним способом из числа резьб, которые могут иметь противоположный уклон на противоположных концах резервуара, и соединения с накидной гайкой. По меньшей мере одна из резьб резьбовых соединений, резьб накидной гайки и прокладка накидной гайки могут склеиваться клеем в соответствии с раскрытием изобретения, таким как клей на основе кремния, который может образовывать SiC с углеродом, или клеем на основе углерода.

В варианте осуществления изобретения резервуар, который является менее электропроводящим или изолирующим, такой как резервуар из SiC или B_4C, может заменять резервуар из углерода. Изолирующий резервуар может содержать по меньшей мере один компонент из числа: (i) резьбы в верхней части для соединения с нижней полусферой 5b41 или цельным куполом 5b4 излучателя абсолютно чёрного тела и (ii) днища резервуара, при этом резервуар и днище резервуара представляют собой одно целое. Резервуар из SiC может соединяться с нижней полусферой из углерода с помощью по меньшей мере одного компонента из числа прокладки и герметика, содержащего кремний, при этом кремний может вступать в химическую реакцию с углеродом с образованием SiC. Другие герметики, известные в данной области техники, также могут использоваться. Днище резервуара может иметь резьбовые отверстия для крепёжных деталей трубки электромагнитного насоса, таких как крепёжные детали Swagelok. Днище резервуара может быть отдельной деталью, такой как опорная плита, которая может содержать металл. Металлическая опорная плита может иметь сварные соединения с трубкой электромагнитного насоса в отверстиях. Опорная плита может иметь кольцевую муфту с резьбой, которая соединяется с сопряжённой крепёжной деталью резервуара, такой как накидная гайка. Кольцевая муфта может быть конической для приёма резервуара. Конус кольцевой муфты может быть внутренним. Конец резервуара может быть коническим. Конус резервуара может быть наружным для прохождения внутрь кольцевой муфты. Крепёжная деталь может содержать прокладку, такую как прокладка из Graphoil или Perma-Foil (фирмы Toyo Tanso), прокладка из гексагонального нитрида бора или силикатная прокладка. Прокладка или уплотнительное кольцо может содержать металл, такой как никель, тантал или ниобий. Прокладка может содержать прессованный MoS_2, WS_2, Celmet™, такой как Celmet™, содержащий Co, Ni или Ti, а также пористый Ni C6NC (фирмы Sumitomo Electric), ткань или ленту, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Ultra Temp 391 фирмы Cotronics Corporation, или другой материал в соответствии с раскрытием изобретения. Затягивание накидной гайки может приводить к

сжатию прокладки.

В варианте осуществления изобретения излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать одну деталь, такую как купол, или может содержать верхнюю и нижнюю полусферы, 5b42 и 5b41. Купол 5b4 или нижняя полусфера 5b41 может содержать в основании по меньшей мере одну кольцевую муфту с резьбой. Резьба может сопрягаться с резервуаром 5c. Соединение кольцевой муфты и резервуара может содержать наружную резьбу на резервуаре, ввинчиваемую во внутреннюю резьбу кольцевой муфты, или наоборот. Соединение может дополнительно содержать прокладку. В качестве альтернативы, соединение может содержать накидную гайку на резервуаре, которая навинчивается на наружную резьбу, имеющуюся на кольцевой муфте. Кольцевая муфта может иметь внутренний конус на конце, который принимает резервуар. Соединение может содержать прокладку, такую как прокладка, содержащая Graphoil или Perma-Foil (фирмы Toyo Tanso), гексагональный нитрид бора, силикат, прессованный MoS_2 или WS_2, Celmet™, такой как Celmet™, содержащий Co, Ni или Ti, а также пористый Ni C6NC (фирмы Sumitomo Electric), волокна с керамическими волокнами или другой высокотемпературный материал, известный специалистам в данной области техники, такой как ткань или лента, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и огнеупорные оксиды, такие как Ultra Temp 391 фирмы Cotronics Corporation. Прокладка может находиться в соединении между резервуаром и кольцевой муфтой. Резервуар может содержать непроводящий материал, такой как SiC, B_4C или оксид алюминия. Резервуар может изготавливаться с помощью литья или механической обработки. Купол или нижняя полусфера могут содержать углерод. Накидная гайка может содержать тугоплавкий материал, такой как углерод, SiC, W, Ta или другой тугоплавкий металл или материал, такой как материал в соответствии с раскрытием изобретения.

Резервуар может дополнительно прикрепляться к сборочному узлу опорной плиты на конце электромагнитного насоса. Соединение может быть того же типа, что и соединение на конце излучателя абсолютно чёрного тела. Сборочный узел опорной плиты может содержать: (i) соединительную кольцевую муфту, которая может иметь внутреннюю или внешнюю резьбу для сопряжения с соответствующей резьбой резервуара, (ii) соединительную кольцевую муфту, которая может иметь внутренний конус на конце для того, чтобы принимать резервуар, и наружную резьбу для сопряжения с накидной гайкой, (iii) днище резервуара и (iv) компоненты трубки электромагнитного насоса, при этом места проходов могут соединяться сварными швами. Сборочный узел опорной плиты и накидная гайка могут содержать нержавеющую сталь. В варианте

осуществления изобретения накидная гайка может прикрепляться к резервуару на фланце или в канавке. Канавка может выполняться посредством литья или механической обработки в цилиндрической стенке резервуара. Резервуар и кольцевая муфта могут оба содержать фланец по меньшей мере на одном конце, при этом соединение содержит уплотнительное кольцо или прокладку между сопряжёнными фланцами соединяемых деталей и зажим, проходящий через фланцы и стягивающий их вместе при затягивании.

В другом варианте осуществления изобретения уплотнение или соединение, такое как соединение между резервуаром и сборочным узлом 5kk электромагнитного насоса, может содержать гидравлический затвор или холодную склейку (фиг. 1 (2I139)). Гидравлический затвор может иметь конструкцию гидравлического затвора из расплавленного карбоната топливного энергетического элемента. Гидравлический затвор может содержать сопрягаемые фланцы на каждой соединяемой детали, которые формируют канал для заполнения расплавленным металлом, такие как фланец 5k17 резервуара и фланец 5k19 кольцевой муфты сборочного узла электромагнитного насоса. В другом варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1 (2I140), фланец 5k19 кольцевой муфты сборочного узла электромагнитного насоса по меньшей мере: (i) сопрягается с поддерживающей пластиной 5b8 резервуара, (ii) содержит поддерживающую пластину 5b8 резервуара, и (iii) содержит поддерживающую пластину 5b8 резервуара и основание 5kk1 сборочного узла электромагнитного насоса, содержащее впускное и выпускное отверстия трубки 5k4 электромагнитного насоса. Поддерживающая пластина 5b8 резервуара может поддерживаться стойками 5b82, прикреплёнными к поддерживающему основанию 5b83. В варианте осуществления изобретения, охладитель 5k18 гидравлического затвора является охладителем по меньшей мере одного компонента из числа периметра поддерживающей пластины 5b8 и поддерживающих стоек 5b82, который может осуществлять теплоотвод от периметра поддерживающей пластины 5b8 резервуара. По меньшей мере один компонент из числа фланца 5k17 резервуара, поддерживающей пластины 5b8 резервуара, фланца 5k19 кольцевой муфты электромагнитного насоса, фланца 5k19 электромагнитного насоса без кольцевой муфты, основания 5kk1 сборочного узла электромагнитного насоса, и резервуара 5c может быть наклонён в наклонной конструкции резервуара. Фланцы могут соединяться с помощью крепёжных деталей, таких как зажимы, болты, винты, таких как крепёжные детали в соответствии с раскрытием изобретения, и таких как крепёжные детали, известные специалистам в данной области техники. По меньшей мере один компонент из числа отверстий крепёжных деталей, фланца 5k17 резервуара и фланца 5k19 кольцевой муфты сборочного узла электромагнитного насоса может содержать средство для различного

теплового расширения деталей гидравлического затвора и креплений, таких как любое крепление к поддерживающей пластине 5b8 резервуара. Канал контура 5k18 охлаждающей жидкости гидравлического затвора может проходить радиально таким образом, что внешняя область канала может поддерживаться при температуре ниже температуры плавления расплавленного металла, такой как, например, температура ниже 962 °C в случае серебра. Область затвердевшего металла гидравлического затвора может содержать участок, контактирующий с крепёжными деталями, такими как болты 5k20, для того, чтобы избежать утечки в зоне крепёжных деталей. Болты могут содержать углерод и могут дополнительно содержать углеродные шайбы, такие как шайбы Perma-Foil или Graphoil, которые служат в качестве амортизаторов теплового расширения.

В показательном варианте осуществления изобретения гидравлический затвор может содержать фланец кольцевой муфты на резервуаре 5c, например, трубку из нитрида бора, который может быть по меньшей мере одним типом фланца из числа приклеенного, привинченного и приваренного к кольцевой муфте сборочного узла 5кк электромагнитного насоса. Фланец гидравлического затвора, такой как фланец керамического резервуара, может формироваться по меньшей мере одним способом из числа навинчивания и приклеивания пластины фланца, такой как пластина фланца из BN, к цилиндрическому резервуару, такому как резервуар из BN. Примерами клеёв являются Durapot 810 фирмы Cotronics и Durapot 820 фирмы Cotronics. В качестве альтернативы, фланец гидравлического затвора, такой как фланец керамического резервуара, может формироваться по меньшей мере одним способом из числа формования, горячего прессования и механической обработки керамики, такой как BN. Компоненты из BN, такие как по меньшей мере один компонент из числа резервуара 5c, прокладок и фланца 5k17 резервуара, могут изготавливаться путём горячего прессования порошка BN с последующей механической обработкой. Оксид бора может добавляться к деталям, изготовленным из порошков нитрида бора, для лучшей сжимаемости. Другими добавками BN, которые изменяют свойства BN, такие как коэффициент теплового расширения, сжимаемость и прочность на растяжение и сжатие, до желаемых, являются CaO, B_2O_3, SiO_2, Al_2O_3, SiC, ZrO_2 и AlN. Тонкие плёнки нитрида бора могут наноситься путём химического осаждения из паров трихлорида бора и исходных реагентов азота. Нитриды бора марок HBC и HBT не содержат связующего и могут использоваться при температуре до 3000 °C.

Наружный край канала может содержать полосу, проходящую по окружности. Полоса может содержать внешнюю периферическую кромку фланца кольцевой муфты сборочного узла электромагнитного насоса, в которую входит фланец из BN. Канал может

охлаждаться для поддержания твёрдого состояния металла по периметру и расплавленного состояния металла на входе в канал.

Система охлаждения соединения может быть одной из систем охлаждения в соответствии с раскрытием изобретения, например, системой, содержащей жидкий или газообразный охладитель, или радиатор. Соединение может охлаждаться по периметру по меньшей мере одним контуром 5k18 охлаждающей жидкости. Контур 5k18 охлаждающей жидкости может содержать трубопровод от охлаждающего теплообменника 5k1 электромагнитного насоса, трубопровод 5k11 охлаждающей жидкости или холодную плиту 5k12. Соединение может охлаждаться по периметру по меньшей мере одним приёмником отводимого тепла, таким как радиатор или конвекционные или проводящие теплообменные рёбра. Соединение может охлаждаться по периметру по меньшей мере одной тепловой трубкой. Приводимый в качестве примера охладитель гидравлического затвора содержит контур 5k18 охлаждающей жидкости с медной трубкой, при этом охлаждающая жидкость может содержать воду. По меньшей мере один из фланцев может иметь по окружности канавку, которая служит каналом для кругового охлаждающего контура. Охлаждающий контур может быть направлен радиально внутрь относительно кольцевых крепёжных деталей, таких как болты, для того, чтобы заставить расплавленный металл затвердевать радиально внутрь от болтов. В варианте осуществления изобретения фланец 5k19 кольцевой муфты сборочного узла электромагнитного насоса и фланец 5k17 резервуара могут быть достаточно широкими, таким образом, что температура по периметру уплотнения ниже температуры плавления расплавленного металла, таким образом, что контур 5k18 охлаждающей жидкости не требуется. Фланец 5k19 кольцевой муфты сборочного узла электромагнитного насоса может содержать поддерживающую пластину 5k8 резервуара. Резервуар может быть наклонён на фланце 5k17 резервуара, который может быть горизонтальным. В других вариантах осуществления изобретения фланцы 5k17 и 5k19 и резервуар 5c могут находиться под любыми желаемыми углами относительно друг друга для осуществления герметизации и впрыска расплавленного металла в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения материал и толщина фланцев, таких как 5k17 и 5k19, могут определять теплообмен и, следовательно, охлаждение. В показательном варианте осуществления изобретения фланец 5k17 резервуара непосредственно сопрягается с плитой, которая содержит поддерживающую пластину 5b8 резервуара, фланец 5k19 электромагнитного насоса и основание сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, которое дополнительно содержит впускное и выпускное отверстия трубки 5k4 электромагнитного насоса, а фланец 5k17 резервуара содержит BN, который имеет

высокую теплопроводность. Толщина и ширина пластины 5k17 и сопряжённой пластины 5k19 могут выбираться таким образом, чтобы обеспечивать достаточное охлаждение для поддержания изоляции гидравлического затвора. Уплотнение может дополнительно содержать охладитель в соответствии с раскрытием изобретения, такой как контур 5k18 охлаждающей жидкости, встроенный по периметру по меньшей мере одного фланца из числа фланцев 5k17 и 5k19. Пластина 5k17 может содержать кольцевую муфту с присоединённым резервуаром 5c, который может быть наклонным. Резервуар может прикрепляться к пластине фланца 5k17 посредством по меньшей мере одного способа из числа формования, механической обработки, привинчивания и склеивания.

В варианте осуществления изобретения наклонные или наклонённые резервуары могут иметь длину, подходящую для осуществления желаемого отделения гидравлического затвора в основании резервуаров. Гидравлический затвор может содержать клетку Фарадея, закрывающую участок затвердевшего металла, для того, чтобы уменьшать нагрев этого участка. Сопряжённые фланцы, крепёжные детали и любые другие компоненты гидравлического затвора могут содержать материалы, которые имеют низкое поглощение энергии радиочастотного поля от индуктивно-связанного нагревателя, такие как Mo и BN. Контур охлаждения гидравлического затвора может охлаждать по меньшей мере один гидравлический затвор и может являться ветвью более крупных систем охлаждения, таких как система, которая дополнительно охлаждает по меньшей мере один компонент из числа резервуара 5c, магнитов 5k4 электромагнитного насоса, трубки 5k6 электромагнитного насоса и другой электромагнитный насос или компонент энергетического элемента. Система охлаждения гидравлического затвора может содержать по меньшей мере один контур охлаждения, по меньшей мере один насос, по меньшей мере один датчик температуры и контроллер потока охлаждающей жидкости.

В варианте осуществления изобретения уплотнение сопряжённых фланцев может содержать прокладку. Прокладка может находиться между соединёнными с помощью болтового соединения фланцами для формирования уплотнения. Прокладка может содержать охватываемый компонент, который герметизируется обхватывающим компонентом. Прокладка из BN может содержать выступ фланца 5k17 резервуара из BN, при этом прокладка из BN может содержать охватываемый компонент прокладки. Прокладка может быть другой прокладкой в соответствии с раскрытием изобретения, такой как прокладка из алюмосиликатной керамической пластины.

В другом варианте осуществления изобретения резервуар из керамики, такой как BN, может содержать по меньшей мере одно уплотнение из числа металлизированного керамического или паяного, в соединении с металлической кольцевой муфтой сборочного

узла 5kk электромагнитного насоса. Примером материалов для металлизации и пайки является по меньшей мере один материал из числа Ag, Ag-Cu, Cu, Mo-Mn, W-Mn, Mo-W-Mn, Mo-Mn-Ti, сплава на основе Cu, сплава на основе Ni, сплава на основе Ag, сплава на основе Au, сплава на основе Pd и тугоплавкого припоя из активного металла.

В варианте осуществления уплотнения накидной гайки по меньшей мере один компонент из числа гайки, покрытия резьбы на гайке и герметизирующего материала внутри гайки содержит элемент, который образует сплав с расплавленным металлом резервуара, таким как серебро, который имеет более высокую температуру плавления, чем расплавленный металл. Герметизирующий материал может быть порошком или оболочкой, такими как металлический порошок или оболочка. Уплотнение может быть сальникового типа, при этом герметик содержит герметизирующий материал или оболочку. Герметик может содержать прокладку, содержащую элемент. Элемент может быть по меньшей мере одним элементом из числа Pt, редкоземельного элемента, Er, Gd, Dy, Ho, Pd, Si, Y и Zr.

В варианте осуществления изобретения уплотнение может иметь конструкцию с обратной накидной гайкой (фиг. 1 (2I141)), при этом гайка 5k21 ввинчивается внутрь кольцевой муфты сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, трубка резервуара 5c скользит по внешней стороне кольцевой муфты 5k15 сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, а прокладка 5k14a находится на внутренней окружности трубки резервуара 5c. Приводимые в качестве примера прокладка и трубка резервуара содержат нитрид бора. Сборочный узел 5kk электромагнитного насоса может содержать нержавеющую сталь. Уплотнение с обратной накидной гайкой может дополнительно содержать удерживающую сжатие втулку 5k16, такую как втулка, состоящая из W, Mo или C, которая может противодействовать силам растяжения кольцевой муфты 5k15 и резервуара 5c, таким как силы теплового расширения.

Уплотнение может дополнительно быть уплотнением с обратным сжатием (фиг. 1 (2I142)). В показательном варианте осуществления изобретения кольцевая муфта 5k15 сборочного узла электромагнитного насоса расширяется относительно трубки резервуара 5c, когда температура повышается от комнатной температуры. Материалы резервуара и кольцевой муфты сборочного узла электромагнитного насоса могут выбираться таким образом, чтобы иметь желаемые коэффициенты теплового расширения для обеспечения компрессионного уплотнения без разрушения трубки резервуара. В варианте осуществления уплотнения с обратным сжатием уплотнение дополнительно содержит удерживающую сжатие втулку 5k16 вокруг трубки резервуара 5c для увеличения предела прочности трубки. Удерживающая сжатие втулка 5k16 может иметь желаемый низкий

коэффициент теплового расширения для предотвращения разрыва резервуара 5c из-за внутреннего расширения кольцевой муфты 5k15 сборочного узла электромагнитного насоса. Приводимая в качестве примера удерживающая сжатие втулка 5k16 может содержать тугоплавкий материал, такой как W, Mo или C. Приводимое в качестве примера компрессионное уплотнение может содержать по меньшей мере одну тонкостенную кольцевую муфту 5k15, содержащую нержавеющую сталь с низким коэффициентом теплового расширения, такую как нержавеющая сталь 410, инвар (FeNi36), Inovco (F333Ni4.5Co), FeNi42 или ковар (сплав FeNiCo) для уменьшения теплового расширения с целью предотвращения растрескивания резервуара 5c из BN и графитовой удерживающей сжатие втулки 5k16.

Уплотнение может содержать по меньшей мере один компонент из числа обратной накидной гайки и компрессионного уплотнения. В варианте осуществления изобретения соединение, такое как по меньшей мере одно соединение из числа соединения с накидной гайкой и соединения с компрессионным уплотнением, может дополнительно содержать детали с резьбой, такие как наружная часть кольцевой муфты трубки электромагнитного насоса, ввинчиваемая во внутреннюю часть внешней трубки резервуара в случае компрессионного уплотнения. В варианте осуществления изобретения вершины резьбы могут быть уменьшены по высоте относительно углублений резьбы для того, чтобы образовать компенсаторы теплового расширения вдоль области контакта компрессионного соединения.

Детали опорной плиты и электромагнитного насоса могут собираться для того, чтобы стать сборочным узлом 5kk опорной плиты-электромагнитного насоса-инжектора (фиг. 1 (2I98 и 2I147)). В случае варианта осуществления изобретения с двойным инжектором расплавленного металла, генератор содержит два электрически изолированных сборочных узла опорной плиты-электромагнитного насоса-инжектора. Электрическая изоляция может осуществляться путём физического разделения двух сборочных узлов. В качестве альтернативы, два сборочных узла электрически изолируются посредством электрической изоляции между узлами. Сопла в варианте осуществления изобретения с двойным инжектором расплавленного металла могут быть совмещёнными. Резервуары могут располагаться вверх дном или в перевёрнутом положении, и металл, служащий в качестве расплавленного металла, может добавляться в реакционную камеру энергетического элемента через открытый конец по меньшей мере одного резервуара. Затем сборочный узел опорной плиты-электромагнитного насоса-инжектора может подсоединяться к резервуарам. Соединение может осуществляться с помощью соединителя в соответствии с раскрытием изобретения, такого как

гидравлический затвор, соединитель с компрессионным уплотнением или с накидной гайкой и кольцевой муфтой. Сборочный узел опорной плиты-электромагнитного насоса-инжектора может содержать по меньшей мере один материал из числа нержавеющей стали или тугоплавкого металла, такого как по меньшей мере один металл из числа Mo и W. Такие детали, как трубка электромагнитного насоса, днище резервуара, сопло, опорная плита и сопрягаемая кольцевая муфта для соединителя могут изготавливаться по меньшей мере одним способом из числа сваривания и скрепления друг с другом. Крепёжные детали могут содержать резьбовые соединения. Две опорные плиты 5b8 в случае варианта осуществления изобретения с двойным инжектором расплавленного металла могут соединяться посредством электрически изолирующих пластин, таких как керамические пластины, например, из SiC, SiN, BN, BN+Ca, B_4C, оксида алюминия или диоксида циркония, с помощью таких крепёжных деталей, как болты, для формирования единой опорной конструкции резервуара, которая может приподниматься с помощью стоек, таких как керамические стойки или электрически изолированные стойки из нержавеющей стали 410, инвара (FeNi36), Inovco (F333Ni4.5Co), FeNi42 или ковара (сплав FeNiCo) для того, чтобы уменьшать влияние теплового расширения. Стойки могут содержать трубки для уменьшения влияния теплового расширения. В варианте осуществления изобретения поддерживающая пластина 5b8 резервуара может быть единой деталью или деталью, соединённой скобами для формирования непрерывной пластины, с той целью, чтобы избежать термического коробления. Опорная конструкция резервуара может приподниматься стойками, такими как керамические стойки или электрически изолированные стойки из нержавеющей стали 410, инвара (FeNi36), Inovco (F333Ni4.5Co), FeNi42 или ковара (сплав FeNiCo), которые могут содержать трубки для уменьшения влияния теплового расширения.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит систему регулировки положения резервуара или регулятор резервуара для управления выравниванием инжекторов расплавленного металла. В варианте осуществления изобретения, содержащем двойные инжекторы расплавленного металла, SunCell® содержит средство для регулировки длины стоек, которые подпирают поддерживающие пластины 5b8 резервуара, для выравнивания сопел 5q таким образом, что двойные потоки расплавленного металла пересекаются. SunCell® может содержать исполнительный механизм поддерживающей пластины резервуара, такой как по меньшей мере один исполнительный механизм из числа механического, пневматического, гидравлического, электрометрического и пьезоэлектрического, в соответствии с раскрытием изобретения. Сопла могут потерять ориентацию при нагреве элемента из-за различного теплового

расширения поддерживающих стоек резервуара. Чтобы избежать смещения, вызванного тепловым расширением, стойка может содержать материал с низким коэффициентом теплового расширения, такой как огнеупорный материал. Стойки могут быть по меньшей мере одними стойками из числа теплоизолированных и охлаждаемых, для предотвращения их теплового расширения. SunCell® может содержать охладитель стойки, такой как теплообменник или охлаждающее средство, использующее теплопроводность или конвекцию. Охлаждение может осуществляться путём направления тепла вдоль стоек к приёмнику отводимого тепла. SunCell® может содержать средство для выравнивания сопел с помощью выборочного управления длиной стоек, подпирающих поддерживающие пластины 5b8 резервуара, путём управления и обеспечения по меньшей мере одного эффекта из числа различного теплового расширения или сжатия между различными стойками. SunCell® может содержать по меньшей мере один или более нагревателей стоек и охладителей стоек для того, чтобы выборочно и различно нагревать или охлаждать поддерживающие пластины резервуара с той целью, чтобы вызывать выборочное изменение длин при тепловом расширении или сжатии для выравнивания инжекторов.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит систему регулировки положения резервуара или регулятор резервуара, такой как механический регулятор, например, двухтактный регулятор со стержнем, который может проникать в корпус 5b3a. Резьбовой механизм, который действует на стержень в стенке корпуса 5b3a, может обеспечивать двухтактный привод. Регулятор может обеспечивать перемещение вдоль или вокруг по меньшей мере одной оси. Регулятор может быть способен толкать или тянуть по меньшей мере один резервуар по вертикали или по горизонтали, или вращать его вокруг оси x, y или z. Регулировка может выполняться для обеспечения оптимального пересечения потоков расплавленного металла двойного инжектора расплавленного металла. В варианте осуществления изобретения, в котором резервуар и сборочный узел электромагнитного насоса могут быть жёстко соединены с помощью такого средства, как гидравлический затвор, резервуар может вращаться в соединении резервуара 5c с нижней полусферой 5b41. Центральная ось резервуара 5c и центральная ось сборочного узла 5кк электромагнитного насоса с соплом могут проходить вдоль одной и той же оси. Приводимым в качестве примера соединителем, который позволяет резервуару из BN вращаться, является соединитель с накидной гайкой, содержащий резервуар 5c из BN, графитовую нижнюю полусферу 5b41, графитовую прокладку и графитовую гайку. Как гексагональный BN, так и графит могут содержать смазки. Соединители для подсоединения к электромагнитному насосу, такие как соединители с шинами 5k2 тока и шинами 5k2a зажигания, могут содержать средство, такое как соединительная муфта или

шарнир, для того, чтобы позволять резервуару вращаться в достаточной степени с той целью, чтобы вызывать выравнивание впрыскиваемых потоков расплавленного металла. Шины могут по меньшей мере частично содержать расположенные друг над другом листы или кабели, такие как плетёные кабели, для обеспечения выравнивающего движения. В варианте осуществления изобретения регулирование электрических токов электромагнитного насоса, осуществляемое контроллером, может управлять вертикальным положением потоков, а поперечное положение потоков может управляться регулятором резервуара. В варианте осуществления изобретения, в котором резервуар жёстко закрепляется, выравнивание может осуществляться как операция по обслуживанию, при этом SunCell® частично разбирается, сопла выравниваются, и SunCell® повторно собирается.

В варианте осуществления изобретения, содержащем двойные инжекторы расплавленного металла, траектория потока расплавленного металла из одного сопла может находиться в первой плоскости, а плоскость траектории потока расплавленного металла из второго сопла может находиться во второй плоскости, которая повёрнута вокруг по меньшей мере одной из двух декартовых осей первой плоскости. Потоки могут приближаться друг к другу под углом. В варианте осуществления изобретения траектория потока расплавленного металла первого сопла находится в плоскости yz, а второе сопло может смещаться в поперечном направлении от плоскости yz и поворачиваться в направлении этой плоскости yz таким образом, что потоки приближаются под углом друг к другу. В показательном варианте осуществления изобретения траектория потока расплавленного металла первого сопла находится в плоскости yz, а траектория потока расплавленного металла второго сопла находится в плоскости, определяемой вращением плоскости yz вокруг оси z, таким образом, что второе сопло может смещаться в поперечном направлении от плоскости yz и поворачиваться в направлении этой плоскости yz таким образом, что потоки приближаются под углом друг к другу. В варианте осуществления изобретения траектории пересекаются на первой высоте потока и второй высоте потока, каждая из которых регулируется для того, чтобы вызывать пересечение. В варианте осуществления изобретения выпускная трубка второго электромагнитного насоса отсоединяется от выходной трубки первого электромагнитного насоса, а сопло второго электромагнитного насоса вращается по направлению к соплу первого электромагнитного насоса, таким образом, что потоки расплавленного металла приближаются под углом друг к другу, и пересечения потока можно добиться путём регулирования относительной высоты потоков. Высоты потоков могут регулироваться контроллером, таким как контроллер, управляющий электрическим током по меньшей

мере одного электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения, содержащем два сопла двух инжекторов, первоначально выровненных в одной плоскости yz, направленные под углом друг к другу относительные траектории впрыснутых потоков расплавленного металла для обеспечения пересечения впрыскиваемых потоков, могут реализовываться с помощью по меньшей мере одной операции вращения по меньшей мере одного соответствующего резервуара 5c незначительно вокруг оси z и операции незначительного изгиба сопла, которое было перемещено из плоскости yz путём вращения в направлении плоскости yz. Антенна 5f индуктивно-связанного нагревателя, такая как участок в форме диска, может изгибаться до неплоского состояния, для размещения соответствующей трубки 5k6 электромагнитного насоса. Другие компоненты и соединения могут вращаться по мере необходимости. Например, магниты 5k4 электромагнитного насоса также могут вращаться для того, чтобы сохранять своё перпендикулярное положение относительно трубки 5k6 электромагнитного насоса.

В другом варианте осуществления изобретения система впрыска может содержать источник поля, такой как источник по меньшей мере одного поля из числа магнитного и электрического, для того, чтобы отклонять по меньшей мере один поток расплавленного металла для обеспечения выравнивания впрыснутых потоков. По меньшей мере один из впрыснутых потоков расплавленного металла может отклоняться силой Лоренца из-за перемещения соответствующего проводника через приложенное магнитное поле и силой, действующей между по меньшей мере одним током, таким как ток Холла и ток зажигания, и приложенным магнитным полем. Отклонение может регулироваться путём управления по меньшей мере одним параметром из числа напряжённости магнитного поля, скорости потока расплавленного металла и тока зажигания. Магнитное поле может обеспечиваться по меньшей мере одним типом магнитов из числа постоянных магнитов, электромагнитов, которые могут охлаждаться, и сверхпроводящих магнитов. Напряжённость магнитного поля может регулироваться по меньшей мере одним способом из числа управления расстоянием между магнитами и расплавленным потоком, и посредством управления силой электрического тока.

Измерение тока зажигания или сопротивления может определять оптимальное пересечение. Оптимального выравнивания можно добиться, когда ток максимально увеличивается при установленном напряжении, или когда сопротивление самое низкое. Контроллер, который может содержать по меньшей мере одно устройство из числа программируемого логического контроллера и компьютера, может осуществлять оптимизацию.

В варианте осуществления изобретения каждый резервуар может содержать нагреватель, такой как индуктивно-связанный нагреватель, для поддержания металла резервуара, такого как серебро, в расплавленном состоянии по меньшей мере для запуска. Генератор может дополнительно содержать нагреватель вокруг излучателя абсолютно чёрного тела для предотвращения прилипания расплавленного металла, такого как серебро, по меньшей мере во время запуска. В варианте осуществления изобретения, в котором нагреватель излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела не является необходимым, излучатель абсолютно чёрного тела, такой как 5b41 и 5b42, может содержать материал, к которому расплавленный металл, такой как серебро, не прилипает. Отсутствие прилипания может иметь место при температуре, которая достигается с помощью передачи тепла от нагревателей резервуара 5c. Излучатель абсолютно чёрного тела может содержать углерод и может нагреваться до температуры, равной или превышающей температуру, при которой расплавленный металл, такой как серебро, не прилипает, прежде чем активируются электромагнитные насосы. В варианте осуществления изобретения излучатель абсолютно чёрного тела нагревается нагревателями резервуара во время запуска. Стенки излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела могут быть достаточно толстыми для того, чтобы обеспечивать передачу тепла от резервуаров к излучателю абсолютно чёрного тела с той целью, чтобы позволять излучателю абсолютно чёрного тела достигать температуры, которая по меньшей мере немного выше, чем температура, при которой расплавленный металл прилипает к излучателю абсолютно чёрного тела, и выше, чем температура плавления расплавленного металла. В варианте осуществления изобретения антенна индуктивно-связанного нагревателя, которая находится вблизи нагретого компонента энергетического элемента, такая как нагреватель, намотанный вокруг резервуаров 5c, должным образом теплоизолируется от компонента энергетического элемента, при этом радиочастотное излучение от индуктивно-связанного нагревателя проникает в изоляцию. Теплоизоляция может уменьшать тепловой поток от компонента энергетического элемента к охлаждающей жидкости антенны индуктивно-связанного нагревателя до желаемой скорости потока.

Система дополнительно содержит пусковой источник электропитания/энергии, такой как аккумулятор, например, литий-ионный аккумулятор. В качестве альтернативы, для запуска может обеспечиваться внешнее электропитание, такое как питание от сети, через соединение от внешнего источника питания к генератору. Соединение может содержать шину вывода электропитания.

В варианте осуществления изобретения излучатель абсолютно чёрного тела может нагреваться внешним излучающим нагревателем, таким как по меньшей мере одна

инфракрасная лампа, во время запуска. Инфракрасные лампы могут быть внешними по отношению к фотогальваническому преобразователю 26a и могут обеспечивать излучение через съёмные панели в фотогальваническом преобразователе. В качестве альтернативы, излучатель абсолютно чёрного тела может нагреваться во время запуска, и нагреватели могут удаляться после того, как энергетический элемент начинает функционировать непрерывно и вырабатывать достаточно энергии для поддержания реакционной камеры 5b31 энергетического элемента при температуре, достаточной для поддержания реакции гидрино.

В том случае, когда индуктивно-связанный нагреватель неэффективен при нагреве резервуара, такого как керамический резервуар, например, резервуар из BN или SiC, резервуар может содержать огнеупорное покрытие или втулку, способные эффективно поглощать излучение от индуктивно-связанного нагревателя. Приводимая в качестве примера втулка, поглощающая радиочастотное излучение, содержит углерод.

Генератор может содержать исполнительный механизм 5f1, такой как по меньшей мере один исполнительный механизм из числа механического устройства, такого как привод с реечной передачей, винтовой исполнительный механизм, линейный привод с зубчатой передачей и другие исполнительные механизмы, известные в данной области техники, пневматической, гидравлической и электромагнитной системы, для по меньшей мере одного действия из числа подвода и отвода катушки нагревателя и хранения катушки нагревателя. Электромагнитный исполнительный механизм может содержать механизм динамика. Пневматический и гидравлический исполнительные механизмы могут содержать поршни. Антенна нагревателя может содержать гибкую секцию для обеспечения возможности отвода. Приводимой в качестве примера гибкой антенной является тефлоновая трубка с медной оплёткой. В варианте осуществления изобретения внешний сосуд 5b3a высокого давления может содержать заглублённые камеры для размещения отведённой антенны.

Антенна 5f индуктивно-связанного нагревателя может содержать подвижные секции. Индуктивно-связанный нагреватель может содержать по меньшей мере одну катушку 5f для каждого резервуара, которая может быть отводимой (фиг. 1 (2I84-2I152)). Катушка может иметь форму или геометрию, которая эффективно прикладывает энергию к резервуару. Приводимая в качестве примера форма представляет собой форму люльки или настраиваемую форму раковины для цилиндрического резервуара. Форма в виде люльки может прикладывать энергию радиочастотного поля к соответствующему резервуару во время нагрева и может отводиться после этого. Каждая антенна в форме люльки может содержать дисковую катушку и прикрепляться к общей дисковой катушке,

ориентированной в плоскости, параллельной плоскости, образованной трубками сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, расположенной ниже его основания. Каждая дисковая катушка может прикрепляться к общей дисковой катушке посредством гибкой или расширяемой секции антенны. Общая дисковая катушка может прикрепляться к коробке электрических конденсаторов индуктивно-связанного нагревателя, которая может монтироваться на исполнительном механизме. В качестве альтернативы, каждая антенна в форме люльки может присоединяться к соответствующей коробке электрических конденсаторов и индуктивно-связанному нагревателю, или две отдельные коробки электрических конденсаторов могут подключаться к общему индуктивно-связанному нагревателю. По меньшей мере один компонент из числа дисковых катушек в форме люльки, общей дисковой катушки, общей коробки электрических конденсаторов и отдельных коробок электрических конденсаторов может монтироваться или прикрепляться к исполнительному механизму для обеспечения перемещения с целью хранения антенны после запуска.

В варианте осуществления изобретения нагреватель, такой как индуктивно-связанный нагреватель, содержит одну отводимую катушку 5f (фиг. 1 (2I93-2I94, 2I134-2I135 и 2I148-2I152)). Катушка может располагаться по окружности вокруг по меньшей мере одного из резервуаров 5c. Нагреватель может содержать одну многовитковую катушку вокруг обоих резервуаров 5c. Нагреватель может содержать низкочастотный нагреватель, такой как нагреватель с частотой 15 кГц. Частота нагревателя может находиться по меньшей мере в одном из следующих диапазонов: приблизительно 1–100 кГц, 1–25 кГц и 1–20 кГц. Одиночная катушка может отводиться вдоль вертикальной оси резервуаров. Катушка 5f может перемещаться вдоль вертикальной оси с помощью исполнительного механизма, такого как исполнительный механизм в соответствии с раскрытием изобретения, то есть такой как пневматический, гидравлический, электромагнитный, механический или исполнительный механизм с серводвигателем, исполнительный механизм с зубчатой передачей. Катушка может перемещаться с помощью механических устройств, известных специалистам в данной области техники, таких как винт, реечная передача и поршень. Детали исполнительного механизма, которые механически перемещаются друг по другу, такие как зубчатые колёса или скользящие детали, могут смазываться высокотемпературной смазкой, такой как гексагональный нитрид бора, MoS_2 или графит. Другими высокотемпературными смазками являются тальк, фторид кальция, фторид церия, дисульфид вольфрама, мягкие металлы (индий, свинец, серебро, олово), политетрафторэтилен, некоторые твёрдые оксиды, фториды редкоземельных элементов и алмаз. Катушка может монтироваться на

исполнительном механизме в одном или более боковых или конечных положениях, или другом удобном положении, которое допускает желаемое перемещение, не перегружая исполнительный механизм весом. Антенна может подключаться к источнику электропитания через гибкую антенную секцию для обеспечения возможности перемещения. В варианте осуществления изобретения индуктивно-связанный нагреватель содержит модуль расщепления, имеющий компонент передатчика, отдельный от оставшейся части нагревателя. Отдельный компонент передатчика может быть электрическим конденсатором/радиочастотным передатчиком. Электрический конденсатор/радиочастотный передатчик может монтироваться на исполнительном механизме. Электрический конденсатор/радиочастотный передатчик может соединяться с остальной частью нагревателя гибкими электрическими проводами и трубопроводами охлаждения в камере 5b3a1 внешнего сосуда высокого давления. Эти провода и трубопроводы могут проникать через стенку внешнего сосуда 5b3a высокого давления. Электрический конденсатор/радиочастотный передатчик может монтироваться на исполнительном механизме, подключённом к радиочастотной антенне, при этом антенна также монтируется на исполнительном механизме. Электрические конденсаторы могут монтироваться в конструктивном блоке, который может быть охлаждаемым. Блок может содержать теплоотражающее покрытие. Конструктивный блок может служить крепёжным приспособлением. Блок может содержать монтажные кронштейны для направляющих и других приводных механизмов. Индуктивно-связанный нагреватель может быть моделью нагревателя с параллельным резонансом, в котором используется длинный нагреватель, такой как нагреватель длиной 6–12 метров. Теплообменник, такой как охлаждающие пластины, может монтироваться на электрическом конденсаторе/радиочастотном передатчике с охлаждением, обеспечиваемым трубопроводом охлаждения антенны. Исполнительный механизм может приводиться в действие электрическим серводвигателем или редукторным электродвигателем, управляемым контроллером, который может реагировать на входные сигналы температурного профиля для обеспечения желаемого температурного профиля компонентов генератора, таких как резервуары 5c, электромагнитный насос, нижняя полусфера 5b41 и верхняя полусфера 5b42.

В варианте осуществления изобретения нагреватель, такой как индуктивно-связанный нагреватель, содержит одну отводимую катушку 5f (фиг. 1 (2I93-2I94, 2I134-2I135 и 2I148-2I152)), которая располагается по окружности рядом с компонентами энергетического элемента, которые желательно нагревать, такими, как по меньшей мере один компонент из числа участка излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, резервуаров 5c

и компонентов электромагнитного насоса, таких как трубка 5k6 электромагнитного насоса. В варианте осуществления изобретения нагреватель может быть неподвижным во время нагревания. Геометрия и плотность витков катушки могут конфигурироваться таким образом, чтобы избирательно прикладывать требуемую мощность нагрева на каждый компонент энергетического элемента или область каждого компонента элемента для того, чтобы добиться желаемого диапазона температур конкретного компонента или области, такого как диапазон 970–1200 °C. Благодаря предварительной калибровке нагрева и конструкции нагревателя, наблюдение температуры в ограниченном количестве точек на энергетическом элементе обеспечивает контроль температуры в неконтролируемых точках на элементе. В варианте осуществления изобретения мощность нагревателя и продолжительность нагревания могут регулироваться для обеспечения желаемых диапазонов температуры, при этом контроль температуры может не потребоваться. Управление по меньшей мере одним процессом из числа перекачки расплавленного металла в реакционную камеру энергетического элемента и подачи электропитания зажигания может регулировать нагрев излучателя абсолютно чёрного тела. Датчики температуры, такие как термопары или оптические датчики температуры, которые обеспечивают входной сигнал для контроллера температуры, могут отслеживать температуру излучателя абсолютно чёрного тела. Примером оптического датчика температуры, который может осуществлять сканирование, является датчик iR2P фирмы Omega. В качестве альтернативы, временная последовательность мощности перекачки и зажигания электромагнитного насоса, также, как и мощность индуктивно-связанного нагревателя, может использоваться для обеспечения желаемого профиля температуры энергетического элемента, такого как тот, в котором температура компонентов энергетического элемента, которые находятся в контакте с расплавленным металлом, выше температуры плавления металла.

Катушка 5f нагревателя, которая одновременно нагревает желаемые компоненты энергетического элемента, может позволять устранить по меньшей мере один компонент из числа из блоков 5k7 теплопередачи, изоляции частицами, резервуара 5e1 для частиц изоляции и систему управления для того, чтобы обеспечивать по меньшей мере одно действие из числа перемещения нагревателя по вертикали и управления уровнем мощности нагревателя, когда нагреватель перемещается вертикально. Магниты 5k4 индуктивно-связанного нагревателя могут содержать по меньшей мере один компонент из числа радиочастотных экранов и достаточного водяного охлаждения, обеспечиваемого системой охлаждения, такой как система, содержащая трубопровод 5k11 охлаждающей жидкости электромагнитного насоса и холодную плиту 5k12 электромагнитного насоса,

для предотвращения перегрева магнита до точки потери намагниченности от тепловой мощности, прикладываемой на уровне трубки 5k6 электромагнитного насоса. Радиочастотный экран может содержать несколько слоев радиоотражающего материала, такого как высокопроводящий материал, например, Al, Cu или Ag, который может содержать металлическую фольгу или экран.

В варианте осуществления изобретения экран индуктивно-связанного нагревателя может содержать магнитный материал для ослабления магнитного потока, который падает на магниты электромагнитного насоса. Приводимые в качестве примера магнитные материалы включают в себя пермаллой или мю-металл, такой как металлы на основе никеля с высокой магнитной проницаемостью, такие как материал, имеющий проницаемость около 300 000 с низким уровнем насыщения. В варианте осуществления изобретения, в котором напряжённость магнитного поля, прикладываемого нагревателем, является высокой, магнитный материал может содержать материал с более высоким уровнем насыщения, такой как магнитный металл, например, углеродистая сталь или никель. В варианте осуществления изобретения магнитный материал может иметь структуру и проницаемость для того, чтобы минимизировать негативное влияние на линии постоянного магнитного поля постоянных магнитов электромагнитного насоса из-за того, что магнитное поле постоянного магнита поглощается экранирующим металлом и ослабляет поле постоянного магнита в жидком металле в трубке электромагнитного насоса. В другом варианте осуществления изобретения экран содержит клетку 5k1a Фарадея (фиг. 1 (2I115)), содержащую металл с высокой проводимостью, такой как медь, вокруг компонентов, которые желательно экранировать, таких как магниты 5k4 электромагнитного насоса. Части 5ka1 клетки Фарадея, такие как панели, могут закрепляться с помощью крепёжных деталей, таких как высокопроводящие винты 5k1b, такие как медные винты. В варианте осуществления изобретения клетка 5k1a Фарадея не влияет на статическое магнитное поле постоянных магнитов 5k4, таким образом, что клетка может полностью окружать магниты. Клетка Фарадея может быть охлаждаемой. Охлаждение может обеспечиваться холодной плитой 5k12 электромагнитного насоса и трубопроводами 5k11 охлаждающей жидкости электромагнитного насоса. В варианте осуществления изобретения холодная плита может содержать конструкцию, используемую для охлаждения фотогальванических элементов концентратора, таких как элементы, содержащие микроразмерные каналы. В варианте осуществления изобретения каждый магнит может содержать отдельную клетку Фарадея (фиг. 1 (2I116)). Толщина стенок клетки Фарадея может быть больше, чем глубина проникновения радиочастотного излучения индуктивно-связанного нагревателя. В варианте осуществления изобретения

глубины проникновения частот индукционного нагрева составляет менее 0,3 мм; таким образом, стенка клетки может быть толще 0,3 мм для экранирования, при этом увеличение толщины стенки увеличивает экранирование. В варианте осуществления изобретения магниты 5k4 электромагнитного насоса могут содержать ярмо 5k5 или трапециевидный магнит для направления потока через трубку 5k6 электромагнитного насоса и могут дополнительно содержать магнитную цепь, при этом магниты 5k4 и системы 5k1 охлаждения магнитов могут располагаться в положении, таком как центрированное положение под участком трубок 5k6 электромагнитного насоса снаружи резервуара 5c. Магнитная цепь может содержать ярма, которые направляют поток поперечно электрическому току, в положение шин 5k2 электромагнитного насоса. В варианте осуществления изобретения магниты 5k4 могут содержать пирамидальные магниты, которые концентрируют сильное магнитное поле через стенки трубки 5k6 электромагнитного насоса вдоль оси x с электрическим током, направленным вдоль оси z, и потоком насоса, направленным вдоль оси y. В варианте осуществления изобретения шины электромагнитного насоса, такие как по меньшей мере одна шина из числа 5k2 и 5k3, могут содержать проводник с высокой проводимостью, способный функционировать при высокой температуре, такой как Mo. Магнитная цепь может содержать магниты 5k4 электромагнитного насоса, сердечник, содержащий материал с высокой проницаемостью, который может дополнительно содержать магниты между его секциями, зазор в цепи для трубки 5k6 электромагнитного насоса и ярма в зазоре для концентрирования потока через трубку 5k6 электромагнитного насоса. Сердечник может содержать C-образный проницаемый материал, такой как феррит, при этом зазор представляет собой отверстие в C. В другом варианте осуществления изобретения электромагнитный насос содержит статор со множеством обмоток и по меньшей мере один цилиндрический канал, который содержит расплавленный металл для перекачки. В показательном варианте осуществления изобретения статор с тремя парами спиральных обмоток генерирует вращающееся закрученное магнитное поле. Создаётся осевая тяга, а также вращающий момент, который воздействует на расплавленный металл в цилиндрических каналах.

В варианте осуществления изобретения катушка 5f индуктивно-связанного нагревателя может дополнительно содержать концентраторы для усиления электромагнитного поля в желаемых областях путём увеличения соответствующих токов в компоненте энергетического элемента или в области компонента элемента. Приводимые в качестве примера концентраторы могут содержать ферриты для высокой частоты и тонколистовую сталь для низких частот. Концентратор может служить для обеспечения желаемого температурного профиля энергетического элемента. В варианте осуществления

изобретения, содержащем компоненты энергетического элемента, которые желательно нагревать, но которые не состоят из материалов, которые легко взаимодействуют с энергией радиочастотного поля индуктивно-связанного нагревателя, компонент может покрываться материалом, поглощающим энергию радиочастотного поля, таким как углерод. Покрытие может содержать разделяющий или расширяющийся зазор для приспособления к различным коэффициентам теплового расширения. Показательный вариант осуществления изобретения содержит цилиндрические резервуары 5c из BN, покрытые цилиндрическими графитовыми втулками, которые разделяются для приспособления к различному тепловому расширению.

В варианте осуществления изобретения катушка 5f антенны индуктивно-связанного нагревателя, которая может иметь водяное охлаждение, может содержать по меньшей мере катушку, которая располагается по окружности вокруг двух резервуаров, и катушку или участок катушки, которая располагается по окружности по меньшей мере вокруг участка излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Катушка может дополнительно содержать по меньшей мере одну дисковую катушку. Плоскость дисковых катушек может быть параллельна плоскости трубки электромагнитного насоса снаружи резервуара. Дисковые катушки могут располагаться вдоль по меньшей мере одной стороны внешнего участка трубки электромагнитного насоса. Дисковая катушка может нагревать обе трубки электромагнитного насоса. В качестве альтернативы, антенна 5f может содержать множество дисковых катушек, при этом дисковые катушки могут индивидуально или совместно нагревать каждую трубку электромагнитного насоса. Дисковые катушки могут отводиться вдоль вертикальной оси генератора. Дисковые катушки могут отводиться вместе с катушкой резервуара и могут быть частью катушки резервуара. Антенна может содержать множество отдельных компонентов. Антенна может состоять из двух антенн, каждая из которых содержит пару дисковых катушек. Каждая из двух дисковых катушек может быть верхней для нагрева по меньшей мере одного компонента из числа участка излучателя абсолютно чёрного тела и резервуара. Форма верхней дисковой катушки может подбираться под форму нагреваемой поверхности. Приводимые в качестве примера формы представляют собой C-образную форму вокруг дна сферического или овального излучателя абсолютно чёрного тела и U-образную форму вокруг цилиндрического резервуара, соответственно. Катушки могут отводиться вдоль множества осей, таких как горизонтальная ось, а также вертикальная ось, для того, чтобы храниться после запуска. Исполнительный механизм может перемещать каждую антенну 5f вдоль этих осей для того, чтобы достичь места хранения. Соединительный участок антенны может содержать гибкие проводящие трубопроводы для воды, такие как гибкие металлические трубки,

например, сильфонные трубки. Трубки могут содержать медь.

В варианте осуществления изобретения дисковая или другая катушка антенны 5f может содержать по меньшей мере одну гибкую секцию. Гибкая секция может позволять отводить катушку вблизи компонента энергетического элемента, такого как магниты 5k4 электромагнитного насоса, ярмо 5k5 или выступ на клетке Фарадея, в которой размещается по меньшей мере один магнит, необязательно включающий в себя ярмо, концентрирующее магнитный поток. В качестве альтернативы, электромагнитный насос может содержать по меньшей мере один компонент из числа подвижного ярма, такого как те ярма, которые могут сниматься, то есть которые могут находиться за пределами клетки Фарадея, и подвижных магнитов 5k4, которые могут размещаться на дорожках для того, чтобы облегчать отвод дисковой катушки. В варианте осуществления изобретения секции нагреваемого компонента, такого как трубка 5k6 электромагнитного насоса в области шин 5k2a зажигания электромагнитного насоса, могут избирательно нагреваться антенной 5f индуктивно-связанного нагревателя, то есть по меньшей мере одной из антенн, содержащей участок её катушки, имеющий непосредственную близость к компоненту, и компоненту, содержащему материал, который лучше взаимодействует с энергией радиочастотного поля, такой как магнитная сталь над нержавеющей сталью или молибденом. Подобные материалы могут прикрепляться вместе с переходной насадкой к магнитному металлу. Примерами креплений являются сварные швы и соединения с использованием болта и гайки. Шины 5k2a зажигания электромагнитного насоса могут содержать нержавеющую сталь, приваренную к трубке 5k6 насоса из нержавеющей стали, и магнитную сталь, приваренную или прикреплённую к участку из нержавеющей стали шин 5k2a зажигания электромагнитного насоса. В варианте осуществления изобретения шины 5k2a зажигания могут прикрепляться к поддерживающей пластине 5b8.

Катушка антенны 5f может содержать по меньшей мере один спиральный контур, при этом контур катушки является обратимо растягиваемым и сжимаемым, таким образом, что катушка может сжиматься в непосредственной близости от энергетического элемента для достижения хорошего взаимодействия с энергией радиочастотного поля, а затем растягиваться для обеспечения возможности отвода и хранения антенны. Хранение антенны может осуществляться с помощью исполнительного механизма в соответствии с раскрытием изобретения. Каждый контур катушки может содержать телескопическую или сильфонную секцию. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один контур катушки антенны 5f может быть обратимо растягиваемым и сжимаемым. Контур может содержать телескопическую или сильфонную секцию. Водяное охлаждение может реализовываться с помощью трубки, герметично закрытой внутри обратимо

растягиваемой и сжимаемой секции контура катушки. Трубка может быть тефлоновой или другой высокотемпературной трубкой для воды, которая может вставляться внутрь проводящего контура катушки для того, чтобы по меньшей мере перекрывать обратимо растягиваемую и сжимаемую секцию. Трубка может покрываться проводником, таким как гибкий проводник, такой как плетёный металл, такой как плетёный медный провод. Примером гибкой секции антенны является тефлоновая трубка с проволочной оплёткой или эластичная трубка, такая как хирургическая трубка. Проволочная оплётка может быть медной оплёткой. В качестве альтернативы, растяжимая секция может содержать металлизированный пластик, такой как майлар. Катушка антенны 5f может дополнительно содержать исполнительный механизм для растяжения или сжатия по меньшей мере одного контура. В варианте осуществления изобретения контур может сжиматься для обеспечения большей близости к нагретому компоненту энергетического элемента, такому как резервуар. Близость может обеспечивать большее взаимодействие радиочастотного поля с компонентом элемента. Один и тот же или по меньшей мере один дополнительный исполнительный механизм может растягивать контур для того, чтобы позволять тому же или другому исполнительному механизму перемещать катушку для её хранения. Перемещение может быть вертикальным. Хранение может осуществляться в нижней камере 5b5. Катушка может растягиваться и сжиматься под действием давления воды и вакуума, прикладываемого к катушке антенны, при этом контур охлаждения источника электропитания индуктивно-связанного нагревателя и электрического конденсатора может быть обойдён посредством соленоидного клапана. Линейное перемещение исполнительного механизма вниз, перемещающего подпружиненную катушку по распределителю, может растягивать её.

В варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1 (2I148-2I152), катушка, расположенная вокруг по меньшей мере одного из двух резервуаров 5c системы с двойным инжектором расплавленного металла и по меньшей мере участка излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, является обратимо растягиваемой и сжимаемой. Катушка может разделяться вертикально в двух местах на контур катушки, который проходит в осевом направлении (вертикально вдоль энергетического элемента). Гибкий электрический соединитель, такой как провод, такой как литцендрат, может соединять по мостовой схеме разделённые секции контура. Провод может быть проводом с высокой электропроводностью, таким как медный провод. Провод может быть тугоплавким, таким как провод из W или Mo. Каждый мост, такой как провод, может охлаждаться снаружи с помощью таких средств, как проводимость, конвекция и излучение. Мост может охлаждаться газом, таким как газ с высокой теплопередающей способностью, таким как

гелий. Газовая система охлаждения моста может содержать систему принудительной конвекции или проводимости. Система охлаждения моста может содержать внешний теплообменник, такой как теплообменник с внешней охлаждающей жидкостью. Мост, такой как провод, может сжиматься, когда необходимо сжатое положение. Катушка с мостом может содержать пружинный провод, который обратимо растягивается и сжимается. В показательном варианте осуществления изобретения антенна может содержать тугоплавкую металлическую пружину для создания электрической перемычки между секциями отводимой катушки антенны индуктивно-связанного нагревателя. Перемычки могут охлаждаться гелием или охлаждаться другой внешней системой, такой как отдельная система намотки, такая как теплообменник, в тепловом контакте с проволочной перемычкой антенны. В качестве альтернативы, перемычка может не быть активно охлаждаемой.

В варианте осуществления разделённой овальной спиральной катушки, соединения между противоположными разделёнными секциями контура катушки содержат контактные соединения (фиг. 1 (2I151-2I152)). Контакты могут содержать концевые пластины контура катушки. Контакты на концах противоположных секций контура катушки могут содержать охватываемые 5f4 и охватывающие 5f5 соединители или другие электрические контактные соединители, известные специалистам в данной области техники. Контакты могут соединяться и разъединяться исполнительным механизмом 5f1, когда он переводит разделённые секции катушки горизонтально в состояние контакта и выводит из него. Каждый штекерный охватываемый соединитель 5f4 может содержать закруглённый или заострённый конец, таким образом, что он легче совмещается с охватывающим соединителем 5f5, когда две половины антенны сдвигаются вместе. Соединенные две секции половинной антенны могут образовывать овальную спираль. Антенна может функционировать как овальная спираль с прикреплённой в вертикальной плоскости дисковой катушкой, когда она находится в сомкнутой (соединённой) конфигурации. В другом варианте осуществления изобретения антенна содержит разделённую овальную катушку, при этом каждая из двух секций содержит прикреплённый элемент из пары дисковых катушек, которые могут дополнительно содержать электрические соединители для сопряжения пары. Антенна может функционировать как овальная спираль дисковой катушки в вертикальной плоскости, содержащей две соединённые или несоединённые секции, когда антенна находится в сомкнутой (соединённой) конфигурации. В случае, когда сомкнутая антенна содержит два несоединённых элемента двухкомпонентной дисковой катушки, каждый элемент может содержать отдельную систему соединителей водяного охлаждения. В варианте

осуществления изобретения по меньшей мере один магнит 5k4 электромагнитного насоса, который может дополнительно содержать клетку 5k1a Фарадея, может обратимо перемещаться для обеспечения соединения и разъединения разделённой антенны с помощью исполнительного механизма. Отвод магнитов может позволять проходить дисковой катушке во время её перемещения исполнительным механизмом. Магниты могут перемещаться в рабочее положение, такое как положение в непосредственной близости от трубки 5k6 электромагнитного насоса, после того, как дисковые катушки были перемещены в их рабочее положение.

Контуры каждой половины разделённой катушки могут содержать трубопроводы 5f2 для воды, которые проходят между вертикально смежными концами контура катушки. Трубопроводы могут иметь противоположную резьбу для ввинчивания в лицевую поверхность или край катушки. Контуры антенны могут разделяться и поддерживаться проставками и стойками 5f3 антенны. В варианте осуществления изобретения трубопроводы 5f2 для воды и секции контура катушки обеспечивают непрерывный путь для потока охлаждающей жидкости, такой как вода. Трубопроводы для охлаждающей жидкости могут электрически изолироваться или содержать электрический изолятор, такой как высокотемпературный полимер, керамика или стекло. Трубопроводы для охлаждающей жидкости могут содержать проводник, который электрически изолируется в контурах катушки. Трубопроводы для охлаждающей жидкости могут иметь теплозащиту. Приводимые в качестве примера тефлоновые или делриновые ацетальные трубопроводы для воды соединяют концы смежных секций контура каждой половины катушки для того, чтобы вода охлаждала каждую половину катушки независимо. Трубопроводы могут изготавливаться путём прессования, литья под давлением, штамповки, фрезерования, механической обработки и лазерной трёхмерной печати. Трубопроводы могут соединяться с трубками для охлаждающей жидкости, которые могут привариваться к контурам катушки антенны. Трубопроводы для воды, такие как тефлоновые трубы, также могут служить в качестве опорных конструкций. В варианте осуществления изобретения трубопровод водяного охлаждения может быть двунаправленным внутри каждой секции контура. В варианте осуществления изобретения антенна может содержать отдельные трубопроводы для охлаждающей жидкости, такие как тефлоновые водопроводы 5f2, и опорные конструкции или проставки 5f3. Опорные конструкции могут содержать проставки из тугоплавких изоляционных материалов, таких как нитрид бора или нитрид кремния, которые дополнительно могут быть устойчивы к тепловому удару. В варианте осуществления изобретения каждая половина катушки соединяется с коробкой электрических конденсаторов источника 90a радиочастотного

электропитания антенны. Подключение электропитания может охлаждаться и служить трубопроводом охлаждения. Каждая половина катушки может дополнительно содержать другой трубопровод охлаждающей жидкости или соединение трубопровода охлаждающей жидкости, который служит в качестве трубопровода для формирования замкнутого контура охлаждающей жидкости через соответствующую половину антенну, и теплообменник, такой как холодильник. Каждое из соединений трубопроводов охлаждающей жидкости может быть предназначено только для охлаждения, при этом каждое из них может содержать электрический изолятор или может быть электрически изолировано от антенны.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит множество антенн, таких как две катушки, которые охватывают и нагревают резервуары 5c, и по меньшей мере одну дисковую катушку, которая нагревает трубки 5k6 электромагнитного насоса. Каждая катушка может иметь по меньшей мере один компонент из числа своей коробки электрических конденсаторов и источника электропитания. Источник электропитания может содержать делитель мощности. Антенна может содержать две верхние С-образные катушки и по меньшей мере одну дисковую катушку, которая может содержать отдельные источники электропитания и отдельные контроллеры, такие как каждый контроллер, содержащий датчик температуры, такой как инфракрасный датчик, такой как оптический пирометр, и контроллер мощности. Катушки могут отводиться по меньшей мере одним исполнительным механизмом на тот период, когда они не функционируют. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере из одной катушки, такой как дисковая катушка или катушки, может сливаться охлаждающая жидкость, когда она не используется, и катушка может оставаться в рабочем положении (не отведённой). Катушка может содержать насос, резервуар или источник охлаждающей жидкости и контроллер для обратимого добавления и слива охлаждающей жидкости во время режимов функционирования и хранения соответственно.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит множество антенн, таких как две катушки, которые охватывают и нагревают резервуары 5c, и по меньшей мере одну дисковую катушку, которая нагревает трубки 5k6 электромагнитного насоса, при этом частота прерывания каждой антенны модулируется независимо для того, чтобы предотвращать связь между антеннами. По меньшей мере одна из антенн может быть отводимой. SunCell® может содержать по меньшей мере один исполнительный механизм для обеспечения возможности отвода. В качестве альтернативы, по меньшей мере одна антенна может быть неподвижной. Неподвижная антенна может выполнять вторичную роль в качестве теплообменника для удаления избыточного тепла во время выработки

SunCell® электроэнергии. Антенна-теплообменник может содержать проводник с высокой температурой плавления, такой как тугоплавкий металл, такой как молибден, или другой металл в соответствии с раскрытием изобретения. Антенна может содержать воду или другую охлаждающую жидкость, такую как расплавленный металл, расплавленная соль или другая охлаждающая жидкость в соответствии с раскрытием изобретения или известная в данной области техники. После запуска SunCell® охлаждающая жидкость стационарной антенны может сливаться. В качестве альтернативы, охлаждающая жидкость может использоваться для отвода тепла от SunCell® при его функционировании по выработке энергии. Стационарная антенна может использоваться для нагрева по меньшей мере одного компонента SunCell® во время запуска и охлаждения по меньшей мере одного компонента во время выработки электроэнергии. Компонент SunCell® может быть по меньшей мере одним компонентом из группы компонентов энергетического элемента, таких как по меньшей мере один компонент из числа электромагнитного насоса 5ka, резервуаров 5c и реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, и компонентом МГД-преобразователя, такого как по меньшей мере один компонент из числа секции 307 сопла МГД-преобразователя, секции 308 МГД-генератора, секции 309 конденсации МГД-преобразователя, возвратных трубопроводов 310, возвратных резервуаров 311, возвратных электромагнитных насосов 312 и трубки 313 возвратного электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения антенна 5f может содержать взаимодействующий с энергией радиочастотного поля материал, который может передавать тепловую мощность к резервуарам. Взаимодействующий с энергией радиочастотного поля материал может содержать углерод. Углерод может быть в виде блоков, которые вставляются в антенну для заполнения пространства и формирования антенны и резервуаров. Взаимодействующий с энергией радиочастотного поля материал может быть деформируемым для того, чтобы позволять осуществлять хранение антенны после запуска энергетического элемента. Углеродные блоки могут быть деформируемыми. Углеродные блоки могут быть телескопическими. Телескопические углеродные блоки могут быть подпружиненными для того, чтобы обеспечивать хорошее взаимодействие с энергией радиочастотного поля и тепловой контакт с резервуарами. Углеродные блоки могут сжиматься таким образом, чтобы обеспечивать хранение антенны. Графитовые блоки могут растягиваться и сжиматься посредством системы исполнительного механизма, такой как пневматическая, гидравлическая, электронная, механическая система или другая система исполнительного механизма в соответствии с раскрытием изобретения. Гидравлическая система может прикладывать давление от

охлаждающей жидкости антенны, обеспечиваемой насосом охлаждающей жидкости, при этом контур охлаждения индуктивно-связанного нагревателя может быть обойдён с помощью соленоидного клапана. В пневматической системе может применяться вакуум или давление, создаваемое вакуумным насосом. Механический исполнительный механизм может быть реечным, зубчатым или приводом с шариковыми винтами, или другим исполнительным механизмом в соответствии с раскрытием изобретения.

Каждый магнит может размещаться в отдельной клетке Фарадея (фиг. 1 (2I116)). В другом варианте осуществления изобретения дисковая катушка может иметь такую форму, чтобы иметь секцию под каждым магнитом электромагнитного насоса для её отвода. Отводимая дисковая катушка на одной стороне плоскости, определяемой трубками электромагнитного насоса, может содержать по меньшей мере одну катушку из числа из перевёрнутой C-образной катушки с двойным или обратным контуром и W-образной катушки с двойным контуром, при этом катушка проходит под каждым магнитом в этих положениях. Катушка 5f, такая как дисковая катушка, может располагаться вокруг нагретой детали, такой как трубка электромагнитного насоса, для повышения эффективности нагрева. Катушка, такая как W-образная катушка с двойным контуром, показанная на фиг. 1 (2I151-2I152), может избирательно нагревать по меньшей мере участок каждой трубки электромагнитного насоса, такой как области впускного и выпускного отверстий, в то время как подача радиочастотной мощности на магниты уменьшается. Для обеспечения хорошей передачи радиочастотной мощности от W-образной катушки с двойным контуром к трубке электромагнитного насоса, трубки электромагнитного насоса могут быть в достаточной мере разделёнными посередине между резервуарами и для того, чтобы позволять каждой ветви антенны выходить за пределы соответствующей трубки насоса, обеспечивается перевёрнутый V-образный участок антенны. По меньшей мере один компонент из числа трубки электромагнитного насоса и антенны может изготавливаться с использованием систем и способа гибки трубки катушки, для обеспечения плотного прилегания трубки насоса внутри катушек антенны. В другом варианте осуществления изобретения обмотка двойной катушки пересекается в середине таким образом, что путь вдоль катушки антенны является внешним-внутренним-внешним-внутренним по сравнению с внешним-внешним-внутренним-внутренним.

Катушки 5f, такие как по меньшей мере одна катушка из числа круговых и дисковых катушек, могут электрически изолироваться. Трубка антенны может быть широкой плоской трубкой для охвата большей площади поверхности для того, чтобы обеспечивать лучшее взаимодействие тепловой энергии с компонентом элемента. Компоненты, которые

не поглощают энергию радиочастотного поля эффективно, такие как резервуары из нитрида бора, могут покрываться поглотителем энергии радиочастотного поля, который может содержать материал, такой как углерод, который лучше взаимодействует с энергией радиочастотного поля или поглощает её. Углерод для косвенного радиочастотного нагрева резервуара, такого как резервуар из BN, может прикрепляться в виде секций, таких как две расположенные по окружности секции в форме раковины, которые могут удерживаться на месте с помощью крепёжной детали, такой как W-образный зажим, лента или провод. В варианте осуществления изобретения секция в форме раковины предназначается для предотвращения электрического контакта между электрически поляризованными частями энергетического элемента для того, чтобы избежать электрического короткого замыкания. Чтобы избежать протекания химической реакции с образованием карбида железа, углеродная секция в форме раковины не должна вступать в контакт с деталью, содержащей железо; секция в форме раковины может содержать материал, отличный от углерода, в том случае, если секция в форме раковины контактирует с железом, или такой деталью, как гайка, содержащей железо. Также следует избегать других подобных химических несовместимостей. В варианте осуществления изобретения радиопоглощающее покрытие может содержать материал, такой как углеродное полотно, сотовая структура или пена, который служит для поглощения энергии радиочастотного поля от индуктивно-связанного нагревателя и служит в качестве теплоизоляции. Электрическая изоляция антенны может содержать по меньшей мере один материал из числа материала Fibrex, каптоновой ленты, эпоксидной смолы, керамики, кварца, стекла и цемента. По меньшей мере одна катушка может отводиться и храниться после запуска. Хранение может осуществляться во втором отсеке внутри камеры, в которой находится излучатель абсолютно чёрного тела. Другие катушки с особой геометрией, такие как шпильки или дисковые катушки, такие как катушки вдоль участков концов, боковых сторон или дна трубки электромагнитного насоса за пределами резервуара, находятся в объёме охраны изобретения. Любая из катушек может содержать концентраторы. В другом варианте осуществления изобретения генератор содержит множество исполнительных механизмов катушки, при этом антенна для нагрева элемента может содержать множество катушек, которые могут отводиться вдоль множества осей. В показательном варианте осуществления изобретения катушки могут отводиться горизонтально, а затем отводиться вертикально. В варианте осуществления изобретения генератор может содержать по меньшей мере одну катушку нагревателя трубки электромагнитного насоса и по меньшей мере один исполнительный механизм катушки и по меньшей мере один привод магнита электромагнитного насоса. Катушка или катушки

нагревателя могут нагревать секцию трубки электромагнитного насоса снаружи резервуара с отведёнными магнитами электромагнитного насоса, катушка или катушки могут отводиться с помощью исполнительного механизма или механизмов катушки, а исполнительный механизм или механизмы магнита электромагнитного насоса могут перемещать магниты электромагнитного насоса в место, необходимое для того, чтобы поддерживать перекачку, прежде чем трубка электромагнитного насоса остывает ниже температуры плавления расплавленного металла, такого как серебро, находящего внутри. Перемещение отвода катушки и позиционирования магнита могут быть скоординированными. Координации можно добиться с помощью механических соединений или с помощью контроллера, такого как контроллер, содержащий компьютер и датчики.

В варианте осуществления изобретения трубка 5k6 электромагнитного насоса может избирательно нагреваться при поддержании магнитов 5k4 электромагнитного насоса холодными по меньшей мере одним из следующих способов: (i) с использованием по меньшей мере одного компонента из числа радиочастотного экрана и магнитного экрана или клетки Фарадея для снижения радиочастотной мощности, падающей на магниты электромагнитного насоса, (ii) с использованием концентраторов для избирательного усиления электромагнитного поля на трубке электромагнитного насоса и, следовательно, увеличения радиочастотных токов и нагрева в трубке электромагнитного насоса, при этом магнитное поле концентратора может быть ориентировано в направлении, которое предотвращает помехи в электромагнитном насосе, например, в направлении электрического тока электромагнитного насоса или в направлении трубки электромагнитного насоса, (iii) с использованием радиочастотной катушки 5f, которая выборочно нагревает трубку 5k6 электромагнитного насоса, (iv) с использованием средства теплопередачи, такого как блоки 5k7 теплопередачи, трубки электромагнитного насоса с бóльшим поперечным сечением или тепловые трубки для передачи тепла от более нагретых компонентов энергетического элемента к менее нагретой трубке электромагнитного насоса и (v) путём увеличения охлаждения магнита с помощью охладителя, такого как теплообменник 5к1 электромагнитного насоса. Опорная плита резервуара может содержать материал, такой как керамика, который устойчив к поглощению энергии радиочастотного поля от индуктивно-связанного нагревателя, таким образом, что большая часть энергии может избирательно поглощаться трубкой электромагнитного насоса с нагревом, прикладываемым в соответствующей области.

Катушка нагревателя и коробка электрических конденсаторов могут монтироваться на исполнительном механизме, который может перемещаться в положение нагрева во

время запуска и отводиться в отсек для хранения, когда они не используются. Отсек для хранения может быть секцией во внешней камере 5b3a1 сосуда высокого давления, которая также может содержать источники стабилизированного электропитания. Катушка может также служить для охлаждения воды в отсеке для хранения, которая может охлаждать источники стабилизированного электропитания. Средство перемещения нагревателя может содержать одно из средств в соответствии с раскрытием изобретения, такое как моторизованный исполнительный механизм с шариковыми винтами или механизм с реечной передачей, которое может монтироваться в отсеке для хранения нагревателя. Отсек для хранения нагревателя может содержать камеру для оборудования подачи стабилизированного электропитания.

В варианте осуществления изобретения исполнительный механизм может содержать приводной механизм, такой как серводвигатель, который монтируется в углублённой камере, например, в камере в основании внешнего сосуда 5b3b высокого давления. Серводвигатель или редукторный электродвигатель может приводить в движение механическое устройство перемещения, такое как винт, поршень или реечная передача. По меньшей мере один компонент из числа катушки 5f и электрического конденсатора для индуктивно-связанного нагревателя может перемещаться устройством перемещения, при этом перемещение может осуществляться путём перемещения направляющей, к которой прикрепляются перемещаемые компоненты. В варианте осуществления изобретения исполнительный механизм может по меньшей мере частично располагаться снаружи внешнего сосуда 5b3a высокого давления. Исполнительный механизм может по меньшей мере частично располагаться снаружи основания внешнего сосуда 5b3b высокого давления. Подъёмный механизм может быть по меньшей мере одним механизмом из числа пневматического, гидравлического, электромагнитного, механического или механизма с серводвигателем. Катушка может перемещаться с помощью механических устройств, известных специалистам в данной области техники, таких как винт, реечная передача и поршень. Исполнительный механизм может содержать по меньшей мере один подъёмный поршень с отверстиями для поршней, которые могут герметизироваться с помощью сильфона, при этом механизм для перемещения поршней по вертикали может находиться снаружи сосуда 5b3a высокого давления, например, снаружи основания внешнего сосуда 5b3b высокого давления. Приводимый в качестве примера исполнительный механизм этого типа включает в себя систему MBE/MOCVD, такую как система Veeco, содержащая приводимый в качестве примера сильфон лопасти затвора. В варианте осуществления изобретения исполнительный механизм может содержать механизм с магнитной связью, при этом внешнее магнитное поле может

вызывать механическое перемещение внутри внешнего сосуда 5b3a высокого давления. Механизм с магнитной связью может содержать внешний двигатель, внешний постоянный или электромагнит, внутренний постоянный или электромагнит и устройство механического перемещения. Внешний двигатель может вызывать вращение внешнего магнита. Вращающийся внешний магнит может соединяться с внутренним магнитом, вызывая его вращение. Внутренний магнит может взаимодействовать с устройством механического перемещения, таким как реечная передача или винт, при этом вращение заставляет устройство перемещать по меньшей мере один компонент из числа катушки 5f и электрического конденсатора. Исполнительный механизм может содержать электронный внешний источник вращающегося магнитного поля и внутреннюю магнитную муфту. В варианте осуществления изобретения взаимодействие внешнего вращающегося магнитного поля с внутренним магнитом может реализовываться электронным способом. Вращающееся внешнее поле может создаваться статором, а муфта может быть связана с внутренним ротором, таким как электродвигатель. Статор может быть электронно-коммутирующего типа. В другом варианте осуществления изобретения детали исполнительного механизма, которые механически перемещаются друг по другу, такие как зубчатые колеса или скользящие детали, могут смазываться высокотемпературной смазкой, такой как MoS_2 или графит.

В варианте осуществления изобретения, таком как показанный на фиг. 1 (2I95-2I149), двигатель 93, такой как серводвигатель или редукторный электродвигатель, может приводить в действие устройство механического перемещения, такое как шарико-винтовая передача 94 с подшипником 94a, поршень, реечная передача, или тугой трос, подвешенный на шкивах. По меньшей мере один компонент из числа антенны и кожуха исполнительного механизма индуктивно-связанного нагревателя может прикрепляться к кабелю, который перемещается приводным шкивом, то есть вращается электродвигателем. Приводное соединение между двигателем 93 и устройством механического перемещения, таким как шариковый винтовой механизм 94, может содержать коробку 92 передач. Двигатель, такой как редукторный электродвигатель, и устройство механического перемещения, такое как реечная передача или шарико-винтовая передача 94, и направляющие рельсы 92a могут быть внутри или снаружи внешнего сосуда 5b3a высокого давления, например, снаружи опорной плиты внешнего сосуда 5b3b высокого давления, и может дополнительно включать в себя линейный подшипник 95 и вал подшипника, который может быть способен выдерживать по меньшей мере один эффект из числа высокой температуры и высокого давления. Линейный подшипник 95 может содержать скользящий материал, такой как Glyon. Вал

подшипника может проникать во внешнюю камеру 5b3a1 сосуда высокого давления, например, через опорную плиту внешнего сосуда 5b3b высокого давления, и прикрепляться по меньшей мере к одной из катушек 5f нагревателя и коробки электрических конденсаторов катушки нагревателя для того, чтобы вызывать их вертикальное перемещение, когда вал приводится в движение вертикально в направлении вверх или вниз с помощью устройства механического перемещения. Линейный подшипник может монтироваться в углублённой камере, например, в основании внешнего сосуда 5b3b высокого давления. Вал подшипника может проникать сквозь опорную плиту внешнего сосуда 5b3b высокого давления через отверстие. По меньшей мере один компонент из числа катушки 5f и электрического конденсатора 90a для индуктивно-связанного нагревателя, может перемещаться устройством перемещения, при этом перемещение может осуществляться путём перемещения направляющей, к которой прикрепляются перемещаемые компоненты.

В варианте осуществления изобретения компоненты энергетического элемента, такие как нижняя полусфера 5b41, верхняя полусфера 5b42, резервуары 5c и соединители, могут быть способны выдерживать давление при температуре функционирования излучателя абсолютно чёрного тела, такой как 3000 K, соответствующей давлению паров серебра в 10 атм. Излучатель абсолютно чёрного тела может покрываться сетчатым корпусом из углеродного волокна для поддержания высокого давления. Внешняя камера 5b3a1 сосуда высокого давления может не находиться под давлением для того, чтобы сбалансировать давление в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Внешний сосуд высокого давления может иметь атмосферное давление или давление ниже атмосферного. Внешняя камера 5b3a1 сосуда высокого давления может поддерживаться под вакуумом для того, чтобы избежать передачи тепла к стенке камеры. Исполнительный механизм может содержать герметизированный подшипник на опорной плите 5b3b внешнего сосуда 5b3a для проникновения поворотного или приводного вала с приводом от внешнего двигателя, такого как серводвигатель или шаговый двигатель, управляемого с помощью контроллера, такого как компьютер. Приводная система может содержать по меньшей мере один компонент из числа шагового двигателя, зубчатого ремня, натяжного шкива, приводного шкива или редуктора для увеличения крутящего момента, датчика положения и контроллера. Приводной вал может вращать зубчатое колесо, такое как червячное зубчатое колесо, коническое зубчатое колесо, зубчатая рейка, шариковый винт и гайка, наклонная шайба или другое механическое средство для перемещения катушки 5f нагревателя. Подшипник для проникновения приводного вала может быть способен герметизироваться от по меньшей мере одного давления из числа вакуумного,

атмосферного и повышенного. Подшипник может быть способен функционировать при повышенной температуре. В варианте осуществления изобретения подшипник может смещаться от опорной плиты 5b3b с помощью кольцевой муфты или трубки и фланцевого фитинга для того, чтобы располагать подшипник в среде более низкой рабочей температуры.

Хорошо известно, что давление паров любого газа, находящегося в равновесии с его жидкой фазой, равно давлению самой холодной жидкости, с которой он находится в контакте и равновесии. В варианте осуществления изобретения температура жидкого расплавленного металла в резервуаре 5c на его поверхности, контактирующей с атмосферой реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, намного ниже температуры реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, таким образом, что давление паров металла в реакционной камере 5b31 элемента намного ниже, чем давление паров серебра при температуре излучателя абсолютно чёрного тела. В показательном варианте осуществления изобретения температура жидкого серебра на его поверхности, контактирующей с атмосферой реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, находится в диапазоне приблизительно 2200–2800 °C, таким образом, давление паров серебра в реакционной камере 5b31 элемента немного выше давления паров серебра в атмосфере, при этом давление выше этого значения будет приводить к конденсации в жидкость на границе раздела газ-жидкость. В варианте осуществления изобретения энергетический элемент содержит средство для установления высокого перепада температур между реакционной камерой 5b31 энергетического элемента и внутренней частью резервуара 5c. Высокий перепад температур может гарантировать, что граница раздела жидкость-пар расплавленного металла находится при температуре, в достаточной степени более низкой, чем температура плавления резервуара 5c. Температура также может обеспечивать желаемое давление паров металла. Средство создания перепада температур может содержать по меньшей мере один компонент из числа тепловых экранов, перегородок, изоляции и сужения диаметра резервуара, и сужения отверстия между реакционной камерой 5b31 энергетического элемента и резервуаром 5c. Другим вариантом является по меньшей мере одна возможность из числа сужения толщины стенки резервуара, увеличения площади стенки резервуара и поддержания охлаждения резервуара с помощью теплообменника и теплоотвода, такого как радиатор с водяным охлаждением, для увеличения теплопередачи из резервуара.

В варианте осуществления изобретения для увеличения перепада температур от реакционной камеры 5b31 энергетического элемента к поверхности раздела жидкого металла резервуара 5c, где мощность в реакционной камере 5b31 энергетического

элемента передаётся преимущественно излучением, а расплавленный металл, такой как серебро, имеет очень низкую излучательную способность для расплавленного металла и его паров, по существу вся мощность от реакционной камеры 5b31 энергетического элемента отражается на границе раздела жидкого серебра. В варианте осуществления изобретения резервуар предназначается для использования его свойства отражать мощность обратно в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Резервуар может содержать по меньшей мере один компонент из числа отражателей и перегородок для создания перепада температур в резервуаре 5c с помощью по меньшей мере одного механизма из числа повышенного отражения, пониженной проводимости и пониженной конвекции. В другом варианте осуществления изобретения расплавленный металл, такой как серебро, содержит добавку, содержащую менее плотный материал, который может плавать на поверхности жидкого металла и изменять излучательную способность на границе раздела для того, чтобы увеличивать отражение мощности. Добавка также может выполнять по меньшей мере одну функцию из числа увеличения скорости конденсации паров металла и уменьшения скорости испарения паров металла.

В варианте осуществления изобретения электропитание может подаваться во внешнюю камеру 5b3a1 сосуда высокого давления посредством питающих вводов через сквозное отверстие от источника электропитания вспомогательной системы, который питает по меньшей мере одну вспомогательную систему, такую как по меньшей мере один индуктивно-связанный нагреватель, по меньшей мере один электромагнитный насос, система зажигания и по меньшей мере один вакуумный насос. В варианте осуществления изобретения электропитание для запуска по меньшей мере одной вспомогательной системы обеспечивается выходным электропитанием фотогальванического преобразователя 26a. Источник электропитания вспомогательной системы может содержать по меньшей мере один источник стабилизированного питания, который принимает выходное электропитание от фотогальванического преобразователя 26a внутри камеры 5b3a1 внешнего сосуда высокого давления и питает по меньшей мере одну вспомогательную систему. Источник электропитания вспомогательной системы может содержать инвертор, достаточный для подачи электропитания на собственные нагрузки генератора, такие как нагрузки индуктивно-связанного нагревателя по меньшей мере одного электромагнитного насоса и системы зажигания. Система зажигания может получать электропитание от сети переменного тока непосредственно от инвертора или косвенно после стабилизации электропитания. Система зажигания может получать электропитание от источника постоянного тока, который может обеспечиваться фотогальваническим преобразователем 26a. Фотогальванический преобразователь может

заряжать батарею электрических конденсаторов, способную выдавать желаемые напряжение и ток, такие как напряжение в диапазоне приблизительно 1–100 В и ток в диапазоне приблизительно 10–100 000 А. Основное электропитание фотогальванического преобразователя может выводиться в виде питания постоянного тока через питающие вводы через сквозное отверстие. Соответствующие внешние питающие вводы через сквозное отверстие собственных нагрузок могут заменяться внутренним источником электропитания, включающим в себя стабилизированное внутренними средствами электропитание от фотогальванического преобразователя. В варианте осуществления изобретения камера 5b3a1 внешнего сосуда высокого давления может содержать камеру оборудования для стабилизации электропитания, в которой находится по меньшей мере один источник стабилизированного питания. Камера оборудования для стабилизации электропитания может иметь по меньшей мере один компонент из числа теплозащиты, теплоизоляции и охлаждения. Внешний сосуд 5b3a высокого давления может содержать корпус, который может функционировать при атмосферном давлении, таком как атмосферное давление в пределах плюс или минус 100 %. Внешний сосуд 5b3a высокого давления может иметь любую желаемую форму, такую как прямоугольная.

Генератор может содержать нагревательную систему. Нагревательная система может содержать подвижный нагреватель, исполнительный механизм, датчики температуры, такие как термопары, и контроллер для приёма входного сигнала датчика, такого как температуры компонентов энергетического элемента, такие как температуры верхней полусферы, нижней полусферы, резервуара и компонентов электромагнитного насоса. Термопары могут содержаться в канале для термопары, который обеспечивает доступ к температуре внутри энергетического элемента, такой как по меньшей мере одна температура из числа температуры внутри трубки электромагнитного насоса и температуры внутри резервуара. Термопара может проникать по меньшей мере в один компонент из числа трубки электромагнитного насоса и резервуара через стенку трубки электромагнитного насоса. Термопара может измерять температуру соединителя трубки электромагнитного насоса и резервуара, такого как температура соединения Swagelok, которая может измеряться внутри трубки электромагнитного насоса. Температура соединения Swagelok может измеряться с помощью внешней термопары, которая имеет хороший тепловой контакт с поверхностью соединения Swagelok, с помощью такого средства, как средство соединения или теплопроводник, такой как термопаста. Термопара может монтироваться в канале для термопары, таком как канал для термопары, реализованный с помощью сварки в сборочном узле 5kk электромагнитного насоса. Контроллер может обеспечивать по меньшей мере одно действие из числа управления

исполнительным механизмом для перемещения катушки нагревателя и управления мощностью нагревателя для регулирования температуры компонентов энергетического элемента в желаемых диапазонах. Каждый из диапазонов может быть выше температуры плавления расплавленного металла и ниже температуры плавления или температуры разрушения компонента элемента. Термопары могут быть термопарами, способными функционировать при высокой температуре, например, термопарами, состоящими из селенида свинца, тантала и другими, известными в данной области техники. Термопары могут электрически изолироваться или на них может подаваться напряжение смещения с целью предотвращения помех для внешних источников электропитания, таких как индуктивно-связанный нагреватель. Электрическая изоляция может реализовываться с помощью электроизоляционной оболочки, способной выдерживать высокие температуры, такой как керамическая оболочка. Термопары могут заменяться инфракрасными датчиками температуры. Оптические датчики могут быть оптоволоконными датчиками температуры. По меньшей мере один оптоволоконный кабель может передавать свет, испускаемый излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела, на оптический термодатчик для измерения температуры излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Примером оптического датчика температуры, который может осуществлять сканирование, является датчик iR2P фирмы Omega. Оптический датчик может осуществлять пространственное сканирование для измерения температуры множества положений на генераторе. Пространственное сканирование может реализовываться с помощью исполнительного механизма, такого как электромагнитный или другой исполнительный механизм в соответствии с раскрытием изобретения или известный специалистам в данной области техники.

Термопары, которые измеряют температуру по меньшей мере одного компонента из числа нижней и верхней полусферы, могут быть отводимыми. Реакция может происходить, когда измеренная температура достигает своего верхнего предела. Отводящее устройство может быть механическим, пневматическим, гидравлическим, пьезоэлектрическим, электромагнитным, управляемым серводвигателем или другим отводящим устройством, известным специалистам в данной области техники. Отвод может осуществляться в пределах фотогальванического преобразователя или на некоторое удаление от него, то есть в более охлаждённую область. Температура по меньшей мере одного компонента из числа нижней и верхней полусферы выше рабочей температуры термопары может измеряться по меньшей мере одним способом из числа использования оптического датчика, такого как пирометр или спектрометр, и использования отклика фотогальванического преобразователя.

Катушка может опускаться после запуска энергетического элемента. Опорная плита

5b3b может иметь углублённые корпуса для по меньшей мере одной катушки 5f и соответствующей батареи электрических конденсаторов, установленных на исполнительном механизме. Катушка может содержать радиочастотную антенну с водяным охлаждением. Катушка может дополнительно служить теплообменником для водяного охлаждения. Катушка может служить для водяного охлаждения электромагнитного насоса, когда его рабочая температура становится слишком высокой из-за нагревания от реакции гидрино в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, при этом тепло подводится к электромагнитному насосу вдоль резервуаров 5c. Компоненты энергетического элемента, такие как электромагнитный насос и резервуары, могут изолироваться для поддержания желаемой температуры компонента с пониженной или отключённой мощностью нагрева, при этом антенна также может обеспечивать охлаждение неизолированных компонентов. Приводимая в качестве примера желаемая температура находится выше температуры плавления расплавленного металла, впрыскиваемого электромагнитным насосом.

В варианте осуществления изобретения индуктивно-связанный нагреватель может проходить в область электромагнитного насоса для нагревания трубки электромагнитного насоса с целью поддержания состояния расплавленного металла в случае необходимости, например, во время запуска. Магниты могут содержать экран электромагнитного излучения для отражения значительной части мощности нагрева от индуктивно-связанного нагревателя. Экран может содержать покрытие с высокой электропроводностью, такое как покрытие, содержащее алюминий или медь. Магниты электромагнитного насоса могут экранироваться отражателем радиочастотного излучения для того, чтобы катушка 5f могла находиться на уровне магнитов. Избегание нагрева магнитов электромагнитного насоса может по меньшей мере частично обеспечиваться посредством использования конструкции катушки с выемкой, при этом выемка находится в месте расположения магнита. Мощность индуктивно-связанного нагревателя может возрастать по мере уменьшения мощности электромагнитного насоса, и наоборот, для поддержания стабильной температуры во избежание быстрых изменений, которые приводят к отказам резьбового соединителя электромагнитного насоса и резервуара.

Магниты 5k4 электромагнитного насоса могут содержать трубопровод для внутреннего охлаждения. Внутренняя система охлаждения может содержать два концентрических трубопровода для воды. Трубопроводы для воды могут содержать внутреннюю трубку, которая подаёт воду к концу трубки электромагнитного насоса, и внешнюю трубку для возврата воды. Трубопроводы для воды могут иметь изгиб или колено, для того, чтобы обеспечивать вертикальный выход внешнего сосуда 5b3a

высокого давления через основание 5b3b. Два концентрических внутренних трубопровода для воды каждого магнита могут располагаться на центральной продольной оси магнитов. Трубопроводы для воды могут вдавливаться в канал, имеющийся в магнитах. Внутренняя система охлаждения может дополнительно содержать теплопередающую пасту для увеличения теплового контакта между трубопроводом охлаждения и магнитами. Внутренние трубопроводы водяного охлаждения могут позволять уменьшить размер системы охлаждения магнитов для того, чтобы позволить катушке 5f нагревателя перемещаться вертикально в области электромагнитного насоса. Магниты могут иметь нелинейную геометрию для обеспечения осевого магнитного поля поперёк трубки насоса, в то же время дополнительно обеспечивая компактную конструкцию. Конструкция может позволять прохождение катушки 5f над магнитами. Магниты могут иметь L-образную форму с такой ориентацией, что трубопроводы охлаждения могут направляться в желаемом направлении для обеспечения компактности конструкции. Трубопроводы для воды могут направляться вниз по направлению к основанию внешнего сосуда 5b3b высокого давления или горизонтально, например, к центру расстояния между двумя резервуарами. Рассмотрим круговую траекторию последнего случая, направленную по часовой стрелке, которая следует осям четырех магнитов электромагнитного насоса двух резервуаров. Магнитные полюса могут быть ориентированы S-N-S-N // S-N-S-N, где // обозначает два набора магнитов электромагнитного насоса, и текущая ориентация одного электромагнитного насоса относительно другого может быть обратной. Другие компактные конструкции охлаждающих магнитов входят в объём охраны настоящего изобретения, такие как охлаждающие рубашки и кольца с магнитами.

Электромагнитный насос может содержать радиочастотный экран на магнитах 5k4 электромагнитного насоса для предотвращения нагрева магнитов катушкой 5f индуктивно-связанного нагревателя. Дополнительно экран может служить в качестве теплообменной пластины, когда радиочастотная катушка 5f контактирует с ним в режиме охлаждения, когда радиочастотный режим работы индуктивно-связанного нагревателя выключен. В другом варианте осуществления изобретения трубопроводы охлаждающей жидкости могут проходить через стороны магнитов в контуре охлаждающей жидкости через каждый магнит. Могут использоваться другие геометрии контура охлаждающей жидкости, которые благоприятны для отвода тепла от магнитов, в то же время позволяя катушке нагревателя проходить мимо них при вертикальном перемещении.

В варианте осуществления изобретения нагреватель косвенно нагревает трубку 5k6 насоса посредством нагрева резервуара 5c и расплавленного металла, содержащегося в резервуаре. Тепло передаётся трубке насоса, например, секции, к которой прикладывается

магнитное поле, по меньшей мере через один компонент из числа расплавленного металла, такого как серебро, стенки резервуара и блоков 5k7 теплопередачи. Электромагнитный насос может дополнительно содержать датчик температуры, такой как термопара или термистор. Данные о температуре могут вводиться в систему управления, такую как программируемый логический контроллер и контроллер мощности нагревателя, который считывает температуру трубки насоса и управляет нагревателем для того, чтобы поддерживать температуру в желаемом диапазоне, таком как диапазон температур выше температуры плавления металла и ниже температуры плавления трубки насоса, например, в пределах 100 °C от температуры плавления расплавленного металла, например, в диапазоне от 1000–1050 °C в случае расплавленного серебра.

Компоненты энергетического элемента, такие как по меньшей мере один компонент из числа нижней полусферы 5b41, верхней полусферы 5b42, резервуаров 5c, блоков 5k7 теплопередачи и трубки 5k6 электромагнитного насоса, могут изолироваться. Изоляция может удаляться после запуска. Изоляция может быть многоразовой. Изоляция может содержать по меньшей мере один тип компонентов из числа частиц, шариков, зёрен и хлопьев, таких как частицы, содержащие по меньшей мере один материал из числа MgO, CaO, диоксида кремния, оксида алюминия, силикатов, таких как слюда, и алюмосиликатов, таких как цеолиты. Изоляция может содержать песок. Изоляция может высушиваться для удаления воды. Изоляция может удерживаться в сосуде 5e1 (фиг. 1 (2I102 и 2I103)), который может быть прозрачным для излучения от индуктивно-связанного нагревателя. Сосуд может выполняться с возможностью перемещения катушки 5f нагревателя вдоль вертикальной оси. В показательном варианте осуществления изобретения изоляция, содержащая песок, находится в стекловолоконном или керамическом сосуде 5e1, при этом катушка нагревателя может перемещаться вертикально вдоль сосуда внутри катушки 5f. Сосуд 5e1 для частиц изоляции может содержать впускное отверстие 5e2 и выпускное отверстие 5e3. Изоляция может удаляться или добавляться обратно для изменения изоляционных свойств. Изоляция может удаляться из сосуда под действием силы тяжести. Удаление может осуществляться таким образом, что изоляция удаляется по порядку от верхней части резервуара к нижней части трубки электромагнитного насоса. Изоляция может удаляться по порядку от ближайшего конца к дальнему от зоны реакции гидрино, вырабатывающей энергию. Удалённая изоляция может храниться в резервуаре для изоляции. Изоляция может использоваться повторно путём возврата её в сосуд. Изоляция может возвращаться с помощью по меньшей мере одного средства из числа механических и пневматических. Изоляция может механически перемещаться с помощью шнека или конвейерной ленты. Изоляция может

перемещаться пневматически с помощью воздуходувной машины или всасывающего насоса. Изоляция может перемещаться другими способами, известными специалистам в данной области техники. В варианте осуществления изобретения изоляция частицами, такими как песок, может заменяться теплопередающей средой, такой как медная дробь, которая может добавляться из контейнера для хранения после запуска генератора с целью отвода тепла от по меньшей мере одного компонента из числа резервуаров и электромагнитного насоса. Передача тепла может осуществляться к водоохлаждаемой антенне индуктивно-связанного нагревателя.

Реакция может самоподдерживаться при благоприятных условиях протекания реакции, таких как по меньшей мере одно условие из числа повышенной температуры энергетического элемента и температуры плазмы. Условия протекания реакции могут поддерживать термолиз с достаточной скоростью для того, чтобы поддерживать температуру и скорость реакции гидрино. В варианте осуществления изобретения, в котором реакция гидрино становится самоподдерживающейся, по меньшей мере один пусковой источник электропитания может отключаться, такой как по меньшей мере один источник из числа источника электропитания нагревателя, источника электропитания зажигания и источника электропитания перекачки расплавленного металла. В варианте осуществления изобретения электромагнитный насос может отключаться, когда температура энергетического элемента повышена достаточно для поддержания достаточно высокого давления паров расплавленного металла, такого, что перекачка металла не требуется для поддержания желаемой скорости реакции гидрино. Повышенная температура может быть выше температуры кипения расплавленного металла. В показательном варианте осуществления изобретения температура стенок реакционной камеры энергетического элемента, содержащей излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, находится в диапазоне приблизительно 2900–3600 К, а давление паров расплавленного серебра находится в диапазоне приблизительно 5–50 атм, при этом реакционная камера 5b31 энергетического элемента служит в качестве парового котла, который нагревает расплавленное серебро таким образом, что электропитание электромагнитного насоса может быть отключено. В варианте осуществления изобретения давление паров расплавленного металла является достаточно высоким, таким образом, что пары металла служат проводящей матрицей для того, чтобы исключить необходимость в плазме дугового разряда и, следовательно, необходимость в токе зажигания. В варианте осуществления изобретения реакция гидрино обеспечивает тепло для поддержания компонентов энергетического элемента, таких как резервуары 5c, нижняя полусфера 5b41 и верхняя полусфера 5b42, при желаемой повышенной температуре, таким образом, что

электропитание нагревателя может быть отключено. Желаемая температура может быть выше температуры плавления расплавленного металла. В варианте осуществления изобретения запуск энергетического элемента может выполняться по меньшей мере одним съёмным источником электропитания, таким как съёмный источник электропитания по меньшей мере одного компонента из числа нагревателя, устройства зажигания и электромагнитного насоса. Энергетический элемент может функционировать в непрерывном режиме после запуска. В варианте осуществления изобретения запуск может выполняться с помощью устройства накопления энергии, такого как по меньшей мере одно устройство из числа аккумулятора и электрического конденсатора, такого как электрический конденсатор большой ёмкости. Устройства могут заряжаться от выходного электрического электропитания генератора или от независимого источника питания. В варианте осуществления изобретения генератор может запускаться на заводе с использованием независимых пусковых источников питания и поставляться при непрерывной работе при отсутствии пусковых источников питания, таких как по меньшей мере один источников питания из числа источников питания нагревателя, зажигания и перекачки.

В показательных вариантах осуществления изобретения SunCell® содержит расплавленный алюминий (температура плавления = 660°C, температура кипения = 2470 °C) или расплавленное серебро (температура плавления = 962°C, температура кипения = 2162°C) в углеродных резервуарах, впрыскиваемые в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента, содержащую углеродную нижнюю полусферу 5b41 и углеродную верхнюю полусферу 5b42, с помощью двух электромагнитных насосов, содержащих по меньшей мере одну крепёжная деталь 5k9 из нержавеющей стали, такой как Hayes 230, Ti, Nb, W, V и Zr, такую как Swageloks, по меньшей мере одну трубку электромагнитного насоса из нержавеющей стали, такой как Haynes 230 или нержавеющая сталь 316, Ti, Nb, W, V и Zr, углеродные или железные теплообменные блоки 5k7, по меньшей мере один начальный участок сопла трубки насоса из нержавеющей стали, Ti, Nb, W, V и Zr со шпилькой из W, приваренной к концу секции 5k61 сопла трубки насоса, и сопло из W. Каждая трубка электромагнитного насоса может дополнительно содержать шину источника зажигания для соединения с контактным выводом источника 2 электропитания, содержащую тот же металл, что и трубка электромагнитного насоса. В варианте осуществления изобретения система зажигания может дополнительно включать в себя электрическую цепь, содержащую переключатель, который при замыкании закорачивает шину трубки электромагнитного насоса с источником зажигания для нагрева трубки насоса во время запуска. Переключатель в разомкнутом положении во время

функционирования элемента заставляет ток течь через скрещенные потоки расплавленного металла. Углеродные теплообменные блоки могут содержать теплопередающий углеродный порошок для выравнивания углубления в трубке электромагнитного насоса. Резервуары могут выполняться более длинными для снижения температуры в компонентах электромагнитного насоса, таких как крепёжные детали 5k9 и трубка 5k6 электромагнитного насоса. Источник оксида катализатора HOH с добавленным источником водорода, таким как аргон-H_2 (3%), может содержать по меньшей мере один источник из числа CO, CO_2, $LiVO_3$, Al_2O_3 и $NaAlO_2$. HOH может образовываться в плазме зажигания. В варианте осуществления изобретения компоненты энергетического элемента, контактирующие с расплавленным алюминием, могут содержать керамику, такую как SiC, или углерод. Резервуар, трубка электромагнитного насоса и сопло могут содержать углерод. Компонент может содержать металл, такой как нержавеющая сталь, который покрывается защитным покрытием, таким как керамическое покрытие. Приводимыми в качестве примера керамическими покрытиями являются покрытия в соответствии с раскрытием изобретения, такие как графит, алюмосиликатные тугоплавкие материалы, AlN, Al_2O_3, Si_3N_4 и сиалоны. В варианте осуществления изобретения компонент энергетического элемента, контактирующий с расплавленным алюминием, может содержать по меньшей мере один коррозионностойкий материал, такой как сплав Nb-30Ti-20W, Ti, Nb, W, V, Zr, и керамику, такую как графит, алюмосиликатные тугоплавкие материалы, AlN, Al_2O_3, Si_3N_4 и SiAlON.

В варианте осуществления изобретения разделитель содержит электромагнитный насос, который может располагаться в области соединения двух резервуаров. Электромагнитный насос может содержать по меньшей мере один тип магнитов из числа электромагнитов и постоянных магнитов. Полярность по меньшей мере одного электрического тока из числа тока на шинах электромагнитного насоса и тока электромагнита может периодически изменяться для того, чтобы направлять возвращающееся серебро в один, а затем в другой резервуар с той целью, чтобы избежать электрического короткого замыкания между резервуарами. В варианте осуществления изобретения электрическая цепь зажигания содержит электрический диод для подачи тока в одном направлении через жидкие электроды инжектора сдвоенного электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения компоненты энергетического элемента, состоящие из углерода, покрываются покрытием, таким как углеродное покрытие, способным поддерживать примерно нулевое давление пара при рабочей температуре компонента элемента. Приводимая в качестве примера рабочая температура излучателя

абсолютно чёрного тела составляет 3000 К. В варианте осуществления изобретения покрытие для снижения сублимации, нанесённое на поверхность, такую как внешняя поверхность углеродного компонента энергетического элемента, такого как излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела или резервуар 5c, содержит пиролитический графит, покрытие Pyrograph (фирмы Toyo Tanso), графитированное покрытие (Poco/Entegris), карбид кремния, TaC или другое покрытие в соответствии с раскрытием изобретения или известное в данной области техники, которое снижает сублимацию. Покрытие может стабилизироваться при высокой температуре путём прикладывания к покрытию и поддержания высокого давления газа. В варианте осуществления изобретения трубка 5k6 электромагнитного насоса, шина 5k2 электрического тока, блоки 5k7 теплопередачи, сопло 5q и фитинги 5k9 могут содержать по меньшей мере один металл из числа Mo и W. В варианте осуществления изобретения фитинги 5k9 типа Swagelok и VCR могут содержат углерод, при этом резервуар также может содержать углерод. Углеродные фитинги могут содержать вкладыш, такой как огнеупорная металлическая сетка, или фольга, такая как фольга из W. В варианте осуществления изобретения электроды проникают через стенку сосуда высокого давления через питающие вводы 10a через сквозное отверстие по меньшей мере в один компонент из числа нижней полусферы 5b41 излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и резервуара 5c. Электроды 8 могут фиксироваться на месте с помощью уплотнительного кольца электрода контргайкой 8a1. Шины 9 и 10 электродов могут подключаться к источнику электропитания через токосъёмники 9a шин. Введённые внутрь части электродов могут покрываться электрическим изолятором, таким как ZrO. Поскольку C имеет низкую проводимость, электроды могут герметизироваться непосредственно в месте их ввода, например, у стенки резервуара, с помощью герметика, такого как графитовая паста. В качестве альтернативы, электроды могут герметизироваться в местах введения через питающие вводы Swagelok и VCR. Механическое соединение деталей с различными коэффициентами теплового расширения, таких как по меньшей мере один из фитингов типа VCR или Swagelok между трубкой электромагнитного насоса и основанием резервуара 5c, а также электродами и стенкой резервуара, может содержать компрессионное уплотнение, такое как углеродная прокладка или шайба, такая как прокладка Perma-Foil или Graphoil, или шайба или прокладка из гексагонального нитрида бора. Прокладка может содержать прессованный MoS_2, WS_2, Celmet™, такой как Celmet™, содержащий Co, Ni или Ti, а также пористый Ni C6NC (фирмы Sumitomo Electric), ткань или ленту, такие как ткань или лента, содержащие керамические волокна с высоким содержанием оксида алюминия, и тугоплавкие оксиды, такие как Ultra Temp 391

фирмы Cotronics Corporation, или другой материал в соответствии с раскрытием изобретения.

В показательном варианте осуществления изобретения мощность реакционной камеры энергетического элемента составляет 400 кВт, рабочая температура углеродного излучателя абсолютно чёрного тела, имеющего диаметр 6 дюймов, составляет 3000 К, скорость перекачки электромагнитного насоса составляет приблизительно 10 $см^3/с$, мощность индуктивно-связанного нагревателя для плавления серебра составляет около 3 кВт, мощность зажигания – около 3 кВт, мощность электромагнитного насоса – около 500 Вт, реакционные газы энергетического элемента содержат пары Ag и аргон/H_2 (3%), газ внешней камеры содержит аргон/H_2 (3%), а давление в реакционной камере элемента и внешней камере составляет приблизительно 10 атм.

Внешний сосуд высокого давления может находиться под давлением для уравновешивания давления в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, при этом давление в реакционной камере возрастает с температурой вследствие испарения металла матрицы, такого как серебро. В сосуде высокого давления давление может создаваться первоначально или давление может увеличиваться, когда температура в реакционной камере энергетического элемента возрастает. Водород может добавляться в сосуд высокого давления для проникновения в реакционную камеру энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения, в котором излучатель абсолютно чёрного тела изготавливается из изотропного углерода, купол по меньшей мере частично является проницаемым для газов, таких как по меньшей мере один газ из числа водорода и инертного газа, такого как аргон, для уравновешивания давления и подачи водорода для реакции. В варианте осуществления изобретения мощность можно регулировать путём управления потоком водорода для реакции гидрино в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Реакция гидрино может останавливаться продувкой или откачкой водорода. Продувка может осуществляться потоком инертного газа, такого как газообразный аргон.

SunCell® может содержать электролизёр для воды с высоким давлением, такой как электролизёр с протонообменной мембраной (PEM), в котором вода находится под высоким давлением для подачи водорода под высоким давлением. Каждая из камер для H_2 и O_2 может содержать рекомбинатор для удаления загрязняющих веществ O_2 и H_2 соответственно. Протонообменная мембрана может служить по меньшей мере одним устройством из числа сепаратора и солевого мостика анодного и катодного отсеков для того, чтобы обеспечивать образование водорода на катоде и кислорода на аноде в виде отдельных газов. Катод может содержать дихалькогенидный катализатор выделения

водорода, такой как катализатор, содержащий по меньшей мере один металл из числа ниобия и тантала, который может дополнительно содержать серу. Катод может быть катодом, известным в данной области, таким как катод из Pt или Ni. Водород может производиться при высоком давлении и может подаваться в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента непосредственно или путём проникновения, такого как проникновение через излучатель абсолютно чёрного тела. SunCell® может содержать трубопровод для подачи газообразного водорода от катодного отсека до точки доставки газообразного водорода в энергетическом элементе. SunCell® может содержать трубопровод для подачи газообразного кислорода от анодного отсека до точки доставки газообразного кислорода в сосуд для хранения или входного отверстия. В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит датчики, процессор и контроллер тока электролиза. Датчики могут считывать по меньшей мере один параметр из числа: (i) давления водорода по меньшей мере в одном компоненте из числа камеры, такой как катодный отсек электролиза, трубопровода для подачи водорода, внешней камеры 5b3a1 и реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, (ii) выходного электропитания SunCell® и (iii) тока электролиза. В варианте осуществления изобретения подача водорода в энергетический элемент регулируется путём управления током электролиза. Подача водорода может увеличиваться с возрастанием тока электролиза и наоборот. Водород может по меньшей мере либо подаваться под высоким давлением, либо иметь низкий запас, таким образом, что подача водорода в энергетический элемент может регулироваться с быстрым временны́м откликом путём управления током электролиза.

В другом варианте осуществления изобретения водород может производиться путём термолиза с использованием подаваемой воды и тепла, выделяемого SunCell®. Цикл термолиза может быть циклом термолиза в соответствии с раскрытием изобретения или известным в данной области техники, таким как цикл термолиза на основе сочетания металла и его оксида, такого как по меньшей мере одно сочетание металла и его оксида из числа SnO/Sn и ZnO/Zn. В варианте осуществления изобретения, в котором индуктивно-связанный нагреватель, электромагнитный насос и системы зажигания потребляют энергию только во время запуска, водород может производиться путём термолиза, таким образом, что потребность в собственной электрической мощности очень мала. SunCell® может включать в себя аккумуляторы, такие как литий-ионные аккумуляторы, для обеспечения электропитания таких систем, как датчики газа и системы управления, например, для реакционных газов плазмы.

Давление в реакционной камере 5b31 может измеряться путём измерения расширения или смещения по меньшей мере одного компонента энергетического

элемента из-за внутреннего давления. Расширение или смещение из-за внутреннего давления могут быть откалиброваны при заданной температуре реакционной камеры 5b31 путём измерения по меньшей мере одного из этих параметров как функции внутреннего давления, вызванного неконденсирующимся газом при данной температуре реакционной камеры.

В варианте осуществления изобретения покрытие графитового компонента энергетического элемента, такого как поверхность излучателя абсолютно чёрного тела, резервуара и фитингов типа VCR, может содержать пиролитический графит, карбид кремния или другое покрытие в соответствии с раскрытием изобретения или известное в данной области техники, которое является стойким к химической реакции с водородом. Покрытие может стабилизироваться при высокой температуре путём прикладывания к покрытию и поддержания высокого давления газа.

В варианте осуществления изобретения отрицательный (восстанавливающий) потенциал прикладывается к компонентам энергетического элемента, таким как по меньшей мере один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, резервуара 5c и трубки насоса, которые могут подвергаться реакции окисления по меньшей мере с одним веществом из числа H_2O и кислорода. Генератор может содержать источник напряжения, по меньшей мере два электрических подводящих провода, проводящую матрицу, положительный электрод и противоэлектрод для того, чтобы прикладывать отрицательное напряжение к компоненту энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения на по меньшей мере один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, одного резервуара 5c и одного электромагнитного насоса 5ka может подаваться отрицательное или восстанавливающее напряжение смещения. Отрицательный электрод из пары электродов 8 может содержать по меньшей мере один компонент из числа одного электромагнитного насоса 5ka, излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и одного резервуара 5c, таким образом, что на компонент подаётся отрицательное или восстанавливающее напряжение смещения. Электроды 8 могут быть электродами инжектора расплавленного металла. Проводящая матрица может содержать по меньшей мере один компонент из числа плазмы и паров металлов.

Положительный расплавленный электрод может содержать первый электромагнитный насос 5ka и первый резервуар 5c, который электрически изолируется от по меньшей мере одного компонента из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, другого или второго резервуара 5c и другого или второго электромагнитного насоса 5ka. Первый резервуар 5c может по меньшей мере частично содержать электрический

изолятор. По меньшей мере одно из числа электропитания зажигания и положительного напряжения смещения на первый электромагнитный насос 5ka может подаваться источником 2 электрического питания. Сопло 5q первого инжектора первого электромагнитного насоса 5ka, на который подаётся положительное напряжение смещения, может погружаться. Погружение может уменьшать или предотвращать по меньшей мере один эффект из числа повреждения в результате реакции плазмы и воды на сопло.

По меньшей мере на один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, второго резервуара 5c и второго электромагнитного насоса 5ka может подаваться отрицательное или восстанавливающее напряжение смещения. По меньшей мере одно из числа электропитания зажигания и отрицательного напряжения смещения по меньшей мере на один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, второго резервуара 5c и второго электромагнитного насоса 5ka может подаваться источником 2 электрического питания. Второй резервуар может содержать электрический проводник, такой как графит. В качестве альтернативы, второй резервуар может содержать электрический изолятор, а энергетический элемент дополнительно содержит короткозамыкающую перемычку от источника отрицательного напряжения смещения, такого как электромагнитная шина 5k2a зажигания, к излучателю 5b4 абсолютно чёрного тела. Короткозамыкающая перемычка может содержать электрический проводник между проводящими частями сборочного узла 5kk электромагнитного насоса и излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела. Приводимая в качестве примера короткозамыкающая перемычка содержит графитовое двухстворчатое зажимное устройство, накладываемую на трубку из нитрида бора, при этом зажимное устройство контактирует со сборочным узлом 5kk электромагнитного насоса и излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела. Двухстворчатое зажимное устройство также может помогать в поглощении радиочастотного излучения от индуктивно-связанного нагревателя. Излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, второй резервуар 5c и второй электромагнитный насос 5ka могут электрически соединяться при подаче отрицательного напряжения смещения.

Отрицательного напряжения смещения может быть достаточно для того, чтобы предотвращать взаимодействие по меньшей мере одного компонента из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, второго резервуара 5c и второго электромагнитного насоса 5ka по меньшей мере с одним веществом из числа H_2O и кислорода. По меньшей мере одно из числа паров расплавленного металла, таких как пары серебра, и плазмы, поддерживаемой зажиганием и реакцией гидрино в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, может служить средством для завершения цепи электролиза

между положительным электродом и компонентом элемента, на который подаётся отрицательное напряжение смещения, таким как по меньшей мере один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, второго резервуара 5c и второго электромагнитного насоса 5ka. По меньшей мере один компонент из числа H_2O, H_2, CO и CO_2 может проникать через по меньшей мере один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и по меньшей мере одного резервуара 5c. По меньшей мере один компонент из числа H_2O, H_2, CO и CO_2 может подаваться через канал в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента, такой как канал, содержащий трубку 5k6 электромагнитного насоса. H_2O может служить по меньшей мере либо источником H, либо катализатором HOH. Водород может по меньшей мере либо служить источником H для образования гидрино, либо вступать в химическую реакцию с кислородом с образованием воды, при этом кислород может быть продуктом H_2O в качестве источника H для образования гидрино. Реакция окисления углерода может дополнительно подавляться путём поддержания атмосферы по меньшей мере одного вещества из числа водорода, диоксида углерода и моноксида углерода.

В варианте осуществления изобретения генератор может содержать только первый резервуар 5c и первый электромагнитный насос 5ka, содержащий электрод инжектора расплавленного металла. Противоэлектрод может содержать излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела. Электроды могут получать электропитание от источника 2 электропитания. Электрод инжектора расплавленного металла может быть положительным, а электрод излучателя абсолютно чёрного тела – отрицательным. Излучатель абсолютно чёрного тела, на который подаётся отрицательное напряжение смещения, может быть по меньшей мере частично защищён от протекания химической реакции по меньшей мере с одним компонентом из числа H_2O и O_2. Газы, такие как по меньшей мере один газ из числа CO, CO_2, H_2 и H_2O, могут обеспечиваться системами и способами в соответствии с раскрытием изобретения. По меньшей мере один газ из числа из H_2O, H_2, CO и CO_2 может проникать через по меньшей мере один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и резервуара 5c. По меньшей мере один газ из числа H_2O, H_2, CO и CO_2 может подаваться через канал в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента, такой как канал, содержащий трубку 5k6 электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит добавку к расплавленному металлу, которая химически предотвращает окисление или химически восстанавливает по меньшей мере один окисленный компонент энергетического элемента, такой как по меньшей мере один компонент из числа трубки электромагнитного насоса, излучателя абсолютно чёрного тела, впускной вертикальной трубки и сопла.

Восстанавливающий/защитный агент может добавляться к серебру для предотвращения окисления трубки электромагнитного насоса по меньшей мере одним компонентом из числа H_2O и O_2. Добавка может содержать восстановитель, известный в данной области техники, такой как тиосульфат, Sn, Fe, Cr, Ni, Cu или Bi. Добавка может уменьшать реагирование углеродной реакционной камеры энергетического элемента по меньшей мере с одним компонентом из числа воды, кислорода, диоксида углерода и монооксида углерода. Добавка может защищать углерод от окисления, когда на углеродный компонент, такой как реакционная камера 5b31 энергетического элемента, подаётся положительное напряжение смещения. Добавка может содержать по меньшей мере один компонент из числа углерода, углеводорода и водорода. В другом варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа расплавленного металла и добавки может покрывать или смачивать стенки компонента энергетического элемента для защиты его от окисления. По меньшей мере один компонент из числа внутренней части трубки 5k6 электромагнитного насоса и реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, такой как камера, изготовленная из углерода, может защищаться. Подаваемый реагент гидрино, такой как H_2O, может подаваться через трубку 5k6 электромагнитного насоса в случае, когда соответствующий газ не является проницаемым для компонента энергетического элемента, такого как излучатель 5b4 абсолютного чёрного тела, или когда реакционная камера 5b31 энергетического элемента, такая как камера, изготовленная из углерода, покрывается покрытием или смачивается.

Трубка электромагнитного насоса также может защищаться приложением отрицательного потенциала. Отрицательный потенциал может прикладываться с использованием источника 2 электропитания зажигания. Потенциал может обратимо прикладываться к каждой из двух трубок электромагнитного насоса двойных инжекторов расплавленного металла. Источник 2 электропитания зажигания может содержать переключатель, который циклически меняет полярность на каждой из шин 5k2a зажигания. SunCell® может содержать излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела, такой как углеродный излучатель абсолютно чёрного тела, дополнительно содержащий шину для подсоединения к отрицательному контактному выводу источника напряжения. Источник напряжения может содержать источник 2 электропитания зажигания. Отрицательная шина может соединяться с верхней накидной гайкой, которая соединяет резервуар и основание излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Соединитель для горячих углеродных деталей, такой как верхняя накидная гайка, может содержать углерод для того, чтобы избежать образования карбида металла в металлическом соединителе. Любое соединение металл-углерод может выполняться через удлинитель, который помещает соединение в зону, в

которой температура соединения ниже той, которая может привести к образованию карбида металла. Отрицательный потенциал может быть постоянным отрицательным потенциалом. Шины могут содержать тугоплавкий электрический проводник, такой как Mo или W. В варианте осуществления изобретения соединение для обеспечения отрицательного напряжения смещения для излучателя абсолютно чёрного тела может содержать механическую перемычку для обратимого формирования электрического соединения, прямо или косвенно, с шиной зажигания и основанием излучателя абсолютно чёрного тела. Соединение может содержать по меньшей мере один реверсивный механический переключатель и проводник, окружающий часть резервуара 5c, такой как углеродные двухстворчатые зажимные устройства, снаружи резервуара, например, снаружи труб из BN. Следует избегать химической несовместимости. Например, следует избегать контакта детали, содержащей железо, с деталью, содержащей углерод, поскольку железо и углерод могут вступать в химическую реакцию с образованием карбида железа.

Добавка для предотвращения окисления может регенерироваться после восстановления окисленного компонента энергетического элемента путём электролитического восстановления или химического восстановления. Электролитическое восстановление может обеспечиваться отрицательным потенциалом, приложенным по меньшей мере к одному компоненту энергетического элемента. Атмосфера реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может содержать водяной пар. Реакционная камера 5b31 элемента может содержать электролитический катод энергетического элемента, при этом плазма завершает цепь между катодом и анодом. Анод может содержать электрод из расплавленного металла, на который подаётся положительное напряжение смещения. Водород, который образуется на отрицательном (катодном) разрядном электроде энергетического элемента, например, на стенке реакционной камеры 5b31 элемента, может защищать электрод (стенку) от окисления H_2O. Реакции восстановления/окисления воды могут быть следующими:

Катод: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ (41)

Анод: $4OH^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$ (42)

В варианте осуществления изобретения на внутреннюю часть трубки 5k6 электромагнитного насоса может наноситься покрытие из расплавленного металла для защиты её от коррозии такими частицами, как по меньшей мере частицы воды, CO_2, CO и O_2 по меньшей мере в одном компоненте из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, резервуара 5c и трубки 5k6 электромагнитного насоса. Смачивающее серебряное покрытие может защищать как минимум один компонент SunCell®. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере одна металлическая

поверхность, такая как внутренняя часть трубки 5k6 электромагнитного насоса, может обрабатываться с целью удаления оксидного покрытия для того, чтобы позволять расплавленному металлу, такому как серебро, смачивать поверхность. Оксидное покрытие может удаляться для улучшения проводимости по шинам через расплавленный металл, такой как серебро. Оксидное покрытие может удаляться по меньшей мере одним способом, например, одним или несколькими способами механического и химического удаления. Оксидное покрытие может удаляться с помощью абразивного инструмента, такого как металлическая щётка или пескоструйная обработка. Оксидное покрытие может удаляться травителем, таким как кислота, такая как как HCl или HNO_3, или восстановителем, таким как водород. Расплавленные металлы, такие как серебро, могут как покрытие защищать внутреннюю часть реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, резервуара 5c и трубки 5k6 электромагнитного насоса. По меньшей мере один из электродов может погружаться для защиты его от коррозии или эрозии под воздействием плазмы. В варианте осуществления изобретения стенки реакционной камеры энергетического элемента могут содержать по меньшей мере один тип углерода из числа покрытого серебром углерода, такого как изотропный углерод, пиролитического углерода и покрытого серебром пиролитического углерода. Серебряное покрытие может образовываться в процессе функционирования энергетического элемента или может наноситься такими способами нанесения покрытий, как газотермическое напыление, гальваническое покрытие, осаждение из паровой фазы, холодное распыление, и другими способами, известными специалистам в данной области техники.

Компоненты энергетического элемента могут содержать по меньшей мере одно средство из числа материала и покрытия для предотвращения или уменьшения реакции окисления, такой как реакция окисления, вызванная по меньшей мере одним веществом из числа кислорода и водяного пара. В варианте осуществления изобретения трубка 5k4 электромагнитного насоса может содержать нержавеющую сталь, рассчитанную на применение в качестве материала парового котла, или никель, или трубка может внутри покрываться никелем. В варианте осуществления изобретения огнеупорная трубка 5k61 электромагнитного насоса может содержать водостойкий материал, такой как жаропрочный сплав Mo, такой как TZM. Сопло или секция впрыска трубки 5k61 электромагнитного насоса может содержать углерод, такой как пиролитический углерод. Внутренняя часть трубки электромагнитного насоса может покрываться серебром для предотвращения химической реакции с водой. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа впускной вертикальной трубки 5qa, секции сопла трубки 5k61 электромагнитного насоса и сопла 5q может содержать огнеупорный

материал, устойчивый к окислению, такой как тугоплавкий оксид, такой как MgO (температура плавления ($T_{пл}$) = 2825°C), ZrO_2 ($T_{пл}$ = 2715°C), оксид магния и оксид циркония устойчивы к воздействию H_2O, цирконат стронция ($SrZrO_3$, $T_{пл}$ = 2700°C), HfO_2 ($T_{пл}$ =2758°C), диоксид тория ($T_{пл}$ = 3300°C) или другой материал в соответствии с раскрытием изобретения. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать углерод, такой как пиролитический углерод, который может покрываться защитным серебром. На реакционную камеру 5b31 энергетического элемента может подаваться отрицательное напряжение смещения для того, чтобы защищать её от окисления. Резервуар может содержать нитрид бора, который может содержать добавку или поверхностное покрытие для защиты от окисления, например, по меньшей мере из одного материала из числа CaO, B_2O_3, SiO_2, Al_2O_3, SiC, ZrO_2 и AlN, при этом по меньшей мере один компонент из числа воды и кислорода может содержать окислитель. Нитрид бора может иметь кристаллическую структуру, такую как α-BN, которая устойчива к химической реакции с водой. Реакционная смесь может содержать добавку, такую как $H_xB_yO_z$, которая может содержать газ для подавления окисления BN. В варианте осуществления изобретения компонент энергетического элемента, такой как резервуар 5c, может содержать тугоплавкий оксид, такой как MgO ($T_{пл}$ = 2825°C), ZrO_2 ($T_{пл}$ = 2715°C), оксид магния и оксид циркония устойчивы к воздействию H_2O, цирконат стронция ($SrZrO_3$, $T_{пл}$= 2700 °C), HfO_2 ($T_{пл}$ = 2758°C) или диоксид тория ($T_{пл}$ = 3300°C), который устойчив к окислению при рабочей температуре.

В варианте осуществления изобретения источник газообразного кислорода, такой как водяной пар, CO_2, CO и O_2, может находиться в верхней части реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. В дополнение к парам металлов, таким как пары серебра, газ в реакционной камере энергетического элемента содержит плотный газ, такой как ксенон, который вызывает вытеснение водяного пара в верхнюю часть реакционной камеры энергетического элемента из-за более высокой плавучести воды. В варианте осуществления изобретения пар серебра поддерживается под давлением, которое является достаточным для того, чтобы водяные пары находились в верхней части реакционной камеры энергетического элемента. Вытеснение водяного пара вверх может предотвращать вызываемую им коррозию компонентов энергетического элемента, таких как трубка 5k6 электромагнитного насоса. По меньшей мере один газ-реагент, такой как H_2O и H_2, может подаваться через трубку электромагнитного насоса.

Химическое восстановление может обеспечиваться восстановительным газом, таким как водород. Приводимая в качестве примера восстановительная атмосфера содержит газ Ar/H_2 (3%). Водород может проникать через по меньшей мере один компонент

энергетического элемента, такой как по меньшей мере один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела и трубки 5k6 электромагнитного насоса. Трубка электромагнитного насоса может содержать проницаемый для водорода металл, такой как нержавеющая сталь, такая как нержавеющая сталь 430, ванадий, тантал или ниобий, или никель. Водород может проникать или впрыскиваться в трубку электромагнитного насоса, на которую подаётся положительный потенциал. В этом случае можно избежать реакции окисления, которая производит кислород, при этом окисление может содержать следующую химическую реакцию:

Анод: $2OH^- + H_2 \rightarrow 2H_2O + 2e^-$ (43)

В варианте осуществления изобретения SunCell® дополнительно содержит положительный электрод, источник напряжения смещения для приложения потенциала между положительным электродом и по меньшей мере одним компонентом энергетического элемента, и контроллер источника напряжения смещения. Положительный электрод может быть электродом из расплавленного металла. Положительный электрод может содержать по меньшей мере часть расплавленного металла, такого как серебро, такую как по меньшей мере одна часть серебра в резервуаре 5c или нижней полусфере излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела. Положительный электрод может содержать проводник, устойчивый к окислению, такой как благородный металл, который также может быть тугоплавким металлом, таким как Pt, Re, Ru, Rh или Ir. Положительное напряжение смещения может прикладываться к трубке электромагнитного насоса снаружи, таким образом, что к внутренней части трубки не прикладывается положительное напряжение смещения. Внутренняя часть трубки насоса может содержать клетку Фарадея. Трубка электромагнитного насоса может содержать положительный электрод, который по меньшей мере погружён или покрыт серебром, которое течёт по поверхности. Текущее серебро может формировать поры по меньшей мере в одном компоненте из числа сопла и трубки электромагнитного насоса. Поры могут быть выборочными на участке трубки электромагнитного насоса, который подвергается воздействию плазмы.

По меньшей мере один компонент энергетического элемента, такой как по меньшей мере один компонент из числа излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, резервуаров 5c и электромагнитного насоса 5ka, может защищаться от окисления реагентом энергетического элемента или продуктом реакции, таким как по меньшей мере один продукт реакции из числа источника кислорода, CO, CO_2, H_2O и O_2, путём приложения отрицательного напряжения смещения между компонентом энергетического элемента и положительным электродом. Потенциал смещения может быть по меньшей мере таким

потенциалом, который вызывает по меньшей мере один эффект из числа восстановления оксида компонента энергетического элемента и предотвращения окисления компонента энергетического элемента. Напряжение смещения может быть по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 0,1–25 В, 0,5–10 В и 0,5–5 В. Положительный электрод может быть по меньшей мере одного типа из числа расходуемого и заменяемого. Положительный электрод может содержать углерод. Углеродный положительный электрод может прикрепляться к трубке положительного электромагнитного насоса и соплу 5q, при этом положительный электрод может быть ближе к реакционной камере энергетического элемента, чем к концу сопла. Положительный электрод может находиться в электрическом контакте с трубкой положительного электромагнитного насоса и соплом. Источник по меньшей мере одного компонента из числа водорода и кислорода может содержать H_2O. Продукт реакции гидрино может содержать $H_2(1/p)$, такой как $H_2(1/4)$, и кислород. Положительный электрод может вступать в химическую реакцию с кислородным продуктом реакции. Углеродный электрод может вступать в химическую реакцию с избытком кислорода и образовывать CO_2. CO_2 может удаляться из реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. CO_2 может удаляться посредством по меньшей мере одного способа из числа откачки и диффузии через по меньшей мере один компонент энергетического элемента, такой как излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела.

В варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1 (2I80-2I173), по меньшей мере один компонент из числа инертного газа, воды или пара, водорода и кислорода может подаваться в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента посредством по меньшей мере одного способа из числа впрыска в трубку 5k6 насоса, такую как конец сопла 5q, и впрыска непосредственно в реакционную камеру 5b31. Генератор может содержать по меньшей мере один источник из числа источников инертного газа, воды или пара, водорода и кислорода, такой как баки и трубопроводы для подачи. Клапаны, такие как клапаны потока или давления, такие как соленоидные клапаны, могут управлять впрыском. В варианте осуществления изобретения SunCell® может содержать водяной инжектор, содержащий по меньшей мере один компонент из числа сопла, трубопровода для воды, контроллера потока и давления, источника воды, такого как бак с водой, и средства для испарения воды с целью образования газообразного H_2O. Средство для испарения воды с целью образования газообразного H_2O может содержать парогенератор. Поток воды внутрь энергетического элемента может препятствовать обратному потоку расплавленного металла в сопло. Размер отверстия сопла или прохода может быть таким, что минимальная желаемая скорость потока для

поддержания реакции гидрино может обеспечиваться давлением воды в трубопроводе для воды, которое по меньшей мере соответствует давлению в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Повышение давления воды в трубопроводе для воды может обеспечивать более высокую скорость подачи воды. По меньшей мере один компонент из числа сопла и отверстия сопла может содержать материал, который устойчив к коррозии и эрозии вследствие впрыска воды под высоким давлением. Материал, такой как керамика, такая как оксидная керамика, такая как Al_2O_3, диоксид циркония или гафния, может быть очень твёрдым и устойчивым к окислению.

В варианте осуществления изобретения источник катализатора HOH и источник H содержат воду, которая впрыскивается в электроды. Сильный электрический ток применяется для того, чтобы вызывать зажигание в форме яркой светоизлучающей плазмы. Источник воды может содержать связанную воду. Твёрдое топливо, которое впрыскивается в электроды, может содержать воду и матрицу с высокой электропроводностью, такую как расплавленный металл, такой как по меньшей мере один металл из числа серебра, меди и серебряно-медного сплава. Твёрдое топливо может содержать соединение, которое содержит связанную воду. Соединение со связанной водой, которое может подаваться в зону зажигания, может содержать гидрат, такой как BaI_2 $2H_2O$, имеющий температуру разложения 740 °C. Соединение, которое может содержать связанную воду, может смешиваться с расплавленным металлом, таким как серебро. Смешиваемое соединение может содержать флюс, такой как по меньшей мере один флюс из числа гидратированного Na_2CO_3, KCl, углерода, и буру, такую как $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, оксид кальция и PbS. Соединение связанной воды может быть устойчивым к потере воды вплоть до температуры плавления расплавленных металлов. Например, соединение, содержащее связанную воду, может быть стабильным при температуре свыше 1000 °C и теряет воду в момент зажигания. Соединение, содержащее связанную воду, может содержать кислород. В случае, когда выделяется кислород, расплавленный металл может содержать серебро, поскольку серебро не образует стабильного оксида при температуре его плавления. Соединение, содержащее связанную воду, может содержать гидроксид, такой как по меньшей мере один гидроксид из числа гидроксида щелочного металла, щелочноземельного металла, переходного металла, внутреннего переходного металла, редкоземельного элемента, гидроксида группы 13, группы 14, группы 15 и группы 16, и минерал, такой как тальк, минерал, состоящий из гидратированного силиката магния с химической формулой $H_2Mg_3(SiO_3)_4$ или $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$, и мусковит или слюду, филлосиликатный минерал алюминия и калия с формулой $KAl_2(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2$ или $(KF)_2(Al_2O_3)_3(SiO_2)_6(H2O)$. В варианте

осуществления изобретения дегидратированное соединение служит в качестве осушителя для поддержания низкого давления в реакционной камере энергетического элемента. Например, гидроксид бария разлагается до оксида бария и H_2O при нагревании до 800 °C, и температура кипения получаемого BaO составляет 2000 °C, таким образом, он остаётся по существу испаренным при температуре плазмы выше 2300 K. В варианте осуществления изобретения источник воды содержит оксид и водород, который также может служить источником H. Источник водорода может содержать газообразный водород. Оксид может восстанавливаться водородом с образованием H_2O. Оксид может содержать по меньшей мере один элемент из числа 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. По меньшей мере один параметр из числа типа источника соединения H_2O, концентрации источника соединения H_2O, давления водяного пара в реакционной камере энергетического элемента, рабочей температуры и скорости электромагнитного насоса могут регулироваться для управления количеством воды, подаваемой в зону зажигания. Концентрация исходного соединения H_2O может составлять по меньшей мере один диапазон из числа диапазонов приблизительно 0,001–50 мол. %, 0,01–20 мол. % и 0,1–10 мол. %. В варианте осуществления изобретения вода растворяется в расплаве топлива, например, содержащем по меньшей мере один металл из числа серебра, меди и серебро-медного сплава. Растворимость воды увеличивается с парциальным давлением воды в контакте с расплавом, таким как парциальное давление водяного пара в реакционной камере энергетического элемента. Давление воды в реакционной камере энергетического элемента может уравновешиваться давлением водяного пара в реакционной камере элемента. Уравновешивание может осуществляться в соответствии с раскрытием изобретения, также как для других газов, таких как аргон. Давление водяного пара в реакционной камере энергетического элемента может составлять по меньшей мере один диапазон из следующих: приблизительно от 0,01 мм. рт. ст. до 100 атм, от 0,1 мм. рт. ст. до 10 атм и от 0,5 мм. рт. ст. до 1 атм. Скорость электромагнитного насоса может составлять по меньшей мере один диапазон из следующих: приблизительно 0,01–10000 мл/с, 0,1–1000 мл/с и от 0,1–100 мл/с.

SunCell® может содержать по меньшей мере один компонент из числа излучающего теплообменника и излучающего парового котла (фиг. 1 (2I153-2I160)). SunCell® может содержать поглотитель излучаемой энергии, такой как первичный теплообменник 87, окружающий излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела. Поглотитель излучаемой энергии может быть поглотителем абсолютно чёрного тела, таким как поглотитель из углерода, и может дополнительно содержать трубы парового котла для приёма тепла от поглотителя

абсолютно чёрного тела, при этом пар может образовываться в трубах и выходить через выпускное отверстие 111 для горячей воды или пара. Трубы могут встраиваться в поглотитель абсолютно чёрного тела. Пар может доставляться к нагрузке, такой как городская система парового отопления. SunCell® может содержать вторичный теплообменник 87a, который может передавать тепло, поглощённое от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела или реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, посредством первичного теплообменника 87, и передавать тепло вторичной среде, такой как твёрдая, жидкая или газообразная среда. В варианте осуществления изобретения вторичный теплообменник может передавать тепло воздуху, который может продуваться через теплообменник 87a или над ним вентиляторами 31j1. Воздух может выходить через канал 112 для горячего воздуха для того, чтобы течь к тепловой нагрузке.

В варианте осуществления теплового генератора, показанном на фиг. 1 (2I156-2I160), холодная охлаждающая жидкость, такая как холодная вода, подаётся в тепловой генератор через впускное отверстие 113 для воды, и по меньшей мере один компонент из числа горячей воды и пара выводится через по меньшей мере одно выпускное отверстие 111 для пара и горячей воды. Тепло, генерируемое в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, может излучаться в трубы парового котла верхнего теплообменника 114 для создания пара в камере 116 парового котла. Паровой котёл дополнительно содержит верхний теплообменник с высоким давлением и корпус 5b3a камеры парового котла, а также опорную плиту 5b3b. Тепло от резервуаров 5c и нижних компонентов энергетического элемента может излучаться в нижний теплообменник 115 с образованием по меньшей мере одного компонента из числа горячей воды и пара, которые выходят через выпускное отверстие 111. В варианте осуществления изобретения трубы парового котла могут нести пар, а не горячую воду.

Мощность SunCell® может использоваться как тепловая мощность в виде прямого излучения, горячего воздуха, горячей воды и пара. В другом варианте осуществления изобретения паровой котёл или теплообменник может содержать жидкостный капельный радиатор, содержащий частицы-поглотители, такие как аэрозоль или пары металлов, захваченные в газовом потоке или потоке жидкости, при этом частицы поглощают тепловой поток и переносят его в перемещающийся газ или жидкую охлаждающую жидкость. Капельная система охлаждения может содержать систему распыления и систему сбора капель, такую как система, используемая в струйном печатающем устройстве. Передача тепла от излучателя абсолютно чёрного тела к частицам-поглотителям может быть преимущественно радиационной по природе. Показательный вариант осуществления изобретения, содержащий тугоплавкие частицы и газ,

обладающий высокой способностью к теплообмену, содержит микрочастицы вольфрама, взвешенные в потоке газообразного водорода или гелия.

В другом варианте осуществления изобретения паровой котёл или теплообменник может содержать теплопередающую среду, такую как твёрдая, жидкая или газовая среда, для передачи тепла от по меньшей мере одного компонента из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента или излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела к охлаждающей жидкости парового котла или теплообменнику. Механизм теплопередачи может быть по меньшей мере одним механизмом из числа излучения, конвекции и проводимости. Приводимая в качестве примера жидкая теплопередающая среда содержит по меньшей мере один компонент из числа воды, расплавленного металла и расплавленной соли. Приводимая в качестве примера газовая теплопередающая среда может содержать по меньшей мере один компонент из числа инертного газа, водорода, гелия, благородного газа и азота. Паровой котёл или теплообменник может содержать газовую теплопередающую среду и средство для регулирования её давления, такое как источник для подачи, такой как бак, регулятор, манометр, насос и контроллер для обеспечения желаемого постоянного или желаемого переменного давления с целью управления скоростью теплопередачи.

SunCell® может содержать теплообменник 87, такой как теплообменные рёбра на внешней поверхности 5b4 реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, для нагрева текучей рабочей среды, такой как охлаждающая жидкость, такая как расплавленная соль, такая как эвтектическая смесь, расплавленный металл, вода или газ, такой как воздух. Теплообменник также может содержать поглотитель тепла и теплообменные рёбра на поглотителе, при этом поглотитель тепла может поглощать тепло от излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела. Теплообменные рёбра могут обмениваться теплом с газовой или жидкой охлаждающей жидкостью/рабочей средой. Поглотитель может содержать материал с высокой излучательной способностью, такой как углерод. Система с циклом Брайтона может содержать замкнутый газовый контур под давлением и турбину, а также теплообменник окружающей среды, при этом газ нагревается с помощью SunCell®, перетекает при самом высоком давлении в газовую турбину и может понижаться в давлении на заднем конце турбины из-за потери тепла в окружающую среду через теплообменник. Химическая система может содержать средство, такое как система термолиза, для преобразования воды в H_2 с использованием тепла от реакции гидрино. Водород может использоваться в известном преобразователе, таком как турбина внутреннего сгорания или топливный энергетический элемент, такой как топливный элемент с протонообменной мембраной, для выработки электроэнергии. В качестве

альтернативы, электрохимический цикл может содержать топливный энергетический элемент, имеющий гидрид-ионный электролит, водородный катод и металлогидридный анод. Гидрид металла может термически разлагаться для поддержания обратимого цикла гидрид металла/металл плюс водород, который использует тепло от процесса гидрино для выработки электричества. Гидрид-ионный топливный элемент был описан в предыдущих патентных заявках автора, таких как заявки на патент США, такие как Electrochemical Hydrogen Catalyst Power System (Электрохимическая водородная каталитическая энергетическая система), PCT/US11/28889, поданная PCT 3/03/2011; H2O-Based Electrochemical Hydrogen-Catalyst Power System (Электрохимическая водородно-каталитическая энергетическая система на основе H_2O), PCT/US12/31369, поданная 3/30/2012; CIHT Power System (Электроэнергетическая система с индуцированным каталитическим переходом гидрино), PCT/US13/041938, поданная 5/21/13; Power Generation Systems and Methods Regarding Same (Системы и способы производства электроэнергии, относящиеся к тому же, и в PCT/IB2014/058177), поданной PCT 1/10/2014, которые включаются в состав в качестве ссылки во всей их полноте.

В варианте осуществления изобретения множество генераторов могут сгруппировываться для обеспечения желаемой выходной мощности. Множество генераторов могут соединяться по меньшей мере одним способом из числа последовательных и параллельных соединений для обеспечения желаемой выходной мощности. Система сгруппированных генераторов может содержать контроллер для управления по меньшей мере одним из последовательных и параллельных соединений между генераторами для того, чтобы управлять по меньшей мере одним параметром из числа мощности, напряжения и электрического тока общего выходного электричества множества сгруппированных генераторов. Каждый из множества генераторов может содержать контроллер мощности для управления выходной мощностью. Контроллер мощности может управлять параметрами реакции гидрино для управления выходной мощностью генератора. Каждый генератор может содержать переключатели между по меньшей мере одним компонентом из числа фотогальванических элементов или групп фотогальванических элементов фотогальванического преобразователя 26a и дополнительно содержать контроллер для управления по меньшей мере одним из последовательных и параллельных соединений между фотогальваническими элементами или группами фотогальванических элементов. Контроллер может переключать соединения для обеспечения по меньшей мере одного параметра из числа желаемого напряжения, тока и электрической мощности, выводимой из фотогальванического преобразователя. Центральный контроллер множества сгруппированных генераторов

может управлять по меньшей мере одним из последовательных и параллельных соединений между сгруппированными генераторами, параметрами реакции гидрино по меньшей мере на генераторе и соединениями между фотогальваническими элементами или группами фотогальванических элементов по меньшей мере одного фотогальванического преобразователя по меньшей мере одного генератора из множества группированных генераторов. Центральный контроллер может контролировать по меньшей мере одно из числа соединений генератора и фотогальванического элемента и параметров реакции гидрино напрямую или через отдельные контроллеры генератора. Выходная мощность может быть мощностью постоянного или переменного тока. Каждый генератор может содержать преобразователь постоянного тока в переменный, такой как инвертор. В качестве альтернативы, мощность постоянного тока множества генераторов может объединяться через соединения между генераторами и преобразовываться в мощность переменного тока с использованием преобразователя постоянного тока в переменный, такого как инвертор, способный преобразовывать общую мощность постоянного тока. Приводимое в качестве примера выходное напряжение по меньшей мере одного устройства из числа фотогальванических преобразователей и систем сгруппированных генераторов составляет приблизительно 380 В постоянного тока или 780 В постоянного тока. Выходное электропитание с напряжением приблизительно 380 В может преобразовываться в двухфазный переменный ток. Выходное электропитание с напряжением приблизительно 760 В может преобразовываться в трёхфазный переменный ток. Мощность переменного тока может быть преобразовываться в другое желаемое напряжение, такое как приблизительно 120 В, 240 В или 480 В. Напряжение переменного тока может преобразовываться с использованием трансформатора. В варианте осуществления изобретения напряжение постоянного тока может изменяться на другое напряжение постоянного тока с использованием транзисторного преобразовательного моста. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один транзисторный преобразовательный мост инвертора также может использоваться в качестве транзисторного преобразовательного моста индуктивно-связанного нагревателя 5m.

В варианте осуществления изобретения преобразователь содержит множество преобразователей, которые сгруппировываются в комбинированные циклы. Преобразователи комбинированного цикла могут выбираться из группы следующих преобразователей: фотогальванический преобразователь, фотоэлектронный преобразователь, плазмодинамический преобразователь, термоэмиссионный преобразователь, термоэлектрический преобразователь, двигатель Стерлинга, двигатель цикла Брайтона, двигатель цикла Ренкина, и тепловой двигатель, и нагреватель. В

варианте осуществления изобретения твердотопливный электрохимический энергетический элемент с индуцированным каталитическим переходом гидрино (CIHT) производит преимущественно ультрафиолетовый и экстремальный ультрафиолетовый свет. Преобразователь может содержать комбинированный цикл, содержащий фотоэлектронный преобразователь, затем фотоэлектрический преобразователь, при этом фотоэлектрический преобразователь является прозрачным для ультрафиолетового света и может быть в первую очередь чувствителен к экстремальному ультрафиолетовому свету. Преобразователь может также содержать дополнительные компоненты преобразователя с комбинированным циклом, такие как по меньшей мере один компонент из числа термоэлектрического преобразователя, двигателя Стерлинга, двигателя с циклом Брайтона, двигателя с циклом Ренкина и магнитогидродинамического преобразователя.

Магнитогидродинамический преобразователь (МГД-преобразователь)

Разделение заряда, основанное на образовании массового потока ионов или электропроводящей среды в скрещенном магнитном поле, хорошо известно в области техники как магнитогидродинамическое преобразование энергии. Положительные и отрицательные ионы подвергаются воздействию силы Лоренца в противоположных направлениях и поступают на соответствующие электроды магнитогидродинамического генератора для того, чтобы влиять на напряжение между ними. Типичный магнитогидродинамический способ формирования массового потока ионов заключается в расширении газа под высоким давлением, с ионами, внесёнными через сопло, для создания высокоскоростного потока через скрещенное магнитное поле с набором электродов магнитогидродинамического преобразователя, скрещенных относительно отклоняющего поля, для приёма отклонённых ионов. В варианте осуществления изобретения давление, как правило, больше атмосферного, и направленный массовый поток может реализовываться с помощью реакции гидрино для образования плазмы и высокопроводящих паров расплавленного металла с высокими давлением и температурой, которые расширяются для создания высокоскоростного потока через поперечное сечение магнитного поля МГД- преобразователя. Поток, который проходит через МГД-преобразователь, может быть осевым или радиальным. Дополнительный направленный поток может реализовываться с помощью ограничивающих магнитов, таких как кольца Гельмгольца или магнитная бутылка.

В частности, магнитогидродинамическая электрическая энергетическая система, показанная на фиг. 1 (2I161-2I195), может содержать источник плазмы для реакции гидрино в соответствии с раскрытием изобретения, такой как источник, содержащий электромагнитный насос 5ka, по меньшей мере один резервуар 5c, по меньшей мере два

электрода, такие как электроды, содержащие двойные инжекторы 5k61 расплавленного металла, источник реагентов гидрино, такой как источник катализатора HOH и H, систему зажигания, содержащую источник 2 электропитания для подачи напряжения и тока на электроды с целью образования плазмы из реагентов гидрино, и МГД-преобразователь электрической энергии. Компоненты магнитогидродинамической электроэнергетической системы, содержащей источник плазмы для реакции гидрино и МГД-преобразователь, могут содержать по меньшей мере один из стойких к окислению материалов, таких как стойкие к окислению металлы, металлы, содержащие стойкие к окислению покрытия, и керамика, таким образом, система может функционировать в воздушной атмосфере. В варианте осуществления изобретения, в котором есть двойной инжектор расплавленного металла, сильное электрическое поле обеспечивается путём поддержания импульсного впрыска, содержащего прерывающийся ток. Плазма пульсирует при разъединении и повторном соединении потоков серебра. Напряжение может прикладываться до тех пор, пока не соединятся двойные потоки расплавленного металла. Пульсация может иметь высокую частоту, вызываемую соответствующей высокой частотой разъединения и повторного соединения паров металла. Соединение и повторное соединение могут происходить произвольно, а могут регулироваться путём управления по меньшей мере одним параметром из числа мощности реакции гидрино с помощью такого средства, как средство в соответствии с раскрытием изобретения, и скорости впрыска расплавленного металла с помощью такого средства, как средство в соответствии с раскрытием изобретения, например, путём управления электрическим током электромагнитного насоса. В варианте осуществления изобретения система зажигания может содержать источник напряжения и тока, такой как источник питания постоянного тока, и батарею электрического конденсатора для обеспечения импульсного зажигания с электрической ёмкостью для импульсов сильного тока.

МГД-преобразователь энергии, показанный на фиг. 1 (2I161-2I195), может содержать источник магнитного потока, поперечного оси z, направлению оси потока паров расплавленного металла и потока плазмы через МГД-преобразователь 300. Проводящий поток может иметь скорость преимущественно вдоль оси z из-за расширения газа вдоль оси z. Дополнительный направленный поток может реализовываться с помощью ограничивающих магнитов, таких как кольца Гельмгольца или магнитная бутылка. Таким образом, электроны и ионы металла распространяются в область поперечного магнитного потока. Сила Лоренца, действующая на движущиеся электроны и ионы, определяется выражением

$$\mathbf{F} = e\mathbf{v} \times \mathbf{B} \tag{44}$$

Сила поперечна вектору скорости заряда и магнитному полю и противоположна по направлению для положительных и отрицательных ионов. Таким образом, образуется поперечный электрический ток. Источник поперечного магнитного поля может содержать компоненты, которые создают поперечные магнитные поля различной напряжённости в зависимости от положения вдоль оси z для того, чтобы оптимизировать скрещенное отклонение (уравнение (44)) текущих зарядов, имеющих параллельный разброс скоростей.

Расплавленный металл резервуара 5c может быть по меньшей мере в одном состоянии из числа жидкого и газообразного. Расплавленный металл резервуара 5c может рассматриваться как рабочая среда для МГД-преобразования и может упоминаться как таковая или упоминаться как расплавленный металл, при этом подразумевается, что расплавленный металл может дополнительно находиться по меньшей мере в одном состоянии из числа жидкого и газообразного. Также может использоваться конкретное состояние, такое как расплавленный металл, жидкий металл, пары металлов или газообразный металл, при этом другое физическое состояние также может присутствовать. Примером расплавленного металла является серебро, которое может находиться по меньшей мере в одном состоянии из числа жидкого и газообразного. Рабочая среда МГД-преобразования может дополнительно содержать добавку, включающую в себя по меньшей мере один добавленный металл, который может находиться по меньшей мере в одном состоянии из числа жидкого и газообразного в диапазоне рабочих температур, соединение, такое как соединение в соответствии с раскрытием изобретения, которое может находиться по меньшей мере в одном состоянии из числа жидкого и газообразного в диапазоне рабочих температур, и газ, такой как по меньшей мере один газ из числа благородных газов, например гелий или аргон, воду, H_2 и другой плазменный газ в соответствии с раскрытием изобретения. Добавка к рабочей среде для МГД-преобразования может находиться в любом желаемом соотношении с рабочей средой для МГД-преобразования. В варианте осуществления изобретения соотношения среды и добавки к среде выбираются таким образом, чтобы обеспечивать необязательные характеристики электрического преобразования МГД-преобразователя. Рабочая среда, такая как серебро или сплав серебра с медью, может функционировать в условиях перенасыщения.

В варианте осуществления изобретения электрический МГД-генератор 300 может содержать по меньшей мере один компонент из числа генератора Фарадея, канала Холла и диска Холла. В варианте осуществления МГД-преобразователя с каналом Холла направление канала 308 расширения или канала генератора может ориентироваться вертикально вдоль оси z, при этом плазма расплавленного металла, такая как пары

серебра, протекает через секцию ускорителя, такую как ограничительная или сопловая горловина 307, за которой следует секция 308 расширения. Канал может содержать соленоидальные магниты 306, такие как сверхпроводящие или постоянные магниты, такие как матрица Хальбаха, поперечные направлению потока вдоль оси x. Магниты могут закрепляться с помощью монтажного кронштейна 306a для магнита МГД-преобразователя. Магнит может содержать жидкий криоген или может содержать криогенный холодильник с жидким криогеном или без него. Криогенный холодильник может быть холодильником с сухим разбавлением. Магниты могут содержать обратный путь для магнитного поля, такой как ярмо, например, C-образное или прямоугольное заднее ярмо. Приводимым в качестве примера материалом для постоянных магнитов является SmCo, а приводимым в качестве примера материалом для ярма является магнитная холоднокатаная сталь, холоднокатаная сталь или железо. Генератор может содержать по меньшей мере один набор электродов, таких как сегментированные электроды 304, вдоль оси y, поперечной относительно магнитного поля ($\mathbf{B}$), для приёма поперечно отклонённых силой Лоренца ионов, которые создают напряжение на электродах 304 МГД-преобразователя. В другом варианте осуществления изобретения по меньшей мере один канал, такой как канал 308 генератора, может иметь геометрию, отличную от геометрии с плоскими стенками, такой как канал с цилиндрическими стенками. Магнитогидродинамическая генерация описывается Уолшем в книге «Преобразование энергии: электромеханическое, прямое, ядерное» [E. M. Walsh, Energy Conversion Electromechanical, Direct, Nuclear, Ronald Press Company, NY, NY, (1967), c. 221-248], полное раскрытие которой включается в настоящий документ посредством ссылки.

Магниты 306 МГД-преобразователя могут быть магнитами по меньшей мере одного типа из числа постоянных и электромагнитов. Электромагнит(ы) 306 может представлять собой по меньшей мере один тип электромагнитов из числа неохлаждаемых, охлаждаемых водой и сверхпроводящих магнитов с соответствующим криогенным управлением. Примерами магнитов являются соленоидные или отклоняющие катушки, которые могут намагничивать канал 308 МГД-преобразователя, и круговые катушки, которые могут намагничивать канал диска. Сверхпроводящий магнит может содержать по меньшей мере одно устройство из числа криогенного холодильника и криогенной системы Дьюара. Система сверхпроводящего магнита 306 может содержать: (i) сверхпроводящие катушки, которые могут иметь обмотки из сверхпроводящего провода из NbTi или NbSn, при этом сверхпроводник может наматываться на обычный проводник, такой как медный провод, для защиты от переходных локальных нарушений состояния сверхпроводника, вызванных

таким средством как вибрации, или на высокотемпературный сверхпроводник, такой как $YBa_2Cu_3O_7$, обычно называемый YBCO-123 или просто YBCO, (ii) сосуд Дьюара для жидкого гелия, обеспечивающий жидкий гелий с обеих сторон катушек, (iii) сосуд Дьюара для жидкого азота с жидким азотом на внутреннем и внешнем радиусах соленоидального магнита, при этом сосуд Дьюара как для жидкого гелия, так для жидкого азота, может содержать отражатели излучения и радиационные экраны, которые могут содержать по меньшей мере один материал из числа меди, нержавеющей стали и алюминия, и высоковакуумную изоляцию в стенках, и (iv) входное отверстие для каждого магнита, к которому может подключаться насос для низкотемпературных жидкостей и компрессор, которые могут обеспечиваться электропитанием от выходной мощности генератора SunCell® через свои выходные клеммы электропитания.

В одном варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь энергии является сегментированным генератором Фарадея. В другом варианте осуществления изобретения поперечный электрический ток, образованный отклонением потока ионов под действием силы Лоренца, подвергается дополнительному отклонению под действием силы Лоренца в направлении, параллельном входному потоку ионов (ось z) для того, чтобы создавать напряжение Холла между по меньшей мере первым электродом МГД-преобразователя и вторым электродом МГД-преобразователя, смещённым относительно первого вдоль оси z. Такое устройство известно в данной области техники как вариант осуществления МГД-преобразователя энергии на основе генератора Холла. Аналогичное устройство с электродами МГД-преобразователя, расположенными под углом к оси z в плоскости xy, содержит другой вариант осуществления настоящего изобретения и называется диагональным генератором с конструкцией типа «оконная рама». В каждом случае напряжение может направлять ток через электрическую нагрузку. Варианты осуществления сегментированного генератора Фарадея, генератора Холла и диагонального генератора приводятся в книге Петрика «Магнитогидродинамическая генерация электроэнергии открытого цикла» [J. F. Louis, V. I. Kovbasyuk, Open-cycle Magnetohydrodynamic Electrical Power Generation, M Petrick, and B. Ya Shumyatsky, Editors, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, (1978), c. 157-163], полное раскрытие которой включается в состав настоящего документа посредством ссылки.

В дополнительном варианте осуществления магнитогидродинамического преобразователя энергии поток ионов вдоль оси z со такой скоростью, что $v_{\|} >> v_{\perp}$, может затем поступать в секцию сжатия, содержащую увеличивающийся осевой градиент магнитного поля, при этом компонент $v_{\|}$ скорости электрона, параллельный направлению

оси z, по меньшей мере частично преобразуется в перпендикулярный компонент $v_\perp$ скорости из-за адиабатического инварианта $\frac{v_\perp^2}{B} = \text{constant}$. Азимутальный ток из-за перпендикулярного компонента $v_\perp$ скорости создаётся вокруг оси z. Ток отклоняется в радиальном направлении в плоскости движения осевым магнитным полем для того, чтобы создавать напряжение Холла между внутренним кольцом и наружным кольцом электрода МГД-преобразователя энергии с дисковым генератором. Напряжение может вести ток через электрическую нагрузку. Энергия плазмы также может преобразовываться в электричество с использованием прямого преобразователя $\vec{E} \times \vec{B}$ или других устройств для преобразования плазмы в электричество в соответствии с раскрытием изобретения или известных в данной области техники.

МГД-генератор может содержать секцию 309 канала конденсатора, которая принимает поток после расширения, и генератор дополнительно содержит каналы или трубопроводы 310 для обратного потока, при этом рабочая среда для МГД-преобразования, такая как пары серебра, охлаждается, так как теряет по меньшей мере один параметр из числа температуры, давления и энергии в секции конденсатора, и течёт обратно в резервуары через каналы или трубопроводы 310. Генератор может содержать по меньшей мере один возвратный насос 312 и трубку 313 возвратного насоса для перекачки обратного потока в резервуары 5c и инжекторы электромагнитного насоса 5ka. Возвратный насос и трубка насоса могут перекачивать вещество по меньшей мере в одном состоянии из числа жидкости, пара и газа. Возвратный насос 312 и трубка 313 возвратного насоса могут быть электромагнитным насосом и трубкой электромагнитного насоса. Входное отверстие электромагнитного насоса может иметь больший диаметр, чем диаметр трубки на выходе насоса для того, чтобы увеличивать выходное давление насоса. В варианте осуществления изобретения возвратный насос может содержать инжектор электрода электромагнитного насоса-инжектора 5ka. В варианте осуществления изобретения с двойным инжектором расплавленного металла генератор содержит возвратные резервуары 311, каждый с соответствующим возвратным насосом, таким как возвратный электромагнитный насос 312. Возвратный резервуар 311 может выполнять по меньшей мере одну функцию из числа уравновешивания обратного потока расплавленного металла, такого как поток расплавленного серебра, и конденсации или разделения паров серебра, смешанных с жидким серебром. Резервуар 311 может содержать теплообменник для конденсации паров серебра. Резервуар 311 может содержать электромагнитный насос первой ступени для предпочтительной перекачки жидкого серебра с целью отделения жидкости от газообразного серебра. В варианте

осуществления изобретения жидкий металл может избирательно впрыскиваться в возвратный электромагнитный насос 312 под действием центробежной силы. Возвратный трубопровод или возвратный резервуар могут содержать секцию центрифуги. Резервуар с центрифугой может сужаться от впускного отверстия к выпускному отверстию таким образом, чтобы центробежная сила была выше в верхней части, чем в нижней, для того, чтобы выталкивать расплавленный металл на дно и отделять его от газа, такого как пары металла и любой газ рабочей среды. В качестве альтернативы, SunCell® может устанавливаться на столе центрифуги, который вращается вокруг оси, перпендикулярной направлению обратного потока расплавленного металла для того, чтобы создавать центробежную силу с целью разделения жидких и газообразных частиц.

В варианте осуществления изобретения конденсированный пар металла поступает в два независимых возвратных резервуара 311, и каждый возвратный электромагнитный насос 312 перекачивает расплавленный металл в соответствующий резервуар 5c. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один из двух возвратных резервуаров 311 и резервуаров 5c электромагнитных насосов содержит систему управления уровнем, такую как система управления уровнем в соответствии с раскрытием изобретения, например, впускную вертикальную трубку 5qa. В варианте осуществления изобретения обратный поток расплавленного металла может всасываться в возвратный резервуар 311 из-за более высокой или более низкой скорости в зависимости от уровня в возвратном резервуаре, при этом скорость всасывания регулируется соответствующей системой управления уровнем, такой как впускная вертикальная трубка.

В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь 300 может дополнительно содержать по меньшей мере один нагреватель, такой как индуктивно-связанный нагреватель. Нагреватель может предварительно нагревать компоненты, которые находятся в контакте с рабочей средой МГД-преобразователя, такие как по меньшей мере один компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, секции 307 сопла МГД-преобразователя, секции 308 МГД-генератора, секции 309 конденсации МГД-преобразователя, возвратных трубопроводов 310, возвратных резервуаров 311, возвратных электромагнитных насосов 312 и трубки 313 возвратного электромагнитного насоса. Нагреватель может содержать по меньшей мере один исполнительный механизм для подвода и отвода нагревателя. Нагреватель может содержать по меньшей мере один компонент из числа множества катушек и секций катушек. Катушки могут быть катушками, известными в данной области техники. Секции катушки могут содержать по меньшей мере одну разделённую катушку, такую как разделённая катушка в соответствии с раскрытием изобретения. В варианте

осуществления изобретения МГД-преобразователь может содержать по меньшей мере одну систему охлаждения, такую как теплообменник 316. МГД-преобразователь может содержать охладители по меньшей мере для одного компонента из числа компонентов энергетического элемента и компонентов МГД-преобразователя, таких как по меньшей мере один компонент из числа камеры 5b31, секции 307 сопла МГД-преобразователя, магнитов 306 МГД-преобразователя, электродов 304 МГД-преобразователя, секции 308 МГД-генератора, секции 309 конденсации МГД-преобразователя, возвратных трубопроводов 310, возвратных резервуаров 311, возвратных электромагнитных насосов 312 и трубки 313 возвратного электромагнитного насоса. Охладитель может отводить тепло, выделяемое из канала для потока МГД-преобразователя, такое как тепло, выделяемое по меньшей мере одним компонентом из числа камеры 5b31, секции 307 сопла МГД-преобразователя, секции 308 МГД-генератора, секции 309 конденсации МГД-преобразователя. Охладитель может отводить тепло от системы возврата рабочей среды МГД-преобразователя, такой как по меньшей мере один компонент из числа возвратных трубопроводов 310, возвратных резервуаров 311, возвратных электромагнитных насосов 312 и трубки 313 возвратного электромагнитного насоса. Охладитель может содержать теплообменник излучающего типа, который может отводить тепло в окружающую атмосферу.

В варианте осуществления изобретения охладитель может содержать рециркулятор или рекуператор, который передаёт энергию из секции 309 конденсации по меньшей мере в один компонент из числа резервуаров 5c, реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, сопла 307 и канала 308 МГД-преобразователя. Передаваемая энергия, такая как тепловая энергия, может включать в себя по меньшей мере один вид энергии из числа оставшейся тепловой энергии, энергии давления и теплоты испарения рабочей среды, такой как среда, содержащая по меньшей мере один компонент из числа испарённого металла, кинетического аэрозоля и газа, такого как благородный газ. Тепловые трубки являются пассивными двухфазными устройствами, способными передавать большие тепловые потоки, например, потоки до 20 МВт/м^2, на расстояния до нескольких метров с падением температуры на несколько десятых градуса; таким образом, значительно снижаются тепловые нагрузки на материал, при этом используется только небольшое количество рабочей жидкости. Натриевые и литиевые тепловые трубки могут передавать большие тепловые потоки и оставаться почти изотермическими в осевом направлении. Литиевая тепловая трубка может передавать потоки до 200 МВт/м^2. В варианте осуществления изобретения тепловая трубка, такая как трубка из расплавленного металла, такого как жидкий щелочной металл, такой как натрий или литий, заключённая в

тугоплавкий металл, такой как W, может передавать тепло от конденсатора 309 и рециркулировать его в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента или сопло 307. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере одна тепловая трубка восстанавливает теплоту испарения серебра и рециркулирует её таким образом, что восстановленная тепловая энергия является частью энергии, подводимой к каналу 308 МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент SunCell®, такой как компонент, содержащий МГД-преобразователь, может содержать тепловую трубку для выполнения по меньшей мере одной функции из числа передачи тепла от одной части генератора энергии SunCell® к другой и передачи тепла от нагревателя, такого как индуктивно-связанный нагреватель, к компоненту SunCell®, такому как трубка 5k6 электромагнитного насоса, резервуары 5c, реакционная камера 5b31 энергетического элемента и система возврата расплавленного металла МГД-преобразователя, такая как возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя, возвратный резервуар 311 МГД-преобразователя, возвратный электромагнитный насос 312 МГД-преобразователя и трубка возвратного электромагнитного насоса МГД-преобразователя. В качестве альтернативы, SunCell® или по меньшей мере один компонент может нагреваться в печи, такой как печь, известная в данной области техники. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент SunCell® может нагреваться по меньшей мере для запуска функционирования. Нагреватель может быть резистивным нагревателем или индуктивно-связанным нагревателем. В варианте осуществления изобретения тепло реакции гидрино может нагревать один компонент SunCell®. В показательном варианте осуществления изобретения нагреватель, такой как индуктивно-связанный нагреватель, нагревает трубку 5k6 электромагнитного насоса, резервуары 5c и по меньшей мере нижнюю часть реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. По меньшей мере один другой компонент может нагреваться благодаря тепловыделению реакции гидрино, такой как по меньшей мере один компонент из числа верхней части реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, сопла 307 МГД-преобразователя, канала 308 МГД-преобразователя, секции 309 конденсации МГД-преобразователя и компонента системы возврата расплавленного металла МГД-преобразователя, такого как возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя, возвратный резервуар 311 МГД-преобразователя, возвратный электромагнитный насос 312 МГД-преобразователя и трубка возвратного электромагнитного насоса МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения система возврата расплавленного металла МГД-преобразователя, такая как возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя, возвратный резервуар 311 МГД-преобразователя,

возвратный электромагнитный насос 312 МГД-преобразователя и трубка возвратного электромагнитного насоса МГД-преобразователя, могут нагреваться до повышенной температуры расплавленным металлом или парами металла, такими как расплавленное серебро или пар, имеющие температуру, находящуюся по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 1000–7000 °C, 1100–6000 °C, 1100–5000 °C, 1100–4000 °C, 1100–3000 °C, 1100–2300 °C, 1100–2000 °C, 1100–1800 °C и 1100–1500 °C. Повышенная температура расплавленного металла или паров металла может приводить к протеканию через компонент МГД-преобразователя по обходному пути или прекращению МГД-преобразования в электричество. Отключение может обеспечиваться удалением электрического поля или электрическим замыканием электродов.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент энергетического элемента и МГД-преобразователя может изолироваться для предотвращения потери тепла. По меньшей мере один компонент из числа камеры 5b31, секции 307 сопла МГД-преобразователя, секции 308 МГД-генератора, секции 309 конденсации МГД-преобразователя, возвратных трубопроводов 310, возвратных резервуаров 311, возвратных электромагнитных насосов 312 и трубки 313 возвратного электромагнитного насоса могут изолироваться. Тепло, потерянное изоляцией, может отводиться в соответствующий охладитель или теплообменник. В варианте осуществления изобретения рабочая жидкость, такая как серебро, может служить охлаждающей жидкостью. Скорость впрыска электромагнитного насоса может увеличиваться для того, чтобы обеспечивать серебро для поглощения тепла с целью охлаждения по меньшей мере одного компонента энергетического элемента или МГД-преобразователя, такого как сопло 307 МГД-преобразователя. Испарение серебра может охлаждать сопло 307 МГД-преобразователя. Рециркулятор или рекуператор может содержать рабочую среду, используемую для охлаждения. В показательном варианте осуществления изобретения серебро перекачивается через охлаждаемый компонент и впрыскивается в реакционную камеру энергетического элемента и МГД-преобразователь для восстановления тепла при обеспечении охлаждения.

По меньшей мере компоненты высокого давления, такие как резервуары 5c, реакционная камера 5b31 энергетического элемента и участки 307 и 308 высокого давления МГД-преобразователя, могут поддерживаться в камере 5b3a1 высокого давления, содержащей корпуса 5b3a и 5b3b. Камера 5b3a1 высокого давления может поддерживаться при давлении, по меньшей мере уравновешивающим по меньшей мере часть верхней внутренней реакционной камеры 5b31 и сопла 307 МГД-преобразователя и канала 308 МГД-генератора. Баланс давления может уменьшать нагрузку на соединения

компонентов генератора, такие как соединения между резервуарами 5c и сборочным узлом 5кк электромагнитного насоса. Сосуд 5b3a высокого давления может выборочно вмещать компоненты высокого давления, такие как по меньшей мере один компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, резервуаров 5c и канала 308 расширения МГД-преобразователя. Другие компоненты энергетического элемента могут размещаться в сосуде низкого давления или в корпусе.

Источник реагентов гидрино, такой как по меньшей мере один источник из числа H_2O, H_2, CO_2 и CO, может проникать через проницаемые компоненты энергетического элемента, такие как по меньшей мере один компонент из числа камеры 5b31 энергетического элемента, резервуаров 5c, канала 308 расширения МГД-преобразователя и секции 309 конденсации МГД-преобразователя. Газы для реакции гидрино могут вводиться в поток расплавленного металла по меньшей мере в одном месте, например, через трубку 5k6 электромагнитного насоса, канал 308 расширения МГД-преобразователя, секцию 309 конденсации МГД-преобразователя, возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя, возвратный резервуар 311, возвратный насос 312 МГД-преобразователя, трубку 313 возвратного насоса МГД-преобразователя. Газовый инжектор, такой как контроллер массового расхода, может быть способен впрыскивать под высоким давлением на стороне высокого давления МГД-преобразователя, такой как сторона одного компонента из числа трубки 5k6 электромагнитного насоса, возвратного насоса 312 МГД-преобразователя и трубки 313 возвратного электромагнитного насоса МГД-преобразователя. Газовый инжектор может быть способен впрыскивать реагенты гидрино при более низком давлении на стороне низкого давления МГД-преобразователя, таком как сторона по меньшей мере одного компонента из числа секции 309 конденсации МГД-преобразователя, возвратного трубопровода 310 МГД-преобразователя и возвратного резервуара 311. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа воды и водяного пара может впрыскиваться через трубку 5k4 электромагнитного насоса с помощью контроллера потока, который может дополнительно содержать ограничитель давления и предохранительный затвор для подачи расплавленного металла из обратного потока в источник воды, такого как контроллер массового расхода. Вода может впрыскиваться через избирательно проницаемую мембрану, такую как керамическая или углеродная мембрана. В варианте осуществления изобретения преобразователь может содержать фотогальванический преобразователь, при этом инжектор реагента гидрино способен подавать реагенты посредством по меньшей мере одного средства, такого как проницаемость или впрыскивание при рабочем давлении в месте доставки. В другом варианте осуществления изобретения SunCell® может

дополнительно содержать источник газообразного водорода и источник газообразного кислорода, при этом два газа смешиваются для обеспечения водяного пара в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Источник водорода и источник кислорода каждый может содержать по меньшей мере один компонент из числа соответствующего бака, трубопровода для прямой или косвенной подачи газа в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента, регулятора потока, контроллера потока, компьютера, датчика потока, и по меньшей мере один клапан. В последнем случае газ может поступать в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента непрерывно с помощью по меньшей мере одного компонента из числа электромагнитного насоса 5ka, резервуара 5c, сопла 307, канала 308 МГД-преобразователя и других компонентов МГД-преобразователя, таких как любые возвратные трубопроводы 310a, трубопроводы 313a и насосы 312a. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один газ из числа H_2 и O_2 может впрыскиваться в секцию впрыска трубки 5k61 электромагнитного насоса. O_2 и H_2 могут впрыскиваться через отдельные трубки электромагнитного насоса двойных инжекторов электромагнитного насоса. В качестве альтернативы, газ, такой как по меньшей мере один газ из числа кислорода и водорода, может добавляться во внутреннюю часть энергетического элемента через инжектор в области с более низким давлением паров серебра, такой как канал 308 МГД-преобразователя или секция 309 конденсации МГД-преобразователя. По меньшей мере один газ из числа водорода и кислорода может вводиться через избирательную мембрану, такую как керамическая мембрана, такая как нанопористая керамическая мембрана. Кислород может подаваться через проницаемую для кислорода мембрану, такую как мембрана в соответствии с раскрытием изобретения, такая как проницаемая для кислорода мембрана из $BaCo_{0,7}Fe_{0,2}Nb_{0,1}O_{3-\delta}$ (BCFN), которая может покрываться $Bi_{26}Mo_{10}O_{69}$ для увеличения скорости проникновения кислорода. Водород может подаваться через проницаемую для водорода мембрану, такую как мембрана из сплава палладия и серебра. SunCell® может содержать электролизёр, такой как электролизёр высокого давления. Электролизёр может содержать протонообменную мембрану, куда чистый водород может подаваться из катодного отсека. Чистый кислород может подаваться из анодного отсека. В варианте осуществления изобретения детали электромагнитного насоса покрываются неокисляющимся покрытием или покрытием, защищающим от окисления, и водород и кислород впрыскиваются раздельно в контролируемых условиях с использованием двух контроллеров массового расхода, при этом потоками можно управления исходя из концентраций в энергетических элементах, считываемых соответствующими газовыми датчиками.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент SunCell®

и МГД-преобразователя, содержащий внутренний отсек, такой как резервуары 5c, реакционная камера 5b31 энергетического элемента, сопло 307, канал 308 МГД-преобразователя, секция 309 конденсации МГД-преобразователя и другие компоненты МГД-преобразователя, такие как любые возвратные трубопроводы 310a, трубопроводы 313a и насосы 312a, размещается в герметичном для газа корпусе или камере, при этом газы в камере уравновешиваются с газом внутренней части энергетического элемента посредством диффузии через мембрану, проницаемую для газов и непроницаемую для паров серебра. Избирательная для газа мембрана может содержать полупроницаемую керамику, такую как керамика в соответствии с раскрытием изобретения. Газы энергетического элемента могут содержать по меньшей мере один газ из числа водорода, кислорода и благородного газа, такого как аргон или гелий. Внешний корпус может содержать датчик давления для каждого газа. SunCell® может содержать источник и контроллер для каждого газа. Источник благородного газа, такого как аргон, может содержать бак. Источник по меньшей мере одного газа из числа водорода и кислорода может содержать электролизёр, такой как электролизёр высокого давления. Контроллер газа может быть по меньшей мере одним устройством из числа контроллера потока, регулятора газа и компьютера. Давление газа в корпусе может регулироваться для управления давлением каждого газа во внутренней части энергетического элемента, такой как внутренняя часть резервуаров, реакционной камеры элемента и компонентов МГД-преобразователя. Давление каждого газа может находиться в диапазоне приблизительно 0,1 мм. рт. ст. – 20 атм. В показательном варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1 (2I179-2I195), прямой канал 308 МГД-преобразователя и секция 309 конденсации МГД-преобразователя содержат корпус 309b для газа, манометр 309c и сборочный узел 309e подачи и откачки газа, содержащий трубопровод для напуска газа, трубопровод для выпуска газа, и фланец, при этом газопроницаемая мембрана 309d может монтироваться в стенке секции 309 конденсации МГД-преобразователя. Крепление может содержать соединение, выполненное посредством спекания, металлизированное керамическое соединение, паяное соединение или другое соединение в соответствии с раскрытием изобретения. Корпус 309b для газа может дополнительно содержать впускное отверстие. Корпус 309b для газа может содержать металл, такой как устойчивый к окислению металл, такой как нержавеющая сталь 625, или стойкое к окислению покрытие на металле, такое как иридиевое покрытие на металле с подходящим коэффициентом теплового расширения, таком как молибден. В качестве альтернативы, корпус 309b для газа может содержать керамику, такую как металлоксидная керамика, такая как диоксид циркония, оксид алюминия, оксид магния, оксид гафния, кварц или другая керамика в

соответствии с раскрытием изобретения. Керамические проходы через металлический корпус 309b для газа, такие как проходы в возвратных трубопроводах 310 МГД-преобразователя, могут быть охлаждаемыми. Проходы могут содержать углеродное уплотнение, при этом температура уплотнения ниже температуры карбонизации металла и температуры восстановления углерода керамики. Уплотнение может демонтироваться для того, чтобы горячий расплавленный металл остывал. Уплотнение может содержать охлаждение, такое как пассивное или принудительное воздушное или водяное охлаждение.

В показательных вариантах осуществления изобретения антенна 5f индуктивно-связанного нагревателя может содержать одну катушку, три разделённые катушки, как показано на фиг. 1 (2I178-2I179), три непрерывные катушки, как показано на фиг. 1 (2I182-2I183), две разделённые катушки или две непрерывные катушки, как показано на фиг. 1 (2I180 -2I181). Приводимая в качестве примера антенна 5f индуктивно-связанного нагревателя содержит верхнюю эллиптическую катушку и нижнюю дисковую катушку трубки электромагнитного насоса, которая может содержать спиральную катушку, которая может содержать концентрические кожуха с непрерывным направлением тока по окружности (фиг. 1 (2I180-2I181)). Реакционная камера 5b31 энергетического элемента и сопло 307 МГД-преобразователя могут иметь плоскую, многоугольную, прямоугольную, цилиндрическую, сферическую или другую требуемую геометрию, как показано на фиг. 1 (2I162-2I195). Антенна 5f индуктивно-связанного нагревателя может содержать непрерывный набор из трёх витков, включающий в себя две спирали, расположенные по окружности вокруг каждого резервуара 5c, и дисковую катушку, параллельную трубкам электромагнитного насоса, как показано на фиг. 1 (2I182-2I183). Витки противоположных спиралей вокруг резервуаров могут наматываться таким образом, что электрические токи направляются в одном и том же направлении для усиления магнитных полей двух катушек, или в противоположных направлениях, для ослабления магнитных полей в пространстве между спиралями. Антенна 5f индуктивно-связанного нагревателя может дополнительно служить для охлаждения по меньшей мере одного компонента, такого как по меньшей мере один компонент из числа электромагнитного насоса 5kk, резервуаров 5c, стенок реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и ярма системы индукционного зажигания. По меньшей мере один охлаждаемый компонент может содержать керамику, такую как керамика в соответствии с раскрытием изобретения, такая как нитрид кремния, кварц, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид магния или оксид гафния.

SunCell® может содержать один возвратный трубопровод рабочей среды МГД-

преобразователя, проходящий от конца канала расширения МГД-преобразователя до резервуара 5c, при этом резервуар 5c может содержать герметичную верхнюю крышку, которая изолирует более низкое давление в резервуаре от более высокого давления в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Секция 5k61 инжектора электромагнитного насоса и сопло 5q могут проникать через крышку для впрыска расплавленного металла, такого как серебро, в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Место прохода может содержать уплотнение в соответствии с раскрытием изобретения, такое как компрессионное уплотнение, накидная гайка, уплотнительная пайка или сальниковое уплотнение. Резервуар может содержать впускную вертикальную трубку 5qa для управления уровнем расплавленного металла в резервуаре 5c. Закрытый резервуар и сборочный узел 5kk электромагнитного насоса, который принимает обратный поток расплавленного металла, могут содержать первый инжектор системы с двумя инжекторами расплавленного металла. Второй инжектор, содержащий второй резервуар и сборочный узел электромагнитного насоса, может содержать открытый резервуар, который косвенно принимает обратный поток от первого инжектора. Второй инжектор может содержать положительный электрод. Второй инжектор может поддерживаться погружённым ниже уровня расплавленного металла в резервуаре. Соответствующая впускная вертикальная трубка 5qa может регулировать погружение.

SunCell® может содержать по меньшей мере один возвратный трубопровод 310 для газообразного металла, проходящий от конца канала 308 МГД-генератора до по меньшей мере одного резервуара 5c системы впрыска расплавленного металла. SunCell® может содержать два возвратных трубопровода 310, проходящих от конца канала 308 МГД-генератора до двух соответствующих резервуаров 5c системы с двумя инжекторами расплавленного металла. Каждый резервуар 5c может содержать герметичную верхнюю крышку, которая изолирует более низкое давление в резервуаре 5c от более высокого давления в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Секции 5ka и 5k61 инжектора электромагнитного насоса и сопло 5q могут проходить через верхнюю крышку резервуара для впрыскивания расплавленного металла, такого как серебро, в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Место прохода может содержать уплотнение в соответствии с раскрытием изобретения, такое как компрессионное уплотнение, накидная гайка, прокладка, пайка или сальниковое уплотнение. Каждый резервуар 5c может содержать впускную вертикальную трубку 5qa для регулирования уровня расплавленного металла в резервуаре 5c. Температура реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может быть выше температуры кипения расплавленного металла, таким образом, что жидкий металл, который впрыскивается в реакционную камеру

энергетического элемента, испаряется и возвращается через возвратные трубопроводы 310.

SunCell® может содержать по меньшей мере один возвратный трубопровод 310 для рабочей среды МГД-преобразователя, проходящий от конца канала 309 конденсатора МГД-преобразователя до по меньшей мере одного резервуара 5c системы впрыска расплавленного металла. SunCell® может содержать два возвратных трубопровода 310 для рабочей среды МГД-преобразователя, проходящих от конца канала 309 конденсатора МГД-преобразователя до двух соответствующих резервуаров 5c системы впрыска с двумя инжекторами расплавленного металла. Каждый резервуар 5c может содержать герметичную верхнюю крышку, которая изолирует более низкое давление в резервуаре 5c от более высокого давления в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Секции 5ka и 5k61 инжектора электромагнитного насоса и сопло 5q могут проходить через верхнюю крышку резервуара для впрыскивания расплавленного металла, такого как серебро, в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Место прохода может содержать уплотнение в соответствии с раскрытием изобретения, такое как компрессионное уплотнение, накидная гайка, прокладка, пайка или сальниковое уплотнение. Каждый резервуар 5c может содержать впускную вертикальную трубку 5qa для регулирования уровня расплавленного металла в резервуаре 5c. Температура реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может быть выше температуры кипения расплавленного металла, таким образом, что жидкий металл, который впрыскивается в реакционную камеру энергетического элемента, испаряется, пар ускоряется при прохождении через секцию 307 сопла МГД-преобразователя, кинетическая энергия пара преобразуется в электричество в канале 308 генератора, пар конденсируется в секции 309 конденсации МГД-преобразователя, и расплавленный металл возвращается через возвратные трубопроводы 310.

SunCell® может содержать по меньшей мере один возвратный трубопровод 310 для рабочей среды МГД-преобразователя, один возвратный резервуар 311 и соответствующий насос 312. Насос 312 может быть электромагнитным насосом. SunCell® может содержать двойные трубопроводы 310 для расплавленного металла; возвратные резервуары 311 и соответствующие электромагнитные насосы 312. Соответствующая впускная вертикальная трубка 5qa может регулировать уровень расплавленного металла в каждом возвратном резервуаре 311. Возвратные электромагнитные насосы 312 могут перекачивать рабочую среду МГД-преобразователя от конца канала 309 конденсатора МГД-преобразователя в возвратные резервуары 311, а затем к соответствующим резервуарам 5c инжектора. В другом варианте осуществления изобретения обратный

поток расплавленного металла проходит через возвратный трубопровод 310 непосредственно к соответствующим возвратным электромагнитным насосам 312 и затем к соответствующим резервуарам 5c инжектора. В варианте осуществления изобретения рабочая среда МГД-преобразователя, такая как серебро, перекачивается при перепаде давления, таком как перепад давления приблизительно 10 атм, для завершения контура потока расплавленного металла, содержащего впрыскивание, зажигание, расширение и обратный поток. Для обеспечения высокого давления электромагнитный насос может содержать последовательность ступеней. SunCell® может содержать систему впрыска с двумя инжекторами расплавленного металла, содержащую пару резервуаров 5c, каждый из которых содержит инжектор 5ka и 5k61 электромагнитного насоса и впускную вертикальную трубку 5qa для регулирования уровня расплавленного металла в соответствующем резервуаре 5c. Обратный поток может поступать в основание 5kk1 соответствующего сборочного узла 5kk электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения скорость рабочей среды по меньшей мере в одной точке, в том числе в точке, расположенной в компоненте МГД-преобразователя, таком как впускное отверстие сопла, сопло, выпускное отверстие сопла и желаемый участок канала МГД-преобразователя, может быть достаточно высокая, таким образом, что конденсация, такая как ударная конденсация, не происходит даже в том случае, если выполняются условия насыщения паров металла. Конденсация может не происходить из-за короткого времени прохождения по сравнению со временем конденсации. Кинетика конденсации может изменяться или выбираться путём управления давлением плазмы, температурой плазмы, скоростью струи, составом рабочей среды и напряжённостью магнитного поля. Пары металла, такие как пары серебра, могут конденсироваться в конденсаторе 309, который может иметь большую площадь поверхности, и собранное жидкое серебро может возвращаться через возвратный трубопровод и электромагнитную насосную систему. В варианте осуществления изобретения короткое время прохождения в сопле, которое предотвращает ударную конденсацию, используется для создания благоприятных условий МГД-преобразования в канале 307 МГД-преобразователя, которые в противном случае могли бы привести к ударной конденсации.

В варианте осуществления изобретения канал расширения МГД-преобразователя или канал генератора, также известный как канал МГД-преобразователя, содержит постепенно расширяющийся канал МГД-преобразователя для непрерывного обеспечения преобразования энергии с перепадом тепла, преобразованным в перепад давления, который управляет кинетической энергией потока. Тепло от конденсации серебра может способствовать перепаду давления или массовому потоку в канале МГД-преобразователя.

Теплота испарения, выделяемая конденсирующимся серебром, может выполнять функцию форсажной камеры в реактивном двигателе для создания потока с более высокой скоростью. В показательном варианте осуществления изобретения теплота испарения серебра выполняет функцию сгорания в форсажной камере для повышения или увеличения скорости струи серебра. В варианте осуществления изобретения теплота испарения, выделяемая при конденсации паров серебра, увеличивает давление выше давления в отсутствие конденсации. Канал МГД-преобразователя может иметь геометрию, такую как геометрия с постепенным расширением или геометрия сопла, для преобразования давления в направленный поток или кинетическую энергию, которая преобразуется в электричество с помощью МГД-преобразователя. Магнитное поле, создаваемое магнитами 306 МГД-преобразователя, может регулироваться для предотвращения прекращения плазменного состояния в случае, когда пары серебра конденсируются с соответствующим изменением проводимости. В варианте осуществления изобретения стенки канала 308 МГД-преобразователя поддерживаются при повышенной температуре для предотвращения конденсации паров металла на стенках с соответствующей потерей массы и кинетической энергии. Высокая температура электрода может также защищать от образования плазменной дуги, которая может возникнуть в противоположном случае охлаждённых электродов, имеющих менее электропроводящий или более изолирующий пограничный слой по сравнению с более горячей плазмой.

Канал 308 МГД-преобразователя может поддерживаться при желаемой повышенной температуре путём передачи тепла от реакционной камеры 5b31 энергетического элемента к стенкам канала МГД-преобразователя. МГД-преобразователь может содержать теплообменник для передачи тепла от реакционной камеры энергетического элемента к стенкам канала МГД-преобразователя. Теплообменник может быть проводящим или конвективным теплообменником, таким как теплообменник, содержащий теплообменные блоки, которые проводят тепло от реакционной камеры энергетического элемента к стенкам канала МГД-преобразователя. Теплообменник может быть радиационным теплообменником, при этом внешняя стенка по меньшей мере участка реакционной камеры энергетического элемента содержит излучатель абсолютно чёрного тела для излучения энергии, а по меньшей мере участок стенки канала МГД-преобразователя может содержать излучатель абсолютно чёрного тела для поглощения излучения абсолютно чёрного тела. Теплообменник может содержать охлаждающую жидкость, которую можно перекачивать. Насос может быть электромагнитным насосом, при этом охлаждающая жидкость представляет собой расплавленный металл. В другом варианте

осуществления изобретения реакция гидрино дополнительно распространяется и поддерживается в канале 308 МГД-преобразователя для поддержания температуры стенки канала МГД-преобразователя выше температуры конденсации паров металла, протекающих в канале. Реакция гидрино может поддерживаться путём подачи реагентов, таких как H и катализатор HOH или их источники. Реакция может избирательно поддерживаться на электродах благодаря их проводимости, которая поддерживает и ускоряет скорость реакции гидрино. МГД-преобразователь может содержать по меньшей мере один датчик температуры для считывания температуры стенки канала МГД-преобразователя и контроллер для управления по меньшей мере одним параметром из числа параметров средства теплопередачи, такого как теплообменник, и скорости реакции гидрино, для поддержания желаемой температуры стенки канала МГД-преобразователя. Скорость реакции гидрино может регулироваться с помощью средства в соответствии с раскрытием изобретения, такого как средство для управления потоком реагентов гидрино в канал МГД-преобразователя.

В другом варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа плазмы, паров металлов и конденсированных паров металла удерживается в канале и предотвращается от накапливания на стенках канала МГД-преобразователя с помощью средства удержания, такого как средство, содержащее источник по меньшей мере одного поля из числа электрического и магнитного. Средство удержания может быть магнитным средством удержания, таким как магнитная бутылка. Средство удержания может содержать индуктивно-связанное поле, такое как радиочастотное поле. МГД-преобразователь может содержать по меньшей мере один источник радиочастотного электропитания, по меньшей мере одну антенну, электростатические электроды и источник электропитания, и по меньшей мере один источник магнитостатического поля для обеспечения удержания.

В варианте осуществления изобретения рабочая среда содержит испарённый металл в канале 308 МГД-преобразователя, при этом давление и температура рабочей среды увеличиваются посредством тепла, выделяемого при конденсации паров металла вдоль канала МГД-преобразователя, поскольку они теряют кинетическую энергию из-за МГД-преобразования в электричество. Энергия конденсации серебра может увеличивать по меньшей мере один параметр из числа давления, температуры, скорости и кинетической энергии рабочей среды в канале МГД-преобразователя. Скорость потока может увеличиваться посредством геометрии канала, которая использует эффект Вентури или принцип Бернулли. В варианте осуществления изобретения текущее жидкое серебро может служить в качестве аспирационной среды для пара для того, чтобы заставлять его

течь в канале МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один параметр из числа диаметра и объёма канала 308 МГД-преобразователя уменьшается в зависимости от расстояния вдоль оси потока или оси Z канала МГД-преобразователя от выхода сопла 307 к выходу канала 308 МГД-преобразователя. Канал 308 МГД-преобразователя может быть каналом, который сходится только по оси z. В другом варианте осуществления изобретения размер канала вдоль оси z остаётся тем же самым или расходится меньше, чем у традиционного МГД-преобразователя с добавленным газом. Объём канала может уменьшаться для поддержания давления и скорости вдоль оси z, поскольку серебро конденсируется и выделяет тепло для поддержания энергетической плазмы. Теплота испарения, выделяющаяся при конденсации паров серебра (254 кДж/моль) с потоком плазмы вдоль оси z, может повышать температуру и давление рабочей среды, что приводит к увеличению потока неконденсированного серебра в любом заданном положении вдоль оси z канала. Увеличение скорости потока может вызываться эффектом Вентури или принципом Бернулли. Магнитный поток может изменяться постоянно или динамически вдоль оси потока (оси z) канала МГД-преобразователя для того, чтобы извлекать энергию МГД-преобразователя в зависимости от положения на оси z с целью поддержания желаемого давления, температуры, скорости, мощности и запаса энергии вдоль канала, при этом размер канала в зависимости расстояния вдоль оси z может согласовываться с изменением магнитного потока вдоль оси z для того, чтобы по меньшей мере частично добиваться извлечения энергии теплоты испарения из испаренного металла в форме электричества. Поток плазмообразующего газа также может служить газом-носителем для конденсированных паров серебра.

Сконденсированное серебро может содержать туман. Состояние тумана может быть благоприятным из-за тенденции серебра образовывать аэрозоль при температуре, которая значительно ниже его температуры кипения при данном давлении. Рабочая среда может содержать кислород и серебро, при этом расплавленное серебро имеет тенденцию образовывать аэрозоль в присутствии кислорода при температуре, которая значительно ниже его температуры кипения при данном давлении, при этом серебро может поглощать большое количество кислорода. Рабочая среда может содержать аэрозольный газ, такой как азот, кислород, водяной пар или благородный газ, такой как аргон, в дополнение к парам металлов, таким как пары серебра, для образования аэрозоля конденсированного серебра. В варианте осуществления изобретения давление аэрозольного газа во всей реакционной камере энергетического элемента и в канале МГД-преобразователя может поддерживаться при постоянном его распределении в рабочих условиях. МГД-

преобразователь может дополнительно содержать средство подачи аэрозольного газа, такое как бак с аэрозольным газом, насос и по меньшей мере один манометр для выборочного измерения давления аэрозольного газа в одном или нескольких положениях. Запас аэрозольного газа может поддерживаться на желаемом уровне путём добавления или удаления аэрозольного газа с использованием насоса и средства подачи аэрозольного газа. В показательном варианте осуществления изобретения жидкое серебро образует туман или аэрозоль при температуре, которая чуть выше температуры плавления, таким образом, что аэрозольный газ, такой как аргон, с постоянным давлением окружающей среды в канале 308 МГД-преобразователя, вызывает переход паров серебра в жидкость в форме аэрозоля, который может переноситься потоком плазмы и скапливаться в конденсаторе 309 МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения скорость конденсирующегося пара сохраняется при переходе в конденсат. Скорость конденсата может увеличиваться из-за выделения теплоты испарения. Канал МГД-преобразователя может иметь геометрию, которая преобразует теплоту испарения в кинетическую энергию конденсата. В варианте осуществления изобретения канал может сужаться для преобразования теплоты испарения в кинетическую энергию конденсата. В другом варианте осуществления изобретения теплота испарения может увеличивать давление в канале, и давление может преобразовываться в кинетическую энергию с помощью сопла. В варианте осуществления изобретения медь или серебро-медный сплав могут заменять серебро. В варианте осуществления изобретения расплавленный металл, который служит источником металлического аэрозоля, содержит по меньшей мере один металл из числа серебра, меди и серебряно-медного сплава. Аэрозоль может образовываться в присутствии газа, такого как по меньшей мере один газ из числа кислорода, водяного пара и благородного газа, такого как аргон.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит средство для поддержания потока газа энергетического элемента в контакте с расплавленным серебром с целью образования аэрозоля расплавленного металла, такого как аэрозоль серебра. Поток газа может содержать по меньшей мере один поток из числа принудительного потока газа и конвекционного потока газа. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и резервуаров 5c может содержать по меньшей мере одну перегородку для того, чтобы вызывать циркуляцию газа энергетического элемента для увеличения потока газа. Поток может приводиться в движение по меньшей мере одним механизмом из числа конвекции и перепада давления, такого как перепад давления, вызванный по меньшей мере одним фактором из числа перепадов температуры и давления в результате

плазменной реакции. Газ может содержать по меньшей мере один газ из числа благородного газа, кислорода, водяного пара, H_2 и O_2. Средство для поддержания потока газа может содержать по меньшей мере один компонент из числа насоса для газа или компрессора, такого как насос МГД-преобразователя для газа или компрессор 312a, МГД-преобразователь и турбулентный поток, вызванный по меньшей мере одним фактором из числа инжекторов расплавленного металла электромагнитного насоса и плазменной реакции гидрино. По меньшей мере один параметр из числа скорости потока газа и состава газа может регулироваться для управления этой скоростью образования аэрозоля. В варианте осуществления изобретения, в котором водяной пар рециркулируется, SunCell® дополнительно содержит рекомбинатор для рекомбинации любой формы H_2O, превращенной в H_2 и O_2, обратно в H_2O, конденсатор для конденсации водяного пара в жидкую воду и насос для жидкой воды с целью впрыскивания воды под давлением в трубопровод, который снабжает по меньшей мере один компонент внутренней части энергетического элемента, такой как резервуар 5c или реакционная камера 5b31 элемента, при этом вода под давлением может переходить в пар на пути к области впрыскивания внутри энергетического элемента. Рекомбинатор может быть рекомбинатором, известным в данной области техники, например, рекомбинатором, содержащим по меньшей мере один материал из числа никеля Ренея, Pd и Pt. Водяной пар может рециркулироваться в контуре, содержащем отсеки высокого давления, такие как отсеки между реакционной камерой 5b31 энергетического элемента и резервуарами 5c.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа резервуаров 5c и реакционной камеры 5b31 энергетического элемента содержит источник газа, имеющего температуру, достаточно низкую для того, чтобы конденсировать пары серебра по меньшей мере либо в аэрозоль серебра, либо в холодный аэрозоль серебра. Тепло, выделяемое энергетической реакцией гидрино, может образовывать пары серебра. Испарение может происходить в плазме реакции гидрино. Окружающий газ, соприкасающийся с реакцией гидрино, содержит газ энергетического элемента. Часть по меньшей мере одного компонента из числа газа энергетического элемента и аэрозоля может охлаждаться теплообменником и охладителем в области, находящейся внутри по меньшей мере одного компонента из числа резервуаров и реакционной камеры энергетического элемента, содержащего по меньшей мере один компонент из числа газа, аэрозоля и плазмы. По меньшей мере один компонент из числа газа энергетического элемента и аэрозоля может быть достаточно охлаждён для того, чтобы конденсировать пары серебра по меньшей мере либо в аэрозоль, либо в холодный аэрозоль. По меньшей мере одну характеристику из числа скорости конденсации пара, температуры и давления

смеси газ-аэрозоль-пар холодного энергетического элемента можно регулировать, управляя по меньшей мере одним параметром из числа передачи тепла во время охлаждения, температуры, а также давления газа и аэрозоля холодного энергетического элемента.

В варианте осуществления изобретения для того, чтобы избежать потери массы вдоль канала, пары серебра формируют туман, когда пары конденсируются. Молярная доля, которая теряет свою кинетическую энергию на переход в электричество вдоль канала, может вызывать образование тумана, при этом соответствующая теплота испарения передаёт кинетическую энергию соответствующим частицам аэрозоля для того, чтобы поддерживать постоянную начальную скорость, в противном случае происходит потеря массы. Канал может быть прямым с переходом к сходящемуся для того, чтобы поддерживать скорость с уменьшенным количеством частиц из-за частичного скопления атомов в аэрозольные частицы, текущие с оставшимися атомами газа. В варианте осуществления изобретения стенки канала 308 МГД-преобразователя могут поддерживаться при температуре, такой как температура выше температуры плавления серебра, для того, чтобы избежать конденсации жидкости из-за образования тумана.

В варианте осуществления изобретения компоненты и поверхности канала МГД-преобразователя, с которыми контактирует серебряная плазменная струя, могут содержать материалы, которые являются стойкими к смачиванию жидким серебром. По меньшей мере один компонент из числа стенок 308 канала МГД-преобразователя и электродов 304 МГД-преобразователя могут содержать поверхности, которые являются стойкими к смачиванию.

Частицы аэрозоля могут заряжаться и собираться. Сбор может происходить на конце канала МГД-преобразователя. Частицы аэрозоля могут удаляться посредством электростатического осаждения или осаждения способом электрораспыления. В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь может содержать средство заряжания частиц аэрозоля, такое как по меньшей мере одно средство из числа электрода для заряжания частиц, источник электропитания, такой как источник высокого напряжения, и коллектор заряженных частиц, такой как по меньшей мере один электрод, на который подаётся напряжение смещения, для сбора заряженных частиц. Заряженные частицы могут собираться на конце канала МГД-преобразователя с помощью прикладываемого электрического поля.

В варианте осуществления изобретения капли паров металла переносятся потоком плазмы. Капли могут образовывать тонкую плёнку на поверхности по меньшей мере одного компонента из числа электродов МГД-преобразователя и стенок канала МГД-

преобразователя. Избыток конденсированной жидкости может механически удаляться и выноситься с плазмой и массовым потоком. В варианте осуществления изобретения электрический ток Фарадея проходит через конденсированные пары металлов, такие как конденсированные пары серебра, и создаётся электрический ток Холла, который заставляет частицы конденсированного серебра перемещаться вдоль траектории плазменной струи из сопла 307 МГД-преобразователя. Ток Холла может вызывать вытекание конденсированного серебра из канала МГД-преобразователя для возврата в резервуары 5c. Электрический ток может протекать преимущественно через конденсированное серебро из-за его более высокой проводимости, чем у паров металла. В другом варианте осуществления изобретения транспортировке может способствовать по меньшей мере одно средство из числа расхождения и схождения канала МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь, такой как дисковый генератор, может содержать электроды, которые контактируют с плазмой на входе и выходе канала МГД-преобразователя, таким образом, что влияние закорачивания расплавленного металла в канале уменьшается.

В варианте осуществления изобретения рабочая среда содержит металл, такой серебро, который может испаряться при температуре ниже его температуры кипения, для того, чтобы предотвращать конденсацию металла на стенках канала МГД-преобразователя, таким образом, что он поступает в систему рециркуляции. В варианте осуществления изобретения давление на выходе канала МГД-преобразователя поддерживается на низким, таким как давление ниже атмосферного. На выходе канала МГД-преобразователя может поддерживаться вакуум, таким образом, что пары металла рабочей среды не конденсируются в канале 308 МГД-преобразователя. Вакуум может поддерживаться насосом МГД-преобразователя для газа или компрессором 312a (фиг. 1 (2I67-2I73)).

В варианте осуществления изобретения канал МГД-преобразователя может содержать генератор в секции входа и компрессор в секции выхода. Компрессор может вызывать откачку конденсированного пара из канала МГД-преобразователя. МГД-преобразователь может содержать источник электрического тока и контроллер тока для управляемого приложения тока к рабочей среде канала МГД-преобразователя в направлении, перпендикулярном к приложенному магнитному полю, для того, чтобы принуждать пары конденсированной рабочей среды вытекать из канала, при этом состояние канала может регулироваться для того, чтобы вызывать конденсацию пара с целью обеспечения выделения теплоты испарения пара.

В другом варианте осуществления изобретения теплота испарения паров металлов,

таких как пары металлического серебра, может восстанавливаться путём конденсации паров в теплообменнике, таком как конденсатор 309 МГД-преобразователя. Конденсация может происходить при температуре, которая выше температуры кипения металла, такого как серебро. Тепло может передаваться участку резервуара 5c с помощью средства, известного в данной области техники, такого как конвекция, проводимость, излучение или охлаждающая жидкость. Система теплопередачи может содержать огнеупорные теплопередающие блоки, такие как блоки из Mo, W, или углеродные блоки, которые передают тепло посредством теплопроводности. Тепло может вызывать испарение серебра в резервуаре. Тепло может сохраняться в виде теплоты испарения. Реакция гидрино может дополнительно увеличивать давление и температуру испарённого металла. В варианте осуществления изобретения, содержащем добавку к рабочей среде, такую как благородный газ, такой как аргон или гелий, МГД-преобразователь дополнительно содержит насос для газа или компрессор 312a (фиг. 1 (2I67-2I73)) для рециркуляции газа из части МГД-преобразователя с низким давлением в его часть с высоким давлением. Насос для газа или компрессор 312a может содержать приводной двигатель 312b и лопасти 312c. МГД-преобразователь может содержать впускное отверстие насоса, которое может содержать канал 310a для газа, проходящий от секции 309 конденсации МГД-преобразователя до впускного отверстия насоса, и выпускное отверстие насоса, которое может содержать канал 313a для газа, проходящий от насоса или компрессора 312a к реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Насос может перекачивать газ из области низкого давления, такого как давление 1–2 атм, в область высокого давления, такого как давление 4–15 атм. Впускной трубопровод 310a, проходящий от секции 309 конденсации МГД-преобразователя к насосу 312a, может содержать фильтр, такой как избирательная мембрана или конденсатор металла, на впускном отверстии, для отделения газа, такого как благородный газ, от паров металла, таких как пары серебра. Перегородки 309a в секции 309 конденсатора МГД-преобразователя могут направлять расплавленный металл, такой как металл, конденсированный в секции 309 конденсации МГД-преобразователя, в возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя. По меньшей мере одна высота из числа высоты перегородок в центре и высоты входного отверстия для обратного потока расплавленного металла в возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя может находиться в положении, в котором давление газа вверх превышает силу тяжести, действующую на частицы конденсированного или жидкого расплавленного металла, для того, чтобы облегчать их поступление в возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя.

SunCell® может содержать конденсатор паров металла, такой как конденсатор

постоянного давления, который может размещаться в секции 309 конденсации МГД-преобразователя и может содержать теплообменник 316. Рабочая среда может содержать носитель, добавленный в пары металла, или рабочий газ, такой как благородный газ, такой как гелий или аргон, добавленный в пары серебра. Конденсатор может конденсировать пары металла, таким образом, что жидкий металл и благородный газ могут перекачиваться раздельно. Разделение может осуществляться по меньшей мере одним способом из числа гравитационного осаждения, центробежного разделения, циклонного разделения, фильтрации, электростатического осаждения и других способов, известных специалистам в данной области техники. В показательном варианте осуществления изобретения отделённый благородный газ удаляется из верхней части конденсатора, а отделённый жидкий металл удаляется из нижней части конденсатора. Жидкость и газ могут разделяться по меньшей мере одним средством из числа перегородок 309a, фильтров, избирательно проницаемой мембраны и барьера для жидкости, который является проходимым для газа.

Компрессор 312a может перекачивать или принуждать рециркулироваться газ в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Электромагнитный насос 312 может перекачивать жидкое серебро для возвращения его в резервуар 5c с целью повторного впрыскивания в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Компрессор 312a и электромагнитный насос 312 повторно создают давление газа рабочей среды, такого как аргон или гелий, и жидкого металла, такого как жидкое серебро, соответственно. Газ рабочей среды может возвращаться в реакционную камеру энергетического элемента через трубопровод 313a, который может соединяться по меньшей мере с одним компонентом из числа трубки 5k6 электромагнитного насоса, резервуара 5c, основания 5kk1 сборочного узла электромагнитного насоса 5kk и реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. В качестве альтернативы, газ может возвращаться в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента через трубопровод 313a, соединенный с подающей трубкой 313b, такой как трубка, которая обеспечивает прямой проход в резервуар 5c или реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Газ может служить для впрыскивания расплавленного металла в реакционную камеру энергетического элемента. Расплавленный металл может увлекаться перекачиваемым газом для восстановления или пополнения запаса расплавленного металла инжекторов электромагнитного насоса. Скорости впрыскиваемого расплавленного металла и паров, такие как скорости потока паров жидкого и газообразного серебра, можно регулировать путём управления скоростью потока газа, давлением газа, температурой газа, температурой в резервуаре, температурой реакционной камеры энергетического элемента,

давлением на входе в сопло, скоростью потока через сопло МГД-преобразователя, давлением на выходе сопла МГД-преобразователя и скоростью реакции гидрино.

Трубка 313b возвратного трубопровода для по меньшей мере одного компонента из числа газа рабочей среды и расплавленного металла, такая как трубка, которая проходит через расплавленный металл резервуара 5c, может содержать тугоплавкий материал, такой как по меньшей мере один металл из числа Mo, W, рения, рения с покрытием Mo или W, или керамика, такая как оксид металла, такой как ZrO_2, HfO_2, MgO, Al_2O_3, и другой материал в соответствии с раскрытием изобретения. Трубопровод может содержать трубку из тугоплавкого материала, которая ввинчивается в кольцевую муфту или посадочное место в основании 5kk1 трубки сборочного узла электромагнитного насоса. Высота трубки 313b возвратного трубопровода может быть подходящей для подачи газа, в то же время позволяющей добиться желаемых характеристик других компонентов, таких как впрыскивание металла и регулирование уровня с помощью секции впрыска трубки 5k61 электромагнитного насоса и впускной вертикальной трубки 5qa соответственно. Высота может быть приблизительно на уровне расплавленного металла в резервуаре.

В варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1 (2I71-2I73), насос для газа или компрессор 312a может перекачивать смесь частиц газообразной рабочей среды, таких как по меньшей мере два вида частиц из числа частиц благородного газа, добавки к расплавленному металла и паров расплавленного металла, таких как пары серебра. В варианте осуществления изобретения насос для газа или компрессор 312a может перекачивать как газообразную, так и жидкую рабочую среду, такую как по меньшей мере один тип рабочей среды из числа благородного газа, паров металла и жидкого расплавленного металла, такого как жидкое серебро. Жидкость и газ могут возвращаться в реакционную камеру энергетического элемента через трубопровод 313a, который может соединяться по меньшей мере с одним компонентом из числа трубки 5k6 электромагнитного насоса, резервуара 5c, основания 5kk1 сборочного узла 5kk электромагнитного насоса и реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. В качестве альтернативы, газ может возвращаться в реакционную камеру 5b31 через трубопровод 313a, соединённый с подающей трубкой 313b, такой как трубка, которая обеспечивает прямой проход в резервуар 5c или реакционную камеру 5b31 энергетического элемента.

В варианте осуществления изобретения газ и жидкость могут протекать через трубку 5k6 электромагнитного насоса. Газ может служить для впрыскивания расплавленного металла в реакционную камеру энергетического элемента. Расплавленный металл может увлекаться перекачиваемым газом и, таким образом, это средство может по меньшей мере

дополнять или заменять электромагнитный насос для перекачки расплавленного металла через инжекторные трубки 5k61 и сопло 5q. Скорость впрыскивания может регулироваться посредством управления по меньшей мере одним параметром из числа скорости потока и давления насоса для газа или компрессора 312a, и другим средством в соответствии с раскрытием изобретения. Уровни расплавленного металла в резервуарах 5c могут регулироваться с помощью датчика уровня и контроллера в соответствии с раскрытием изобретения, который управляет по меньшей мере одним параметром из числа давления и скорости потока одного насоса для газа или компрессора 312a относительно другого из состава пары.

В варианте осуществления изобретения, содержащем насос для газа или компрессор, который перекачивает всю рабочую среду, такую как благородный газ с добавлением серебра, и в варианте осуществления изобретения, содержащем насос для газа или компрессор, который перекачивает только благородный газ, сжатие может осуществляться изотермически. МГД-преобразователь может содержать теплообменник или охладитель для охлаждения газообразной рабочей среды по меньшей мере до или во время сжатия. Насос для газа или компрессор может содержать промежуточный охладитель. Насос для газа или компрессор может содержать множество ступеней, таких как ступени в многоступенчатом компрессоре с промежуточным охладителем. Охлаждение может повышать эффективность сжатия газа для того, чтобы соответствовать рабочему давлению реакционной камеры 5b31 энергетического элемента.

После стадии перекачки в возвратном цикле возвращающаяся газообразная рабочая среда может нагреваться для повышения её давления. Нагревание может осуществляться с помощью теплообменника, который принимает тепло от МГД-преобразователя или регенератора, который может принимать тепло от секции 309 конденсации МГД-преобразователя или другого горячего компонента, такого как по меньшей мере один компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, секции 307 сопла МГД-преобразователя, секции 308 МГД-генератора и секции 309 конденсации МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения мощность насоса для газа может существенно уменьшаться путём использования впускного и выпускного клапанов для потока газа в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента и из сопла МГД-преобразователя соответственно, при этом газ при низком давлении закачивается в реакционную камеру энергетического элемента и давление увеличивается до желаемой величины, такой как 10 атм, благодаря энергии плазменной реакции. Результирующее импульсное электропитание МГД-преобразователя может преобразовываться в постоянное электропитание постоянного или переменного тока. Трубка 313a МГД-

преобразователя для возвращающегося газа может содержать клапан, который открывается для обеспечения потока газа с более низким давлением, чем пиковое рабочее давление в реакционной камере энергетического элемента, а секция 307 сопла МГД-преобразователя может содержать клапан, который открывается для того, чтобы позволять газу с высоким давлением вытекать из сопла после нагрева газа плазмой реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Клапаны могут облегчать впрыскивание газа с низким давлением в реакционную камеру посредством насоса для газа или компрессора, при этом газ нагревается до высокого давления с помощью плазмы реакции гидрино. Клапаны могут синхронизироваться для повышения давления в реакционной камере из-за плазменного нагрева. Клапаны могут сдвигаться по фазе на 180°. Клапаны могут содержать затвор вращающегося типа. Сопло МГД-преобразователя может охлаждаться для обеспечения функционирования клапана сопла МГД-преобразователя. Клапан возвратного трубопровода 313a для газа может находиться в основании 5kk1 или около основания сборочного узла электромагнитного насоса для того, чтобы избежать конденсации серебра в соответствующей трубке 313b подачи газа. МГД-преобразователь может содержать импульсную систему питания, такую как система, содержащая впускной и выпускной клапаны для газа рабочей среды реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Импульсное электропитание МГД-преобразователя может выравниваться до постоянного выходного электропитания с помощью оборудования для стабилизации питания, такого как оборудование, содержащее накопитель энергии, такой как аккумуляторы или электрические конденсаторы.

В варианте осуществления изобретения расплавленный металл, такой как серебро, который рециркулируется, остаётся в газообразном состоянии, при этом компоненты МГД-преобразователя, включающие в себя любые возвратные трубопроводы 310a, трубопроводы 313a и насосы 312a, поддерживаются при температуре, которая выше температуры кипения серебра при рабочем давлении или парциальном давлении серебра в МГД-системе.

Насос 312a может быть механическим насосом, таким как насос с зубчатой передачей, такой как керамический насос с зубчатой передачей, или другим насосом, известным в данной области техники, таким как насос, содержащий лопастное колесо. Насос 312a может функционировать при высокой температуре, например, в диапазоне температур 962–2000 °C. Насос может содержать турбину такого типа, который используется в газовой турбине, или типа, используемого в качестве турбонагнетателя двигателя внутреннего сгорания. Насос для газа или компрессор 312a может быть по меньшей мере одного типа из числа винтового насоса, осевого компрессора и турбинного

компрессора. Насос может быть насосом с положительным смещением. Насос для газа или компрессор может создавать высокую скорость газа, которая будет преобразовываться в давление в фиксированном объёме реакционной камеры в соответствии с законом Бернулли. Трубопровод 313a для возвращающегося газа может содержать клапаны, такие как клапаны для снятия противодавления, для нагнетания потока из компрессора в реакционную камеру энергетического элемента, а затем в МГД-преобразователь.

Механические детали, которые подвергаются износу рабочей средой, такие как лопасти насоса 312a или лопасти турбины, могут покрываться расплавленным металлом, таким как расплавленное серебро, для защиты их от истирания или износа. В варианте осуществления изобретения детали по меньшей мере одного компонента системы возврата газа и расплавленного металла, содержащей газовый насос или компрессор, такого как компоненты возвратного трубопровода 310a МГД-преобразователя, возвратного резервуара 311a, возвратного насоса МГД-преобразователя для газа или компрессора 312a, находящиеся в контакте с возвращающимся газом и расплавленным металлом, такие как лопасти, и трубка 313a насоса МГД-преобразователя (фиг. 1 (2I67-2I73)), содержат покрытие, которое выполняет по меньшей мере одну функцию из числа тепловой защиты и предотвращения смачивания расплавленным металлом для облегчения обратного потока металла в резервуар 5c.

В варианте осуществления изобретения во время запуска SunCell® компрессор 312a может рециркулировать рабочую среду, такую как газообразный гелий или аргон, для предварительного нагрева по меньшей мере одного компонента из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и компонента МГД-преобразователя, такого как секция 307 сопла МГД-преобразователя, канал 308 МГД-преобразователя, секция 309 конденсации МГД-преобразователя и по меньшей мере одного компонента системы электромагнитного возвратного насоса, содержащей возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя, возвратный резервуар 311, возвратный электромагнитный насос 312 МГД-преобразователя и трубку 313 возвратного электромагнитного насоса МГД-преобразователя. Рабочая среда может отводиться по меньшей мере к одному компоненту системы возвратного электромагнитного насоса. Индуктивно-связанный нагреватель, такой как соответствующий антенне 5f, может нагревать рабочую среду, которая может рециркулироваться, вызывая предварительный нагрев по меньшей мере одного компонента из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и по меньшей мере одного компонента МГД-преобразователя.

В показательном варианте осуществления изобретения МГД-система содержит

рабочую среду, содержащую аргон или гелий с добавлением серебра или серебряно-медного сплава, при этом основная доля давления может создаваться аргоном или гелием. Мольная доля серебра или серебряно-медного сплава падает с увеличением доли благородного газа, такой как парциальное давление газообразного аргона, которое регулируется с помощью системы подачи аргона, считывания его количества и управления. SunCell® может содержать системы охлаждения для реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и компонентов МГД-преобразователя, таких как по меньшей мере один компонент из числа секции 307 сопла МГД-преобразователя, канала 308 МГД-преобразователя и секции 309 конденсации МГД-преобразователя. По меньшей мере один параметр, такой как температура стенки реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и канала МГД-преобразователя, и условия реакции и газовой смеси, может регулироваться, что определяет оптимальный запас серебра или серебряно-медного сплава или давление пара. В варианте осуществления изобретения оптимальное давление паров серебра является давлением, которое оптимизирует проводимость и запас энергии паров металла для обеспечения оптимальной плотности преобразования энергии и эффективности. В варианте осуществления изобретения некоторое количество паров металла конденсируется в канале МГД-преобразователя для выделения тепла, которое преобразуется в дополнительную кинетическую энергию и преобразуется в электричество в канале МГД-преобразователя. Насос или компрессор 312a может быть насосом, таким как механический насос для серебра и аргона, или МГД-преобразователь может содержать насосы двух типов: насос 312a для газа и насос 312 для расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь может содержать множество сопел для создания высокоскоростных проводящих потоков расплавленного металла на множестве ступеней. Первым соплом может быть сопло 307 в соединении с реакционной камерой 5b31 энергетического элемента. Другое сопло может располагаться в секции 309 конденсации, при этом тепло, выделяемое из конденсирующегося серебра, может создавать высокое давление на входе в сопло. МГД-преобразователь может содержать канал МГД-преобразователя, имеющий пересекающиеся магниты и электроды после каждого сопла, для преобразования высокоскоростного проводящего потока в электричество. В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь может содержать множество реакционных камер 5b31 энергетического элемента, например, в положении, непосредственно предшествующем соплу.

В варианте осуществления изобретения, не содержащем возвратных резервуаров 311, в котором конец канала 309 МГД-преобразователя выполняет роль нижней полусферы излучателя 5b41 абсолютно чёрного тела, а скорость возвратного

электромагнитного насоса 312 является высокой (не ограничивается скорость возврата), серебро будет распределяться обратно к впрыскивающим резервуарам 5c таким же образом, как и в конструкции излучателя абсолютно чёрного тела в соответствии с раскрытием изобретения. Относительная скорость впрыскивания может тогда регулироваться впускной вертикальной трубкой 5qa каждого резервуара 5c, как в случае конструкции излучателя абсолютно чёрного тела в соответствии с раскрытием изобретения.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит электромагнитный насос в положении сразу после ускорительного сопла 307 для перекачки конденсированного расплавленного металла обратно по меньшей мере в один резервуар системы впрыска расплавленного металла, такой как резервуары 5c системы 5ka и 6k61 с открытым двойным инжектором расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит другие сочетания и конфигурации возвратных трубопроводов 310 и 310a, возвратных резервуаров 311 и 311a, возвратных электромагнитных насосов 312 и компрессоров 312a, открытых резервуаров 5c инжектора, закрытых резервуаров 5c инжектора, открытых секций 5k61 инжектора электромагнитного насоса и сопла 5q и закрытых секций 5k61 инжектора электромагнитного насоса и сопла 5q, которые могут выбираться специалистом в данной области техники для реализации желаемой схемы потока рабочей среды МГД-преобразователя через реакционную камеру 5b31 энергетического элемента и МГД-преобразователь 300. В варианте осуществления изобретения контроллер 5qa уровня расплавленного металла любого резервуара, такого как по меньшей мере один резервуар из числа возвратного резервуара 311 и резервуара 5c инжектора, может содержать по меньшей мере одну впускную вертикальную трубку 5qa, другую трубку в соответствии с раскрытием изобретения или трубку, известную специалистам в данной области техники.

В варианте осуществления изобретения рабочая среда может содержать смесь газообразной и жидкой фаз, например, по меньшей мере один жидкий металл и по меньшей мере один газ, например, по меньшей мере один пар металла и газ, такой как благородный газ. Приводимая в качестве примера рабочая среда содержат жидкое серебро и газообразное серебро или жидкое серебро, газообразное серебро и по меньшей мере один другой газ, такой как благородный газ или пары другого металла.

В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь может быть жидкометаллическим МГД-преобразователем, таким как известный в данной области техники. Жидкометаллический МГД-преобразователь может содержать теплообменник для того, чтобы обеспечивать прохождение тепла от реакционной камеры 5b31

энергетического элемента к жидкометаллическому МГД-преобразователю. МГД-преобразователь может содержать системы, которые используют по меньшей мере один цикл из числа циклов Ренкина, Брайтона, Эрикссона и Аллама. В варианте осуществления изобретения рабочая среда имеет высокую плотность и сохраняет высокую плотность относительно благородного газа, таким образом, что по меньшей мере один тип перекачки рабочей жидкости из числа рекуперации и рециркуляции осуществляется по меньшей мере одним способом из числа меньшего расширения рабочей жидкости и большего удержания тепла. Рабочая среда может содержать расплавленный металл и его пары, такие как серебро и пары серебра. Рабочая среда может дополнительно содержать по меньшей мере один компонент из числа дополнительного металла, находящегося по меньшей мере в одном состоянии из числа жидкости и пара, и газа, такого как благородный газ, пар, азот, фреон, азот и другие газы, известные в области жидкометаллических МГД-преобразователей. В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь может содержать по меньшей мере один компонент из числа электромагнитного насоса, компрессора МГД-преобразователя и механического компрессора или насоса для рециркуляции рабочей среды.

МГД-преобразователь может дополнительно содержать смеситель для смешивания жидкости с газом, при этом по меньшей мере одна фаза может нагреваться перед смешиванием. В качестве альтернативы, могут нагреваться смешанные фазы. Горячая рабочая среда, содержащая смесь фаз, поступает в канал МГД-преобразователя для выработки электричества посредством давления, создаваемого в рабочей среде из-за нагревания. В другом варианте осуществления изобретения жидкость может содержать множество жидкостей, таких как жидкость, которая служит в качестве проводящей матрицы, такая как серебро, и другую жидкость, которая имеет более низкую температуру кипения для того, чтобы служить газообразной рабочей средой из-за её испарения в реакционной камере энергетического элемента. Испарение металла может позволять осуществлять термодинамический МГД-цикл. Электрическое питание вырабатывается при двухфазном проводящем потоке в канале МГД-преобразователя. Рабочая среда может нагреваться теплообменником для создания давления, обеспечивающего поток в канале. Реакционная камера энергетического элемента может подавать тепло на вход теплообменника, которое течёт к выходу теплообменника, а затем к рабочей среде.

В варианте осуществления изобретения пар плазмы гидрино смешивается с жидким серебром в смесителе с образованием двухфазной рабочей среды. Нагревание создаёт поток преимущественно расплавленного серебра под высоким давлением через канал МГД-преобразователя, при этом тепловая кинетическая энергия преобразуется в

электричество, а более холодная рабочая среда с низким давлением на выходе канала МГД-преобразователя рециркулируется с помощью электромагнитных насосов МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения, содержащем гибридный цикл, который представляет собой открытый газовый цикл и закрытый металлический цикл, рабочая среда может содержать по меньшей мере один компонент из числа кислорода, азота и воздуха, который добавляется в пары металлов, такие как пары металлического серебра. Жидкий металл, такой как серебро, который испаряется в реакционной камере 5b31 энергетического элемента для того, чтобы содержать добавку газа, может конденсироваться при выходе из канала 308 МГД-преобразователя и рециркулироваться в резервуары 5c. Газ, такой как воздух, который присутствует в канале МГД-преобразователя, может отделяться от добавки и может выпускаться в атмосферу. Тепло может рекуперироваться из выходящего газа. Газ окружающей среды, такой как воздух, может всасываться насосами для газа или компрессорами 312a.

В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь может содержать односоставный МГД-генератор, содержащий металл или смесь металлов, которые нагреваются для того, чтобы вызывать испарение металла на входе в канал МГД-преобразователя. Преобразователь может дополнительно содержать впускной канал теплообменника для передачи тепла из реакционной камеры энергетического элемента в рабочую среду для того, чтобы вызывать её испарение перед входом в канал МГД-преобразователя. Односоставный МГД-генератор может дополнительно содержать выходной канал теплообменника на выходе канала МГД-преобразователя, который служит регенератором для передачи тепла в рабочую среду перед её поступлением во входной канал теплообменника. Входной канал теплообменника может содержать трубопровод для рабочей среды, проходящий через реакционную камеру энергетического элемента. Металлическая рабочая среда может конденсироваться в конденсационном теплообменнике ниже по потоку от выпускного канала теплообменника, при этом расплавленный металл затем перекачивается с помощью рециркуляционного электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения рабочая среда содержит металл и газ, которые являются растворимыми в расплавленном металле при низкой температуре и нерастворимыми или менее растворимыми в расплавленном металле при повышенной температуре. В показательном варианте осуществления изобретения рабочая среда может содержать по меньшей мере один компонент из числа серебра и кислорода. В варианте осуществления изобретения давление кислорода в реакционной камере энергетического

элемента поддерживается на уровне давления, которое по существу предотвращает испарение расплавленного металла, такого как серебро. Плазма реакции гидрино может нагревать кислород и жидкое серебро до желаемой температуры, такой как 3500 К. Смесь, содержащая рабочую среду, может протекать под давлением, таким как давление 25 атм, через сужающийся канал МГД-преобразователя, при этом давление и температура падают, поскольку тепловая энергия преобразуется в электричество. Когда температура падает, расплавленный металл, такой как серебро, может поглощать газ, такой как кислород. Затем жидкость может перекачиваться обратно в резервуар для рециркуляции в реакционной камере энергетического элемента, при этом при плазменном нагреве выделяется кислород для того, чтобы способствовать поддержанию желаемых давления и температуры в реакционной камере энергетического элемента с целью приведения в действие МГД-преобразования. В варианте осуществления изобретения температура серебра на выходе из канала МГД-преобразователя приблизительно равна температуре плавления расплавленного металла, при этом растворимость кислорода составляет при нормальных условиях приблизительно 20 $см^3$ кислорода на 1 $см^3$ серебра при давлении O_2 в одну атм. Мощность перекачки рециркуляции для жидкости, содержащей растворённый газ, может быть намного меньше, чем для свободного газа. Более того, требования к охлаждению газа и объём МГД-преобразователя для понижения давления и температуры свободного газа во время термодинамического энергетического цикла могут быть существенно снижены.

В варианте осуществления изобретения канал МГД-преобразователя может быть вертикальным, и перепад давления рабочей среды в канале может быть больше, чем эквивалент давления, обусловленный силой тяжести, таким образом, что поток расплавленного металла рабочей среды поддерживается в цикле от реакционной камеры 5b31 энергетического элемента до выхода канала МГД-преобразователя, при этом расплавленный металл перекачивается обратно в резервуары 5c. В варианте осуществления изобретения минимальное давление P составляет:

$$P = \rho g h \tag{45}$$

где ρ – плотность ($1{,}05 \times 10^4$ $кг/м^3$ для серебра), g является гравитационной постоянной, а h является высотой столба металла. Например, если h = 0,2 м, то P = 0,2 атм.

Расширение в сопле 307 может быть изоэнтропическим. В варианте осуществления изобретения условия реакции гидрино в реакционной камере 5b31 энергетического элемента могут обеспечивать и поддерживать подходящие температуру и давление сопла 307 МГД-преобразователя для того, чтобы сопло могло создавать высокоскоростную струю, избегая при этом ударной конденсации. По меньшей мере одно условие из числа

условия приблизительно постоянной скорости и условия непрерывности, посредством которых произведение плотности, скорости и площади является примерно постоянным, может поддерживаться во время расширения в канале 308 МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения пар серебра со сверхзвуковой скоростью впрыскивается на входе в канал 308 МГД-преобразователя из сопла 307 МГД-преобразователя. Некоторое количество серебра может конденсироваться в канале, но из-за изоэнтропического расширения конденсация может ограничиваться. Оставшуюся энергию в струе, содержащей пар и любую конденсированную жидкость, а также теплоту испарения серебра, можно по меньшей мере частично восстановить путём конденсации в конденсаторе 309 и рециркуляции с помощью рециркулятора или регенератора, такого как тепловая трубка. В варианте осуществления изобретения регенерация осуществляется с использованием тепловой трубки, таким образом, что тепловая трубка восстанавливает по меньшей мере теплоту испарения серебра и рециркулирует её таким образом, что восстановленная тепловая энергия является частью энергии, подводимой к каналу МГД-преобразователя; тогда эта составляющая энергетического баланса уменьшается только из-за эффективности тепловой трубки. Процентное содержание паров металла, которые конденсируются, может быть незначительным, например, находиться в диапазоне 1–15 %. В варианте осуществления изобретения конденсированный пар может вызывать образование аэрозоля. Реакционная камера энергетического элемента, сопло и канал МГД-преобразователя могут содержать газ, такой как аргон, который вызывает конденсацию паров из аэрозоля. Пар может конденсироваться на конце канала 308 МГД-преобразователя в конденсаторе, таком как конденсатор 309. Жидкий металл может рециркулироваться, и теплота испарения может по меньшей мере частично восстанавливаться регенератором, таким как регенератор, который содержит тепловую трубку.

В другом варианте осуществления изобретения пар может принудительно конденсироваться в желаемой области, такой как секция сопла 307. Расширение сопла может быть изоэнтропическим, при этом конденсация чистого газа, такого как пары серебра, ограничивается мольной долей жидкости 50 %, начиная с критической температуры и критического давления, которые для серебра составляют 506,6 МПа и 7480 К соответственно. В варианте осуществления изобретения это ограничение для конденсации из-за расширения пара под давлением может преодолеваться с помощью такого средства, как по меньшей мере одно средство из числа отвода тепла, таким образом, что энтропия может уменьшаться, и путём повышения давления в области конденсации по меньшей мере одним другим газом. Давление газа может быть

одинаковым во всех участках областей, в которых имеется непрерывность газа, таких как области в реакционной камере 5b31 энергетического элемента, сопле 307 и канале 308 МГД-преобразователя. МГД-преобразователь может дополнительно содержать бак с другим газом, манометр для измерения давления газа, насос для газа и контроллер давления газа. Давление по меньшей мере одного другого газа может регулироваться контроллером давления. Давление газа может регулироваться для того, чтобы заставлять пары металла конденсироваться в большей степени, чем при изоэнтропическом расширении паров чистого металла. В варианте осуществления изобретения газ является газом, который растворим в парах металла. В показательном варианте осуществления изобретения металл содержит серебро, а газ содержит по меньшей мере одну составляющую из числа O_2 и H_2O.

В варианте осуществления изобретения создание давления по меньшей мере в одном компоненте из числа сопла 307 и канала 308 МГД-преобразователя обеспечивается созданием ударной конденсации, когда паровая фаза металла быстро конденсируется в потоке жидкого металла, вызывая быстрое преобразование из двухфазного в однофазное течение с последующим выделением теплоты испарения. Выделение энергии проявляется в форме кинетической энергии потока жидкости. Кинетическая энергия потока жидкости преобразуется в электричество в канале 308 МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения пар конденсируется в виде тумана или аэрозоля. Аэрозоль может образовываться в атмосфере газа окружающей среды, такого как газ, содержащий аэрозолеобразующий газ, такой как кислород, и, необязательно, благородный газ, такой как аргон. Канал 308 МГД-преобразователя может быть прямым для поддержания постоянной скорости и давления потока в канале МГД-преобразователя. Образующий аэрозоль газ, такой как кислород, и, необязательно, благородный газ, такой как аргон, могут проходить через по меньшей мере один компонент из числа резервуаров 5c, реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, сопла 307 МГД-преобразователя, канала 308 МГД-преобразователя и других компонентов МГД-преобразователя, таких как любые возвратные трубопроводы 310a, трубопроводы 313a и насосы 312a. Газ может рециркулироваться с помощью возвратного насоса МГД-преобразователя для газа или компрессора 312a.

В варианте осуществления изобретения сопло 307 содержит инжектор конденсирующейся струи, содержащий двухфазное струйное устройство, в котором расплавленный металл в жидком состоянии смешивается с его паровой фазой, создавая поток жидкости с давлением, которое выше, чем давление любого из двух входящих потоков. Давление может повышаться по меньшей мере в одном компоненте из числа

реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и сопла 307. Давление сопла может преобразовываться в скорость потока на выходе из сопла 307. В варианте осуществления изобретения плазма реакционной камеры энергетического элемента содержит одну фазу струйного устройства. Расплавленный металл из по меньшей мере одного инжектора электромагнитного насоса может содержать другую фазу струйного устройства. В варианте осуществления изобретения другая фаза, такая как жидкая фаза, может впрыскиваться с помощью независимого инжектора электромагнитного насоса, который может содержать электромагнитный насос 5ka, резервуар, такой как 5c, секцию сопла трубки 5k61 электромагнитного насоса и сопло 5q.

В варианте осуществления изобретения сопло 307 МГД-преобразователя содержит инжектор струи аэрозоля, который преобразует плазму высокого давления реакционной камеры 5b31 энергетического элемента в высокоскоростной поток аэрозоля или струю в канале 308 МГД-преобразователя. Кинетическая энергия струи может иметь по меньшей мере один источник из числа давления плазмы в реакционной камере 5b31 энергетического элемента и теплоты испарения паров металла, конденсировавшегося с образованием струи аэрозоля. В варианте осуществления изобретения молярный объём конденсированного пара примерно в 50–500 раз меньше молярного объёма соответствующего пара в стандартных условиях. Конденсация пара в сопле 307 может вызывать снижение давления на выходном участке сопла. Пониженное давление может приводить к увеличению скорости конденсированного потока, который может содержать по меньшей мере одну составляющую из числа жидкости и струи аэрозоля. Сопло может удлиняться и может быть выполняться сходящимся для преобразования локального давления в кинетическую энергию. Канал может иметь площадь поперечного сечения бóльшую, чем площадь выходного отверстия сопла, и может быть прямым для обеспечения распространения потока аэрозоля. Другие геометрии сопла 307 и канала 308 МГД-преобразователя, такие как, геометрии, имеющие сходящиеся, расходящиеся и прямые участки, могут выбираться для обеспечения желаемой конденсации паров металла с по меньшей мере частью энергии, преобразованной в проводящий поток в канале 308 МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения некоторое количество остаточного газа может оставаться неконденсированным в канале 308 МГД-преобразователя. Неконденсированный газ может поддерживать плазму в канале МГД-преобразователя для обеспечения электропроводящего потока в канале МГД-преобразователя. Плазма может поддерживаться посредством реакции гидрино, которая может распространяться в канале 308 МГД-преобразователя. Реагенты гидрино могут подаваться по меньшей мере в один

компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и канала 308 МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения создание давления по меньшей мере в одном компоненте из числа сопла 307 и канала 308 МГД-преобразователя осуществляется посредством конденсации паров металла, таких как пары металлического серебра, с выделением теплоты испарения. Выделение энергии проявляется в форме кинетической энергии конденсата. Кинетическая энергия потока может преобразовываться в электричество в канале 308 МГД-преобразователя. Канал 308 МГД-преобразователя может быть прямым для поддержания постоянной скорости и давления потока в канале МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения пар конденсируется в виде тумана или аэрозоля. Аэрозоль может образовываться в окружающей атмосфере, содержащей инертный газ, такой как атмосфера, содержащая аргон. Аэрозоль может образовываться в окружающей атмосфере, содержащей кислород. МГД-преобразователь может содержать источник металлического аэрозоля, такого как серебряный аэрозоль. Источник может содержать по меньшей мере один из двух инжекторов расплавленного металла. Источник аэрозоля может содержать независимый инжектор электромагнитного насоса, который может содержать электромагнитный насос 5ka, резервуар, такой как 5c, секцию сопла трубки 5k61 электромагнитного насоса и сопло 5q, при этом впрыск расплавленного металла по меньшей мере частично преобразуется в металлический аэрозоль. Аэрозоль может течь или впрыскиваться в область, в которой желательно конденсировать пары металла, такая как область в сопле 307 МГД-преобразователя. Аэрозоль может конденсировать пары металла в большей степени, чем это возможно для паров металла, которые подвергаются изоэнтропическому расширению, такому как изоэнтропическое расширение в сопле. Конденсация паров металла может выделять теплоту испарения паров металла, которая может увеличивать по меньшей мере один параметр из числа температуры и давления аэрозоля. Соответствующая энергия может вносить вклад в кинетическую энергию и мощность потока аэрозоля и плазмы на выходе из сопла. Мощность потока может преобразовываться в электричество с увеличением эффективности из-за вклада энергии от теплоты испарения паров металла. МГД-преобразователь может содержать контроллер источника металлического аэрозоля для управления по меньшей мере одним параметром из числа скорости потока аэрозоля и плотности аэрозоля. Контроллер может управлять скоростью электромагнитной перекачки электромагнитного насоса, источника аэрозоля. Скорость впрыскивания аэрозоля может регулироваться для оптимизации конденсации пара с целью восстановления теплоты испарения пара и эффективности преобразования энергии МГД-

преобразователя.

В варианте осуществления изобретения теплота испарения, выделяемая при конденсации пара в сопле, по меньшей мере частично передаётся плазме реакционной камеры энергетического элемента, прямо или косвенно. Сопло может содержать теплообменник для передачи тепла в реакционную камеру энергетического элемента. Тепло может передаваться по меньшей мере одним способом из числа излучения, проводимости и конвекции. Сопло может нагреваться посредством выделяющейся теплоты испарения, и тепло может передаваться посредством проводимости в реакционную камеру энергетического элемента. Сопло может содержать материал с высокой теплопроводностью, такой как тугоплавкий проводник тепла, который может содержать стойкое к окислению покрытие. В показательных вариантах осуществления изобретения сопло может содержать нитрид бора или углерод, которые могут покрываться огнеупорным покрытием, стойким к окислению, таким как покрытие ZrO_2. Материал может содержать другие тугоплавкие материалы и покрытия в соответствии с раскрытием изобретения.

В варианте осуществления изобретения создание давления по меньшей мере в одном компоненте из числа сопла 307 и канала 308 МГД-преобразователя обеспечивается конденсацией паров металла, таких как пары металлического серебра, с выделением теплоты испарения. Выделение энергии проявляется в форме кинетической энергии конденсата. Кинетическая энергия потока может преобразовываться в электричество в канале 308 МГД-преобразователя. Канал 308 МГД-преобразователя может быть прямым для поддержания постоянной скорости и давления потока в канале МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения пар конденсируется в виде тумана или аэрозоля. Аэрозоль может образовываться в окружающей атмосфере, такой как атмосфера, содержащая по меньшей мере одну составляющую из числа аргона и кислорода. Аэрозоль может образовываться посредством впрыскивания, пассивного потока или принудительного потока по меньшей мере одного компонента из числа кислорода и благородного газа через жидкое серебро. Газ может рециркулироваться с использованием компрессора 312a. Газ может рециркулироваться в контуре потока газа высокого давления, таком как контур, который принимает газ в реакционной камере 5b31 энергетического элемента и рециркулирует его в резервуар 5c, в котором он протекает через расплавленное серебро для способствования образованию аэрозоля. В варианте осуществления изобретения серебро может содержать добавку для увеличения скорости и степени образования аэрозоля. В альтернативном варианте осуществления изобретения высокая скорость образования аэрозоля может обеспечиваться путём циркуляции жидкого

металла с высокой скоростью. Металл может впрыскиваться с высокой скоростью по меньшей мере одним инжектором расплавленного металла, таким как двойные инжекторы расплавленного металла, содержащие электромагнитные насосы 5kk. Скорость насоса может находиться по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 1–10 г/с, 10–100 г/с, 1–10 кг/с, 10–100 кг/с и 100–1000 кг/с. В варианте осуществления изобретения эффективность использования энергии для образования аэрозоля серебра путём перекачки расплавленного металла в поддерживаемой атмосфере энергетического элемента, такой как атмосфера, содержащая желаемую концентрацию кислорода, может быть выше, чем при перекачке газа через расплавленное серебро.

МГД-преобразователь может содержать источник металлического аэрозоля, такого как серебряный аэрозоль. Источник может содержать один или несколько инжекторов из числа двойных инжекторов расплавленного металла и также источником может быть образование аэрозоля по меньшей мере в одном резервуаре из-за температуры металла, содержащегося в резервуаре, которая выше температуры плавления металла. Источник аэрозоля может содержать независимый инжектор электромагнитного насоса, который может содержать электромагнитный насос 5ka, резервуар, такой как 5c, секцию сопла трубки 5k61 электромагнитного насоса и сопло 5q, при этом впрыск расплавленного металла по меньшей мере частично преобразуется в металлический аэрозоль. Аэрозоль может течь или впрыскиваться в область, в которой желательно конденсировать пары металла, такую как область в сопле 307 МГД-преобразователя. Аэрозоль может конденсировать пары металла в большей степени, чем это возможно для паров металла, которые подвергаются изоэнтропическому расширению, такому как изоэнтропическое расширение в сопле. Конденсация паров металла может выделять теплоту испарения паров металла, которая может увеличивать по меньшей мере один параметр из числа температуры и давления аэрозоля. Соответствующая энергия может вносить вклад в кинетическую энергию и мощность потока аэрозоля и плазмы на выходе из сопла. Мощность потока может преобразовываться в электричество с увеличением эффективности из-за вклада энергии от теплоты испарения паров металла. МГД-преобразователь может содержать контроллер источника металлического аэрозоля для управления по меньшей мере одним параметром из числа скорости потока аэрозоля и плотности аэрозоля. Контроллер может управлять скоростью электромагнитной перекачки электромагнитного насоса, источника аэрозоля. Скорость впрыскивания аэрозоля может регулироваться для оптимизации конденсации пара с целью восстановления теплоты испарения пара и эффективности преобразования мощности МГД-преобразователя.

Уменьшение энтропии, вызывающее конденсацию паров серебра, в противном случае подвергавшихся изоэнтропическому расширению, можно оценить с помощью энтропии ΔS_{vap} испарения серебра, определяемой как

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_{vap}} = \frac{254 \text{ кДж / моль}}{2435K} = 104 \text{ Дж моль}^{-1}K^{-1} \quad (46)$$

где T_{vap} – температура кипения серебра, а ΔH_{vap} – энтальпия серебра при испарении. В случае, когда пары серебра контактируют с серебряным туманом или аэрозолем, имеющим приводимую в качестве примера температуру резервуара 1500 К, изменение энтропии для достижения температуры кипения составляет:

$$\begin{aligned} \Delta S_{fog} = & \int \frac{dH_{fog}}{T_{fog}} = \int \frac{C_p dT}{T_{fog}} = C_p \ln \frac{T_{vap}}{T_{res}} \\ & = 25,4 \text{ Дж моль}^{-1}K^{-1} \ln \frac{2435K}{1500K} = 12,3 \text{ Дж моль}^{-1}K^{-1} \end{aligned} \quad (47)$$

где dH_{fog} – дифференциальная энтальпия тумана, T_{fog} – температура тумана, C_p – удельная теплоёмкость серебра при постоянном давлении, а T_{res} является начальной температурой тумана и резервуара. Таким образом, в случае, когда массовый поток тумана примерно в 8 раз превышает поток пара металла, пары металла будут конденсироваться, выделяя теплоту испарения в сопле с соответствующей доступной энергией, которая может в значительной степени преобразовываться в кинетическую энергию. Принимая во внимание, что приводимый в качестве примера молярный объём конденсированного пара в виде тумана или аэрозоля примерно в 50 раз меньше, чем у соответствующего пара, поток тумана должен составлять только приблизительно 15% от общего объёмного потока газа/плазмы для того, чтобы добиваться конденсации пара, что приводит к потоку приблизительно чистого тумана или аэрозольной плазмы. Скорость потока тумана может регулироваться путём управления температурой в резервуаре, скоростью впрыска источника тумана, такой как скорость электромагнитного насоса, и давления образующего аэрозоль газа, такого как кислород и, необязательно, аргон.

В варианте осуществления изобретения термодинамический цикл МГД-преобразования содержит процесс поддержания плазмы реакции гидрино, которая поддерживает перегретые пары серебра и конденсацию его в аэрозольную струю с высокой кинетической энергией жидких капель путём добавления по меньшей мере одного компонента из числа холодного аэрозоля серебра или жидкого металлического серебра. Запас энергии аэрозольной струи может включать в себя преимущественно энергию кинетической энергии. Преобразование электрической мощности может

происходить преимущественно из-за изменения кинетической энергии в канале 308 МГД-преобразователя. Режимы функционирования МГД-преобразователя могут включать в себя режим, противоположный режиму рельсотрона, или режим, противоположный проводящему электромагнитному насосу постоянного тока.

Конденсация паров с образованием струи с высокой кинетической энергией капель жидкого серебра может по существу позволять избежать потери теплоты испарения при балансе энергии и мощности. Холодный серебряный аэрозоль может образовываться в резервуарах и транспортироваться по меньшей мере в один компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и сопла 307 МГД-преобразователя. Энергетический элемент может дополнительно содержать камеру смешения на стороне, расположенной по направлению потока плазмы через реакционную камеру энергетического элемента к МГД-преобразователю. Смешивание холодного аэрозоля и перегретого пара может происходить по меньшей мере в одном компоненте из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, камеры смешения и сопла 307 МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит источник кислорода для образования превращающегося в пар расплавленного серебра для того, чтобы облегчать образование серебряного аэрозоля. Кислород может подаваться по меньшей мере в один компонент из числа резервуаров 5c, реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, сопла 307 МГД-преобразователя, канала 308 МГД-преобразователя, секции 309 конденсации МГД-преобразователя и другой внутренней камеры генератора МГД-преобразователя SunCell®. Кислород может поглощаться расплавленным серебром для образования аэрозоля. Образованию аэрозоля может способствовать присутствие благородного газа, например, атмосфера аргона внутри генератора. Атмосфера аргона может создаваться и поддерживаться при желаемом давлении с помощью систем в соответствии с раскрытием изобретения, таких как бак с аргоном, трубопровод, клапан, контроллер и инжектор. Инжектор может находиться в секции 309 конденсации или другой подходящей области для того, чтобы избежать обратного потока серебра. В варианте осуществления изобретения перегретый пар серебра может конденсироваться с образованием аэрозольной струи путём впрыскивания серебра прямо или косвенно в сопло. В варианте осуществления изобретения реакционная камера 5b31 энергетического элемента может функционировать при по меньшей мере одном эффекте из числа более низкой температуры и более низкого давления для того, чтобы позволять превращать в жидкость бóльшую часть пара при расширении, таком как изоэнтропическое расширение. Приводимая в качестве примера более низкая температура и давление составляют приблизительно 2500 К и приблизительно 1 атм, по сравнению с

3500 К и 10 атм соответственно.

В случае, когда скорость потока уменьшается, плотность тумана может увеличиваться для поддержания постоянного потока в канале. Плотность может увеличиваться из-за скопления капель серебряного тумана. Канал может быть прямым каналом. В других вариантах осуществления изобретения канал может быть сходящимся или расходящимся, или иметь другую геометрию, подходящую для оптимизации преобразования энергии МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения сопло может содержать по меньшей мере один канал для относительно холодного аэрозоля паров металла и по меньшей мере один другой канал для паров серебра или перегретых паров серебра. Каналы могут подавать соответствующий аэрозоль для смешивания в сопло 307. Смешивание может уменьшать энтропию, вызывая конденсацию паров серебра. Конденсация и поток в сопле могут приводить к быстрой скорости струи аэрозоля на выходе из сопла. Скорость потока сравнительно холодного аэрозоля может регулироваться путём управления температурой источника, такой как температура резервуара, при этом резервуар может служить источником. Скорость потока перегретого пара может регулироваться посредством управления по меньшей мере одним параметром из числа скорости реакции гидрино и скорости впрыскивания расплавленного металла.

В варианте осуществления изобретения давление и температура на выходе из сопла примерно равны тем, которые имеются на выходе канала 308 МГД-преобразователя, а входная мощность P_{input} на входе в канал 308 МГД-преобразователя примерно равна той, которая определяется кинетической энергией, связанной со скоростью массового потока $\dot{m}$ при его скорости v.

$$P_{input} = 0.5\dot{m}v^2 \tag{48}$$

Мощность $P_{electric}$ электрического преобразования в канале МГД-преобразователя определяется как:

$$P_{electric} = VI = ELJ = EL\sigma\left(vB - E\right)A = vBWL\sigma\left(vB - WvB\right)d^2 = \sigma v^2 B^2 W\left(1 - W\right)Ld^2 \tag{49}$$

где V – напряжение канала МГД-преобразователя, I – электрический ток в канале, E – электрическое поле канала, J – плотность электрического тока канала, L – длина канала, σ – проводимость потока, v – скорость потока, B – напряжённость магнитного поля, A – площадь поперечного сечения электрического тока (площадь выхода из сопла), d – расстояние между электродами, W – коэффициент нагрузки (отношение электрического поля при наличии нагрузки к электрическому полю разомкнутой цепи). Эффективность η определяется отношением мощности электрического преобразования в

канале МГД-преобразователя (уравнение (49)) и входной мощности (уравнение (48)):

$$\eta = \frac{P_{electric}}{P_{input}} = \frac{\sigma v^2 B^2 W\left(1-W\right) L d^2}{0.5\dot{m}v^2} = \frac{\sigma B^2 W\left(1-W\right) L d^2}{0.5\dot{m}} \tag{50}$$

В случае, когда массовый поток $\dot{m}$ составляет 1 кг/с, проводимость σ составляет 50000 См/м, скорость составляет 1200 м/с, магнитный поток B равен 0,25 Тл, коэффициент W нагрузки равен 0,5, ширина канала и расстояние d между электродами приводимого в качестве примера прямого прямоугольного канала составляет 0,05 м, а длина L канала составляет 0,2 м, мощности и эффективность составляют:

$$P_{input} = 720\ kW \tag{51}$$

$$P_{electric} = 562\ kW \tag{52}$$

а также

$$\eta = 78\ \% \tag{53}$$

Уравнение (53) представляет собой общую энтальпическую эффективность, когда общий запас энергии по существу является кинетической энергией, при этом теплота испарения также преобразуется в кинетическую энергию в сопле 307.

В варианте осуществления изобретения дифференциальная сила dF_L Лоренца пропорциональна скорости потока серебряной плазмы и дифференциальному расстоянию dx вдоль канала 308 МГД-преобразователя:

$$dF_L = \sigma v B^2\left(1-W\right) d^2 dx \tag{54}$$

Дифференциальную силу Лоренца (уравнение (54)) можно переставить как

$$\frac{dF_L}{dx} = \frac{\delta^2\left(mv\right)}{\delta x \delta t} = \frac{\delta^2\left(mv\right)}{\delta t \delta x} = \frac{\delta}{\delta t}\left(m\frac{dv}{dx}\right) = \dot{m}\frac{dv}{dx} = \sigma v B^2\left(1-W\right) d^2 \tag{55}$$

или

$$\frac{dv}{dx} = \frac{\sigma v B^2\left(1-W\right) d^2}{\dot{m}} = \frac{\sigma B^2\left(1-W\right) d^2}{\dot{m}} v \tag{56}$$

при этом: (i) проводимость σ и магнитный поток B могут быть постоянными вдоль канала, (ii) в идеале нет потери массы вдоль канала, таким образом, что масса m является постоянной по отношению к расстоянию, а скорость массового потока $\dot{m}$ в канале является постоянной из-за постоянной скорости впрыскивания на входе в канал и непрерывности потока в условиях устойчивого состояния, и (iii) дифференциал $\frac{dv}{dx}$ скорости с расстоянием не зависит от времени при условии устойчивого потока. Постоянная скорость массового потока с уменьшением скорости вдоль канала может

соответствовать увеличению скопления частиц аэрозоля до предела полного перехода в жидкое состояние на выходе из канала МГД-преобразователя. Тогда скорость изменения скорости относительно расстояния в канале пропорциональна скорости:

$$\frac{dv}{dx} = -kv \tag{57}$$

где k – постоянная, определяемая граничными условиями. Интеграция уравнения (57) даёт

$$v = v_0 e^{-kx} \tag{58}$$

Сопоставив уравнение (57) с уравнением (56), постоянная k будет равна:

$$k = \frac{\sigma B^2 (1-W) d^2}{\dot{m}} \tag{59}$$

Сочетая уравнение (58) и уравнение (59), скорость как функция расстояния канала будет равна:

$$v = v_0 e^{-\frac{\sigma B^2 (1-W) d^2}{\dot{m}} x} \tag{60}$$

Из уравнения (49) следует, что соответствующая мощность канала определяется как:

$$\begin{aligned} P &= \int_0^L \sigma v_0^2 e^{-\frac{2\sigma B^2 (1-W) d^2}{\dot{m}} x} B^2 W (1-W) d^2 \, dx \\ &= \sigma v_0^2 B^2 W (1-W) d^2 \frac{\dot{m}}{2\sigma B^2 (1-W) d^2} \left(1 - e^{-\frac{2\sigma B^2 (1-W) d^2}{\dot{m}} L} \right) \\ &= 0.5 \dot{m} v_0^2 W \left(1 - e^{-\frac{2\sigma B^2 (1-W) d^2}{\dot{m}} L} \right) \end{aligned} \tag{61}$$

В случае, когда массовый поток $\dot{m}$ составляет 0,5 кг/с, проводимость σ составляет 50000 См/м, скорость составляет 1200 м/с, магнитный поток B составляет 0,1 Тл, коэффициент W нагрузки составляет 0,7, ширина канала и расстояние d между электродами приводимого в качестве примера прямого прямоугольного канала составляет 0,1 м, а длина L канала равна 0,25 м, мощности и эффективность будут равны:

P_{input} = 360 кВт (62)

$P_{electric}$ = 196 кВт (63)

а также

η = 54 % (64)

Уравнение (64) соответствует 54% исходной кинетической энергии канала, преобразованной в электричество для питания внешней нагрузки, и 46% мощности, рассеиваемой на внутреннем сопротивлении, при этом плотность электрической

мощности составляет 80 кВт /литр.

Электрическая мощность сводится к мощности кинетической энергии, поступающей в канал МГД-преобразователя, $0.5\dot{m}v_0^2$ умноженной на коэффициент W нагрузки канала МГД-преобразователя. Плотность мощности может увеличиваться путём увеличения мощности входной кинетической энергии и уменьшения размеров канала. Последнее может осуществляться путём увеличения по меньшей мере одного параметра из числа скорости массового потока, плотности магнитного потока и проводимости потока. В случае, когда массовый поток $\dot{m}$ составляет 2 кг/с, проводимость σ составляет 500000 См/м, скорость составляет 1500 м/с, магнитный поток B составляет 1 Тл, коэффициент W нагрузки составляет 0,7, ширина канала и расстояние d между электродами приводимого в качестве примера прямого прямоугольного канала составляет 0,05 м, а длина L канала составляет 0,1 м, мощности и эффективность равны:

$$P_{input} = 2{,}25 \text{ МВт} \tag{65}$$

$$P_{electric} = 1{,}575 \text{ МВт} \tag{66}$$

а также

$$\eta = 70\ \% \tag{67}$$

Уравнение (67) соответствует 70 % исходной кинетической энергии канала, преобразованной в электричество для питания внешней нагрузки, и 30% мощности, рассеиваемой на внутреннем сопротивлении, при этом плотность электрической мощности составляет 6,3 МВт/литр.

Мощность, заданная уравнением (61), может быть выражена как:

$$P = K_0 W\left(1 - e^{-\frac{2\sigma B^2(1-W)d^2}{\dot{m}}L}\right) \tag{68}$$

где K_0 – начальная кинетическая энергия канала. Максимальная выходная мощность может быть определена путём взятия производной P по отношению W и установления её равной 0.

$$\begin{aligned}\frac{dP}{dW} &= -K_0 W\frac{2\sigma B^2 d^2}{\dot{m}}Le^{-\frac{2\sigma B^2(1-W)d^2}{\dot{m}}L} + K_0\left(1 - e^{-\frac{2\sigma B^2(1-W)d^2}{\dot{m}}L}\right)\\ &= -K_0 sWe^{-s(1-W)} + K_0\left(1 - e^{-s(1-W)}\right)\\ &= 0\end{aligned} \tag{69}$$

при этом

$$s = \frac{2\sigma B^2 d^2}{\dot{m}}L \tag{70}$$

Тогда

$$\left(1+sW\right)=e^{s(1-W)} \qquad (71)$$

В приводимом в качестве примера случае уравнений (65-67), где s = 125, используя способ последовательных приближений, мощность является оптимальной в том случае, когда W = 0,96. В этом случае эффективность для условий формул (65-66) составляет 96 %.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и сопла 307 может содержать магнитную бутылку, которая может избирательно формировать плазменную струю вдоль продольной оси канала 308 МГД-преобразователя. Преобразователь энергии может содержать магнитное зеркало, которое является источником градиента магнитного поля в желаемом направлении потока ионов, при этом начальная параллельная скорость $v_{\|}$ электронов плазмы увеличивается с уменьшением орбитальной скорости $v_{\perp}$ с сохранением энергии в соответствии с адиабатическим инвариантом $\frac{v_{\perp}^{2}}{B}=\text{constant}$, при этом линейная энергия берётся из энергии орбитального движения. По мере уменьшения магнитного потока $\mathbf{B}$ ионный циклотронный радиус a будет увеличиваться, таким образом, что поток $\pi a^{2}B$ остаётся постоянным. Инвариантность потока, связывающего орбиту, лежит в основе механизма «магнитного зеркала». Принцип магнитного зеркала заключается в том, что заряженные частицы отражаются областями сильных магнитных полей, если начальная скорость направлена к зеркалу, а в противном случае выпускаются из зеркала. Адиабатическая инвариантность потока через орбиту иона является средством формирования потока ионов вдоль оси z с преобразованием $v_{\perp}$ в $v_{\|}$ таким образом, что $v_{\|}>v_{\perp}$. Два или более магнитных зеркала могут формировать магнитную бутылку для удержания плазмы, такой как плазма, которая образовалась в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Ионы, созданные или содержащиеся в бутылке, в центральной области будут двигаться по спирали вдоль оси, но будут отражаться магнитными зеркалами на каждом конце. Обладающие большей энергией ионы с большими составляющими скорости, параллельными желаемой оси, будут выходить на концах бутылки. Бутылка может быть более негерметичной на конце канала МГД-преобразователя. Таким образом, бутылка может производить по существу линейный поток ионов от конца магнитной бутылки во вход канала магнитогидродинамического преобразователя.

В частности, плазма может намагничиваться магнитным зеркалом, которое

заставляет компонент $v_{\perp}$ движения ионов, перпендикулярного направлению канала МГД-преобразователя или оси z, по меньшей мере частично преобразовываться в параллельное движение $v_{\parallel}$ из-за адиабатического инварианта $\frac{v_{\perp}^{2}}{B} = \text{constant}$. Ионы имеют преимущественную скорость вдоль оси z и распространяются в магнитогидродинамический преобразователь энергии, при этом отклонённые силой Лоренца ионы создают напряжение на электродах, пересекающихся с соответствующим поперечным отклоняющим полем. Напряжение может вести ток через электрическую нагрузку. В варианте осуществления изобретения магнитное зеркало содержит электромагнит или постоянный магнит, который создаёт поле, эквивалентное полю катушки Гельмгольца или соленоида. В случае электромагнитного магнитного зеркала напряжённость магнитного поля может регулироваться посредством управления электромагнитным током для управления скоростью, с которой ионы текут из реакционной камеры реакционной энергетического элемента, с целью управления преобразованием энергии. В случае, когда $v_{\parallel 0}^{2} = v_{\perp 0}^{2} = 0.5v_{0}^{2}$ и $\frac{B(z)}{B_{0}} = 0.1$ на входе в канал 308 МГД-преобразователя, скорость, заданная выражением $v_{\parallel 0}^{2} = v_{0}^{2} - v_{\perp 0}^{2}\frac{B(z)}{B_{0}}$, может быть примерно на 95% параллельна оси z.

В варианте осуществления изобретения реакционная смесь гидрино может содержать по меньшей мере одну составляющую из числа кислорода, водяного пара и водорода. Компоненты МГД-преобразователя могут содержать такие материалы, как керамика, такая как оксиды металлов, такие как по меньшей мере один оксид из числа диоксида циркония и оксида гафния, или диоксида кремния или кварца, которые являются стабильными в окисляющей атмосфере. В варианте осуществления изобретения электроды 304 МГД-преобразователя могут содержать материал, который может быть менее подвержен коррозии или деградации во время функционирования. В варианте осуществления изобретения электроды 304 МГД-преобразователя могут содержать проводящую керамику, такую как проводящий твёрдый оксид. В другом варианте осуществления изобретения электроды 304 МГД-преобразователя могут быть жидкими электродами. Жидкие электроды могут содержать металл, который является жидким при температуре функционирования электродов. Жидкий металл может быть металлом рабочей среды, таким как расплавленное серебро. Электрод из расплавленного металла может содержать матрицу, пропитанную расплавленным металлом. Матрица может содержать тугоплавкий материал, такой как металл, такой как W, углерод, керамика,

которая может быть проводящей, или другой тугоплавкий материал в соответствии с раскрытием изобретения. Отрицательный электрод может содержать твёрдый тугоплавкий металл. Отрицательная полярность может защищать отрицательный электрод от окисления. Положительный электрод может быть жидким электродом.

Жидкий электрод может содержать средство для приложения электромагнитного ограничения (силы Лоренца) с целью поддержания свободной поверхности жидкого металла. Электроды из жидкого металла могут содержать источник магнитного поля и источник электрического тока для поддержания электромагнитного ограничения. Источник магнитного поля может содержать по меньшей мере один компонент из числа магнитов 306 МГД-преобразователя и другого набора магнитов, таких как постоянные магниты, электромагниты и сверхпроводящие магниты. Источник тока может быть по меньшей мере одним источником из числа тока МГД-преобразователя и тока, прикладываемого от внешнего источника тока.

В варианте осуществления изобретения проводящие керамические электроды могут содержать материал в соответствии с раскрытием изобретения, такой как карбид, такой как ZrC, HfC или WC, или борид, такой как ZrB_2, или композиты, такие как ZrC-ZrB_2, ZrC-ZrB_2-SiC и ZrB_2, и композит, содержащий 20 % SiC, который может функционировать при температуре до 1800 °C. Электроды могут содержать углерод. В варианте осуществления изобретения множество жидких электродов может обеспечиваться жидким металлом, текущим через общий коллектор. Жидкий металл может перекачиваться электромагнитным насосом. Жидкие электроды могут содержать расплавленный металл, пропитанный в нереакционноспособной матрице, такой как керамическая матрица, такая как матрица из оксида металла. В качестве альтернативы, жидкий металл может прокачиваться через матрицу для непрерывной подачи расплавленного металла. В варианте осуществления изобретения электроды могут быть электродами, содержащими непрерывно впрыскиваемый расплавленный металл, такими как электроды с системой впрыска. Инжекторы могут содержать нереакционноспособный тугоплавкий материал, такой как оксид металла, такой как ZrO_2. В варианте осуществления изобретения каждый из жидких электродов может содержать течение потока расплавленного металла, который подвергается воздействию плазмы канала МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения электроды могут располагаться в конструкции генератора Холла. Отрицательный электрод может находиться вблизи от входа в канал МГД-преобразователя, а положительный электрод может находиться вблизи от выхода из канала МГД-преобразователя. Электрод, который может находиться вблизи от входа в канал МГД-преобразователя, может быть жидким электродом, таким как

погружённый электрод. Электрод вблизи выхода канала МГД-преобразователя может содержать проводник, который является устойчивым к окислению при температуре функционирования электрода, при этом температура функционирования электрода может быть значительно ниже на выходе, чем на входе в канал МГД-преобразователя. Приводимые в качестве примера стойкие к окислению электроды на выходе канала МГД-преобразователя могут содержать карбид, такой как ZrC, или борид, такой как ZrB_2. В варианте осуществления изобретения электроды могут содержать ряд секций электродов, разделённых изолирующими секциями, которые содержат выступы стенки канала МГД-преобразователя, которые могут содержать электрический изолятор. Выступающие секции могут поддерживаться при температуре, которая предотвращает конденсацию паров металла. Изолирующие секции могут содержать полосы на стенках, которые по меньшей мере либо нагреваются, либо изолируются для того, чтобы поддерживать температуру полосы выше температуры кипения металла при рабочем давлении канала МГД-преобразователя. Электрод на выходе канала может содержать стойкий к окислению материал, такой как карбид или борид, который может быть устойчивым к окислению при температуре на выходе. В варианте осуществления изобретения канал МГД-преобразователя может поддерживаться при температуре, которая ниже температуры, которая приводит по меньшей мере к одному эффекту из числа конденсации паров металла на изолирующие участки стенок и коррозии электродов, таких как электроды из карбида или борида, такие как электроды, содержащие ZrC или ZrB_2 или композиты, такие как ZrC-ZrB_2 и ZrC-ZrB_2-SiC, которые могут функционировать при температуре до 1800 °C. В варианте осуществления изобретения рабочая среда содержит металл, такой как серебро, который может испаряться при температуре, которая ниже его температуры кипения, для того, чтобы предотвращать конденсацию металла на стенках канала МГД-преобразователя, таким образом, что он поступает в систему рециркуляции.

В варианте осуществления изобретения магниты 306 МГД-преобразователя могут быть магнитами с переменным полем, такие как электромагниты, которые могут прикладывать синусоидальное или переменное магнитное поле к каналу 308 МГД-преобразователя. Синусоидальное или переменное прикладываемое поле может вызывать переменную мощность выходного электропитания МГД-преобразователя. Частота переменного тока и напряжения может быть стандартной, например, 50 или 60 Гц. В варианте осуществления изобретения мощность МГД-преобразователя передаётся из канала посредством индукции. Индукционный генератор может позволить устранить электроды, которые контактируют с плазмой.

Соединения и уплотнения между компонентами, такие как уплотнение 314,

соединяющее реакционную камеру 5b31 энергетического элемента и канал ускорения МГД-преобразователя или сопло 307 с каналом расширения МГД-преобразователя или каналом 308 генератора, могут содержать снабжённое прокладкой фланцевое уплотнение или другое уплотнение в соответствии с раскрытием изобретения. Другие уплотнения, такие как уплотнения возвратных трубопроводов 310, возвратных резервуаров 311, возвратных электромагнитных насосов 312, резервуаров 5c инжектора и сборочного узла 5kk электромагнитного насоса-инжектора, могут содержать уплотнение в соответствии с раскрытием изобретения. Приводимая в качестве примера прокладка содержит углерод, такой как графит или Graphoil, при этом соединяемые детали из оксида металла, такие как детали, содержащие по меньшей мере один оксид из числа оксида алюминия, оксида гафния, диоксида циркония и оксида магния, поддерживаются при температуре, которая ниже температуры восстановления углерода, такой как температура, которая ниже диапазона приблизительно 1300–1900 °C. Компоненты могут содержать различные материалы в соответствии с раскрытием изобретения, такие как тугоплавкие материалы и нержавеющая сталь, в зависимости от их рабочих параметров и требований. В показательном варианте осуществления изобретения: i.) по меньшей мере один компонент из числа сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, возвратных трубопроводов 310, возвратных резервуаров 311 и трубки 312 возвратного электромагнитного насоса содержит нержавеющую сталь, при этом внутренняя часть может покрываться покрытием для защиты от окисления, таким как никель, Pt, рений или другой благородный металл, ii.) по меньшей мере один компонент из числа резервуаров 5c, реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, сопла 307 и секции 308 расширения МГД-преобразователя, содержит электроизоляционный тугоплавкий материал, такой как нитрид бора или тугоплавкий оксид, такой как MgO ($T_{пл}$ = 2825 °C), ZrO_2 ($T_{пл}$ = 2715 °C), оксид магния, устойчивый к H_2O, цирконат стронция ($SrZrO_3$, $T_{пл}$ = 2700 °C), HfO_2 ($T_{пл}$ = 2758 °C) или диоксид тория ($T_{пл}$ = 3300 °C), который устойчив к окислению при рабочей температуре, iii.) реакционная камера 5b31 энергетического элемента содержит графит, такой как по меньшей мере один графит из числа изотропного и пиролитического, и iv.) по меньшей мере один компонент из числа впускной вертикальной трубки 5qa, секции сопла трубки 5к61 электромагнитного насоса, сопла 5q, и электродов 304 МГД-преобразователя могут содержать по меньшей мере один материал из числа углерода, Mo, W, рения, покрытого Mo рения, покрытого W рения. В показательном варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, возвратных трубопроводов 310a, возвратных резервуаров 311a, и насоса или компрессора 312a для возврата газа содержит нержавеющую сталь, при этом на внутреннюю часть

может наноситься покрытие для защиты от окисления, такое как покрытие из никеля, Pt, рения или другого благородного металла.

Электроды могут содержать проводник с покрытием из благородного металла, такой как проводник из меди, никеля, никелевого и кобальтового сплава, покрытый Pt, или проводник из этих металлов без покрытия, при этом охлаждение может осуществляться с помощью поддерживающего теплообменника или холодной пластины. Электроды могут быть электродами шпинельного типа, такими как электроды из 0,75 $MgAl_2O_4$-0,25 Fe_3O_4, 0,75 $FeAl_2O_4$-0,25 Fe_3O_4 и хромита лантана $La(Mg)CrO_3$. В варианте осуществления изобретения электроды 304 МГД-преобразователя могут быть электродами, содержащими жидкий металл, такими как покрытые жидким серебром электроды из тугоплавких металлов, или охлаждаемыми металлическими электродами. По меньшей мере одно покрытие из числа из никелевого и рениевого может защищать покрытый компонент от реакции с H_2O. Атмосфера МГД-преобразователя может содержать водород для поддержания условий восстановления металлов, таких как металлы трубки электромагнитного насоса 5k6, впускной вертикальной трубки 5qa, секции сопла трубки 5k61 электромагнитного насоса, сопла 5q и электродов 304 МГД-преобразователя. Атмосфера МГД-преобразователя может содержать водяной пар для поддержания оксидного состояния керамики, такой как цирконат стронция, оксид гафния, ZrO_2 или MgO, керамических компонентов, таких как по меньшей мере один компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, сопла 307 и секции 308 расширения МГД-преобразователя. Детали из оксидов металлов могут склеиваться или цементироваться вместе с использованием керамических клеев, таких как фосфатный цемент на основе диоксида циркония, цемент на основе ZrO_2 или цемент на основе оксида кальция и оксида циркония. Приводимыми в качестве примера клеями на основе Al_2O_3 являются Rescor 960 Alumina (фирмы Cotronics) и Ceramabond 671. Другими приводимыми в качестве примера керамическими клеями являются Resbond 989 (фирмы Cotronics) и Ceramabond 50 (фирмы Aremco). В варианте осуществления изобретения компоненты стенки могут содержать теплоизоляционную керамику, такую как ZrO_2 или HfO_2, которая может стабилизироваться с помощью MgO, а изоляторы сегментированных электродов могут содержать теплопроводящую керамику, такую как MgO. Для предотвращения потери при испарении с внешней поверхности, керамика может быть по меньшей мере либо достаточно толстой, для того, чтобы быть достаточно охлаждённой снаружи, либо активно или пассивно охлаждаемой, или обёрнутой в изоляцию.

Некоторые оксиды могут добавляться к ZrO_2 (диоксиду циркония) или HfO_2 (диоксиду гафния) для стабилизации этих материалов, такие как оксид иттрия (Y_2O_3),

оксид магния (MgO), оксид кальция (CaO), оксид стронция (SrO), оксид тантала (Ta_2O_5), оксид бора (B_2O_3), TiO_2, оксид церия (Ce_2O_3), SiC, иттрий и иридий. Кристаллическая структура может быть кубической фазой, которая называется кубическим стабилизированным диоксидом циркония (оксидом гафния) или стабилизированным диоксидом циркония (оксидом гафния). В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент энергетического элемента, такой как реакционная камера 5b31 энергетического элемента, является проницаемым для по меньшей мере одного типа ионов из числа ионов кислорода и ионов оксида. Примером проницаемого для оксида материала является ZrO_2. Содержание кислорода в реакционной камере 5b31 энергетического элемента может регулироваться путём управления скоростью диффузии оксида через проницаемый для оксида или подвижного оксида материал, такой как ZrO_2. Энергетический элемент может содержать источник напряжения и электрического тока, протекающего через проницаемый для оксида материал, и систему управления напряжением и током, при этом поток ионов оксида через материал управляется с помощью напряжения и тока. Другие подходящие тугоплавкие материалы компонентов содержат по меньшей мере один материал из числа SiC ($T_{пл}$ = 2830 °C), BN ($T_{пл}$ = 2970 °C), HfB_2 ($T_{пл}$ = 3250 °C) и ZrB_2 ($T_{пл}$ = 3250 °C).

Во избежание электрического короткого замыкания электродов МГД-преобразователя парами расплавленного металла, электроды 304 (фиг. 1 (2I161)) могут содержать проводники, каждый из которых монтируется на токопроводящих стойках или подводящих проводах 305, покрытых электрическим изолятором и использующихся в качестве подводящих проводов, которые дополнительно служат в качестве проставки, отделяющей электрод от стенки канала 308 генератора. Электроды 304 могут быть сегментированными и могут содержать катод 302 и анод 303. За исключением выводов 305, электроды могут свободно подвешиваться в канале 308 генератора. Расстояние между электродами вдоль вертикальной оси может быть достаточным для предотвращения короткого замыкания из-за расплавленного металла. Электроды могут содержать тугоплавкий проводник, такой как W или Mo. Подводящие провода 305 может соединяться с проводами, которые могут изолироваться с помощью тугоплавкого изолятора, такого как BN. Провода могут соединяться в жгуты, которые проникают в канал к шинам МГД-преобразователя посредством питающих вводов через сквозные отверстия, имеющихся на фланце 301, который может содержать металл. За пределами МГД-преобразователя жгут может подключаться к силовому консолидатору и инвертору.

В показательном варианте осуществления изобретения начальная и конечная температуры плазмы абсолютно чёрного тела во время магнитогидродинамического

преобразования в электричество составляют 3000 К и 1300 К. В варианте осуществления изобретения МГД-генератор охлаждается на стороне низкого давления для поддержания потока плазмы. Канал 308 генератора или канал Холла могут быть охлаждаемыми. Средство охлаждения может быть средством в соответствии с раскрытием изобретения. МГД-генератор 300 может содержать теплообменник 316, такой как радиационный теплообменник, при этом теплообменник может конструироваться таким образом, чтобы излучать мощность в зависимости от его температуры для того, чтобы поддерживать желаемый диапазон самой низкой температуры канала, например, в диапазоне приблизительно 1000–1500 °C. Радиационный теплообменник может иметь развитую поверхность для минимизации по меньшей мере одного параметра из числа его размера и веса. Радиационный теплообменник 316 может содержать множество поверхностей, которые могут выполняться в виде пирамидальных или призматических граней для увеличения площади излучающей поверхности. Радиационный теплообменник может функционировать на воздухе. Поверхность излучающего теплообменника может покрываться материалом, который обладает по меньшей мере одним свойством из нижеперечисленных: (i) способность функционировать при высокой температуре, как огнеупорный материал, (ii) обладает высокой излучательной способностью, (iii) устойчив к окислению, и имеет сильно развитую поверхность, такую как текстурированная поверхность с беспрепятственным или неограниченным излучением. Примерами материалов являются керамики, такие как оксиды, такие как MgO, ZrO_2, HfO_2, Al_2O_3, и другие стабилизированные окислителем керамики, такие как композит ZrC-ZrB_2 и ZrC-ZrB_2-SiC.

Генератор может дополнительно содержать регенератор или регенеративный теплообменник. В варианте осуществления изобретения поток возвращается в систему впрыскивания после прохождения способом обратного течения для приёма тепла в секции 308 расширения или в другой области потери тепла с целью предварительного нагрева металла, который впрыскивается в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента для поддержания температуры реакционной камеры энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа рабочей среды, такой как по меньшей мере одна рабочая среда из числа серебра и благородного, и компонента энергетического элемента, такого как резервуары 5c, реакционная камера 5b31 энергетического элемента, и компонента МГД-преобразователя, такого как по меньшей мере один компонент из числа секции 309 конденсации МГД-преобразователя, или другого горячего компонента, такого как по меньшей мере один компонент из числа резервуаров 5c, реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, секции 307 сопла

МГД-преобразователя, секции 308 МГД-генератора и секции 309 конденсации МГД-преобразователя, может нагреваться теплообменником, который принимает тепло от по меньшей мере одного другого компонента энергетического элемента или компонента МГД-преобразователя, такого как по меньшей мере один компонент из числа резервуаров 5c, реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, секции 307 сопла МГД-преобразователя, секции 308 МГД-генератора и секции 309 конденсации МГД-преобразователя. Регенератор или регенеративный теплообменник может передавать тепло от одного компонента к другому.

В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один параметр из числа излучательной способности, площади и температуры излучающего теплообменника 316 может регулироваться для управления скоростью теплопередачи. Площадь может регулироваться путём управления степенью покрытия теплового экрана над радиатором. Температура может регулироваться путём управления тепловым потоком к радиатору. В другом варианте осуществления изобретения теплообменник 316 может содержать контуры охлаждающей жидкости, при этом теплообменник 316 МГД-преобразователя принимает охлаждающую жидкость через впускное отверстие 317 для охлаждающей жидкости МГД-преобразователя и отводит тепло через выпускное отверстие 318 для охлаждающей жидкости МГД-преобразователя. Тепло может использоваться в регенеративном теплообменнике для предварительного нагрева обратного потока серебра, компонента энергетического элемента или компонента МГД-преобразователя. В качестве альтернативы, тепло может использоваться для нагрева и одновременного получения электрической и тепловой энергии.

Горловина сопла 307 может содержать тугоплавкий материал, который является стойким к износу, такой как оксид металла, такой как ZrO_2, HfO_2, Al_2O_3 или MgO, тугоплавкий нитрид, тугоплавкий карбид, такой как карбид тантала, карбид вольфрама или карбид вольфрама-тантала, пиролитический графит, который может содержать огнеупорную оболочку, такую как оболочка из вольфрама или другого тугоплавкого материала в соответствии с раскрытием изобретения, или материал, который может покрываться тугоплавким материалом, таким как углерод. Электроды 304 могут содержать тугоплавкий проводник, такой как W или Mo. Канал 308 генератора или электрически изолирующая опора, такая как опора у электродов 305, может изготавливаться из тугоплавкого изолятора, такого как изолятор в соответствии с раскрытием изобретения, такой как керамический оксид, такой как ZrO_2, нитрид бора или карбид кремния. В другом варианте осуществления изобретения, в котором компонент МГД-преобразователя охлаждается, компонент МГД-преобразователя, такой как по

меньшей мере один компонент из числа сопла 307 и канала 308, может содержать переходный металл, такой как Cu или Ni, который может покрываться тугоплавким материалом, таким как Al_2O_3, ZrO_2, муллит или другой материал в соответствии с раскрытием изобретения. Электроды могут содержать переходный металл, который может охлаждаться, при этом поверхность может покрываться тугоплавким проводником, таким как W или Mo. Компонент может охлаждаться водой, расплавленной солью или другим охлаждающим средством, известным специалистам в данной области техники, таким как по меньшей мере, одно средство из числа термальных масел, таких как полимеры на основе кремния, расплавленных металлов, таких как Sn, Pb, Zn, сплавы, расплавленных солей, таких как щелочные соли, и эвтектических смесей солей, таких как смеси щелочных галогенидов и щелочных гидроксидов (MX-MOH, M = Li, Na, K, Rb, Cs; X = F, Cl, Br, I). Горячая охлаждающая жидкость может рециркулироваться для предварительного нагрева расплавленного металла, впрыскиваемого в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Соответствующая система восстановления тепла может содержать рекуператор.

В варианте осуществления изобретения компонент МГД-преобразователя, такой как сопло 307 МГД-преобразователя, канал 308 МГД-преобразователя и секция 309 конденсации МГД-преобразователя, может содержать тугоплавкий материал, такой как тугоплавкий материал в соответствии с раскрытием изобретения, такой как по меньшей мере один материал из числа карбида, углерода, борида и металла. Тугоплавкий материал может подвергаться окислению по меньшей мере одним веществом из числа кислорода и воды. Для подавления реакции окисления источник кислорода для катализатора HOH может содержать соединение, содержащее кислород, такой как по меньшей мере одно соединение из числа CO, оксида щелочного или щелочноземельного металла, или другого оксида или соединения, содержащего кислород, в соответствии с раскрытием изобретения. Борид может содержать ZrB_2, который может легироваться SiC. Карбид может содержать по меньшей мере один материал из числа ZrC, WC, SiC, TaC, HfC и Ta_4HfC_5. Проводящие материалы, такие как карбиды, могут электрически изолироваться с помощью изолирующей проставки или втулки, если это указано, например, в случае электрической изоляции по меньшей мере одного компонента из числа электродов инжектора и электродов МГД-преобразователя.

Приводимая в качестве примера объёмная плотность магнитогидродинамического преобразования составляет приблизительно 70 МВт/м^3 (70 кВт/литр). Большинство проблем с традиционным МГД-преобразователем возникают из-за низкой проводимости в случае газового нагрева и из-за низкой проводимости и образования шлака в случае

нагрева с помощью угля. Проводимость серебряной плазмы SunCell® оценивается примерно в 1 мΩ при силе тока 10000 А и напряжении 12 В. Исходя из размеров дуги, соответствующая проводимость оценивается как 1×10^5 См/м по сравнению с примерно 20 См/м для МГД-преобразователя, функционирующего со средой из инертного газа с добавлением щелочного металла, при этом удельная плотность мощности пропорциональна проводимости.

В варианте осуществления изобретения рабочая среда может содержать по меньшей мере одну составляющую из числа паров серебра и благородного газа, такого как He, Ne или Ar, с добавлением паров серебра. В варианте осуществления изобретения проводимость рабочей среды может регулироваться путём управления по меньшей мере одним параметром из числа давления паров расплавленного металла, такого как давление паров серебра, и ионизации рабочей среды. Ионизация рабочей среды может регулироваться путём управления по меньшей мере одним параметром из числа мощности реакции гидрино, интенсивности экстремального ультрафиолетового и ультрафиолетового света, излучаемого реакцией гидрино, напряжения зажигания, тока зажигания, скорости электромагнитной перекачки потоков расплавленного металла и рабочих температур, таких как по меньшей мере одна температура из числа температуры газа, температуры электронов, температуры ионов и температуры абсолютно чёрного тела. По меньшей мере одну температуру можно регулировать, управляя по меньшей мере одним параметром из числа зажигания и условий реакции гидрино. Приводимыми в качестве примера условиями реакции гидрино являются давление газа и состав газа, такого как H_2O, H_2, и состав инертного газа. Условия реакции гидрино и соответствующие механизмы управления этими условиями могут реализовываться в соответствии с раскрытием изобретения или другими подходящими способами.

В варианте осуществления изобретения SunCell® может дополнительно содержать систему перелива расплавленного металла, такую как система, содержащая переливной бак, по меньшей мере один насос, датчик запаса расплавленного металла в энергетическом элементе, контроллер запаса расплавленного металла, нагреватель, систему управления температурой и запас расплавленного металла для хранения и подачи расплавленного металла в соответствии с требованиями SunCell®, который может определяться по меньшей мере одним датчиком и контроллером. Контроллер запаса расплавленного металла системы перелива может содержать контроллер уровня расплавленного металла в соответствии с раскрытием изобретения, такой как впускная вертикальная трубка, и электромагнитный насос. Система перелива может содержать по меньшей мере один компонент из числа возвратного трубопровода 310 МГД-

преобразователя, возвратного резервуара 311, возвратного электромагнитного насоса 312 и трубки 313 возвратного электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения расширение рабочей среды поддерживается в условиях, обеспечивающих изоэнтропический поток. В варианте осуществления изобретения условия рабочей среды на входе выбираются для расширения сверхзвукового сопла, которое обеспечивало бы обратимое расширение в сопле и сильный перепад рабочего давления в канале МГД-преобразователя. Поскольку насыщение, если оно происходит в сопле, будет приводить к сильному неравновесному переохлаждению из-за высокой скорости охлаждения (например, приблизительно 15 К/мкс), и это может дополнительно вызывать ударную конденсацию в расходящейся части сопла, условия на входе в сопло могут быть сильно перегретыми для того, чтобы пар не становился насыщенным во время расширения. В варианте осуществления изобретения следует избегать ударной конденсации, поскольку она вызывает необратимость, которая отклоняется от требуемого условия изоэнтропического потока и резко снижает скорость выхода из сопла, и получающиеся в результате высокоплотные капли жидкого Ag, увлекаемые потоком пара в сверхзвуковой/расходящейся части сопла, могут приводить к ускоренной эрозии поверхности сопла. В варианте осуществления изобретения, в котором сила Лоренца действует против направления потока, таким образом, что слабый перепад рабочего давления в канале МГД-преобразователя может приводить к уменьшению объёмного потока через систему, температура на входе в сопло является настолько высокой, насколько это возможно, для того, чтобы обеспечивать достаточный перегрев, а давление также умеренно высокое, для обеспечения большого перепада давления при движении в секции МГД-преобразователя ниже по потоку в направлении от сопла. В показательном варианте осуществления изобретения давление в реакционной камере 5b31 энергетического элемента на входе в сопло составляет приблизительно 6 атм, а температура плазмы составляет приблизительно 4000 К, что приводит к изоэнтропическому расширению и выходу сухого пара из сопла при скорости 1,24 Маха, приблизительно равной 722 м/с, и давлении более 2 атм. Также возможны более низкие температуры на входе, но каждая из них может давать меньшие скорость на выходе и давление.

В варианте осуществления изобретения, в котором сила Лоренца может останавливать плазменную струю до того, как будет достигнута желаемая температура на выходе канала 308 МГД-преобразователя, по меньшей мере один параметр из числа проводимости плазмы, напряжённости магнитного поля, температуры газа, температуры электронов, температуры ионов, давления на входе в канал, скорости струи и параметров

потока рабочей среды, оптимизируются для достижения желаемой эффективности магнитогидродинамического преобразования и плотности мощности. В варианте осуществления изобретения, содержащем плазму благородного газа с добавлением расплавленного металла, такую как плазма аргона или гелия с добавлением паров серебра, поток паров металла относительно благородного газа регулируется для обеспечения по меньшей мере одного параметра из числа желаемой проводимости, температуры плазмообразующего газа, давления в реакционной камере 5b31 и скорости, давления и температуры струи на входе в канал 308 МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения потоки благородного газа и паров металла могут регулироваться путём управления соответствующими возвратными насосами для обеспечения желаемых относительных соотношений. В варианте осуществления изобретения проводимость может регулироваться путём управления количеством добавки посредством регулирования относительных скоростей введения благородного газа и металла в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения проводимость может регулироваться путём управления скоростью реакции гидрино. Скорость реакции гидрино может управляться средством в соответствии с раскрытием изобретения, таким как управление скоростью впрыскивания из по меньшей мере одного источника из числа источника катализатора, источника кислорода, источника водорода, водяного пара, водорода, потока проводящей матрицы, такого как впрыск расплавленного серебра, и параметров зажигания, таких как по меньшей мере один параметр из числа напряжения и тока зажигания. В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь содержит датчики и системы управления реакцией гидрино и рабочими параметрами МГД- преобразователя, такими как: (i) условия реакции, такие как давления реагентов, их температуры и относительные концентрации, потоки реагентов, такие как потоки реагентов HOH и H или их источников, скорость потока и перекачки проводящей матрицы, такой как жидкое и испарённое серебро, и условия зажигания, такие как ток и напряжение зажигания, (ii) параметры плазмы и газа, такие как давления, скорости, скорости потока, проводимости и температуры, через ступени МГД-преобразователя, (iii) параметры возврата и повторного использования материала, такие как скорости перекачки и физические параметры благородного газа и расплавленного металла, такие как скорости потока, температуры и давления, и (iv) датчики проводимости плазмы по меньшей мере в одном компоненте из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, секции 307 сопла МГД-преобразователя, канала 308 МГД-преобразователя и секции 309 конденсации МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения источник газа, такого как водород, такой как по меньшей мере один газ из числа газообразного H_2 и H_2O, может подаваться в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. SunCell® может содержать по меньшей мере один контроллер массового потока для подачи источника водорода, такого как по меньшей мере один источник из числа газообразного H_2 и H_2O, которая может находиться по меньшей мере в одной форме из числа жидкой и газообразной. Подача может осуществляться через по меньшей мере один компонент из числа основания 5kk1 сборочного узла электромагнитного насоса, стенки резервуара 5c, стенки реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, трубки 5k6 электромагнитного насоса-инжектора, возвратного трубопровода 310 МГД-преобразователя, возвратного резервуара 311 МГД-преобразователя, трубки возвратного электромагнитного насоса 312 МГД-преобразователя и трубки 313 электромагнитного насоса МГД-преобразователя. Газ, добавляемый во внутреннюю часть энергетического элемента или МГД-преобразователя, может впрыскиваться в секцию 309 конденсатора МГД-преобразователя или в любой подходящий компонент энергетического элемента или МГД-преобразователя, который связан с внутренней частью. В варианте осуществления изобретения газообразный водород может подаваться через избирательную мембрану, такую как проницаемая для водорода мембрана. Мембрана для подачи водорода может быть проницаемой для H_2 мембраной из Pd или Pd-Ag или подобной мембраной, известной специалистам в данной области техники. Место проникновения в стенку трубки электромагнитного насоса для газа может включать в себя фланец, который может привариваться или ввинчиваться. Водород может подаваться из бака для водорода. Водород может подаваться посредством высвобождения из гидрида, при этом высвобождение может управляться способами, известными специалистам в данной области техники, такими как управление по меньшей мере одним параметром из числа давления и температуры гидрида. Водород может обеспечиваться электролизом воды. Электролизёр воды может быть электролизёром высокого давления. По меньшей мере одно устройство из числа электролизёра и контроллера массового потока водорода может управляться контроллером, таким как контроллер, содержащий компьютер и соответствующие датчики. Поток водорода может регулироваться на основе выходной мощности SunCell®, которая может считываться преобразователем, таким как устройство измерения температуры, фотогальванический преобразователь или МГД-преобразователь.

В варианте осуществления изобретения H_2O может подаваться в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Источник подачи может включать в себя трубопровод, проходящий, например, через трубку 5k6 электромагнитного насоса или

сборочный узел 5kk электромагнитного насоса. H_2O может быть источником по меньшей мере одного компонента из числа H и катализатора HOH. Реакция гидрино может производить O_2 и $H_2(1/p)$, и продукты. $H_2(1/p)$, такой как $H_2(1/4)$, может диффундировать из по меньшей мере одного компонента из числа реакционной камеры энергетического элемента и МГД-преобразователя во внешнюю область, такую как окружающая атмосфера или система сбора $H_2(1/p)$. $H_2(1/p)$ может диффундировать через стенку по меньшей мере одного компонента из числа реакционной камеры энергетического элемента и МГД-преобразователя из-за его небольшого объёма. Продукт O_2 может диффундировать из по меньшей мере одного компонента из числа реакционной камеры энергетического элемента и МГД-преобразователя во внешнюю область, такую как окружающая атмосфера или система сбора O_2. O_2 может диффундировать через избирательную мембрану, материал или клапан. Избирательный материал или мембрана может содержать мембрану, способную проводить оксид, такой как оксид иттрия, слоистая структура на основе оксида циркония/силиката, стабилизированного никелем/оксидом иттрия, или другую мембрану, избирательную к кислороду или оксиду, известную специалистам в данной области техники. O_2 может диффундировать через проницаемую стенку, такую как стенка, способная проводить оксид, такая как стенка из оксида иттрия. Проницаемая для кислорода мембрана может содержать пористую керамику компонента низкого давления реакционной камеры энергетического элемента и МГД-преобразователя, такого как керамическая стенка канала 308 МГД-преобразователя. Избирательная к кислороду мембрана может быть проницаемой для кислорода мембраной из $BaCo_{0,7}Fe_{0,2}Nb_{0,1}O_{3-\delta}$ (BCFN), которая может покрываться $Bi_{26}Mo_{10}O_{69}$ для увеличения скорости проникновения кислорода. Избирательная к кислороду мембрана может содержать по меньшей мере один материал из числа $Gd_{1-x}Ca_xCoO_{3-d}$ и $Ce_{1-x}Gd_xO_{2-d}$. Избирательная к кислороду мембрана может быть керамической оксидной мембраной, такой как мембрана из по меньшей мере одного материала из числа $SrFeCo_{0,5}O_x$, $SrFe_{0,2}Co_{0,5}O_x$, $Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_x$, $BaCo_{0,4}Fe_{0,4}Zr_{0,2}O_x$, $La_{0,6}Sr_{0,4}CoO_x$, и $Sr_{0,5}La_{0,5}Fe_{0,8}Ga_{0,2}O_x$.

Электромагнитный насос или компоненты, такие как по меньшей мере один компонент из числа сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, электромагнитного насоса 5ka, трубки 5k6 электромагнитного насоса, впускной вертикальной трубки 5qa и трубки 5k61 электромагнитного насоса-инжектора, могут содержать материал или покрытие, устойчивое к кислороду, такое как керамика, такая как по меньшей мере одна керамика из числа Al_2O_3, ZrC, ZrC-ZrB_2, ZrC-ZrB_2-SiC и ZrB_2 и композита, содержащего 20% SiC, или по меньшей мере один благородный металл, такой как по меньшей мере

один благородный металл из числа платины (Pt), палладия (Pd), рутения (Ru), родия (Rh) и иридия (Ir).

В варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 1 (2I174-2I181), по меньшей мере один компонент из числа сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, электромагнитного насоса 5ka, трубки 5k6 электромагнитного насоса, впускной вертикальной трубки 5qa и трубки 5k61 электромагнитного насоса-инжектора может содержать керамику, которая является стойкой к окислению. Керамика может не вступать в химическую реакцию с O_2. Керамика может содержать электрический проводник, который устойчив к реакции с кислородом до повышенной температуры. Примерами керамики являются ZrC, ZrB_2, ZrC-ZrB_2, ZrC-ZrB_2-SiC и ZrB_2 с композитом, содержащим 20% SiC. Проводящая керамика может легироваться SiC для защиты от окисления.

Иридий ($T_{пл}$ = 2446 °C) не образует сплава или твёрдого раствора с серебром; таким образом, иридий может служить подходящим антиокислительным покрытием по меньшей мере одного компонента из числа сборочного узла 5kk электромагнитного насоса и трубки 5k6 электромагнитного насоса для того, чтобы избежать окисления. Иридиевое покрытие может наноситься на металл с приблизительно соответствующим коэффициентом теплового расширения. В показательном варианте осуществления изобретения внутренняя часть сборочного узла 5kk электромагнитного насоса и трубки 5k6 электромагнитного насоса покрываются гальваническим способом иридием, при этом покрытые гальваническим способом компоненты содержат нержавеющую сталь, такую как Haynes 230, нержавеющая сталь 310 или нержавеющая сталь 625, которая имеет коэффициент теплового расширения, подобный иридию. В качестве альтернативы, изготовленный из молибдена сборочный узел 5kk электромагнитного насоса может покрываться иридием, при этом имеется соответствие коэффициента теплового расширения (например, ~ 7 частей на миллион/К). В варианте осуществления изобретения внутренняя часть трубки электромагнитного насоса покрывается гальваническим способом с использованием трубки в качестве катода, и противоэлектрод может содержать провод с изолирующими проставками, который периодически перемещается на противоэлектроде к участкам нанесения гальванического покрытия, закрытым проставками. В варианте осуществления изобретения иридиевое покрытие может наноситься путём осаждения из паровой фазы, таким способом, как химическое осаждение органических молекул, содержащих иридий, таким как термическое разложение додекакарбонила тетраиридия, для того, чтобы вызывать осаждение иридия на желаемой поверхности, поддерживаемой при повышенной температуре. Иридий может наноситься одним или несколькими способами, известными в данной области техники, такими как по меньшей мере один способ из числа

магнетронного распыления (например, магнетронное распыление при постоянном токе (DCMS), радиочастотное магнетронное распыление (RFMS)), химического осаждения из паровой фазы (CVD), металлорганического химического осаждения из паровой фазы (MOCVD), атомно-слоевого осаждения (ALD), физического осаждения из паровой фазы (PVD), лазерно-индуцированного химического осаждения из паровой фазы (LCVD), гальванического способа, импульсного лазерного осаждения (PLD) и нанесения в плазме двойного разряда (DGP). В варианте осуществления изобретения внутренняя часть трубки 5k6 электромагнитного насоса может покрываться иридием. Концы оболочки могут покрываться иридием посредством способа в соответствии с раскрытием изобретения, такого как химическое осаждение из паровой фазы или гальванический способ.

В другом варианте осуществления изобретения сборочный узел электромагнитного насоса, такой как сборочный узел электромагнитного насоса из нержавеющей стали, может покрываться огнеупорным, стойким к окислению покрытием, таким как по меньшей мере одно покрытие из числа оксида и карбида. Покрытие может содержать по меньшей мере одну составляющую из числа карбида, такого как карбид гафния/карбид кремния (HfC/SiC), и оксида, такого как по меньшей мере один оксид из числа HfO_2, ZrO_2, Y_2O_3, Al_2O_3, SiO_2, Ta_2O_5 и TiO_2.

В другом варианте осуществления изобретения трубка 5k6 электромагнитного насоса содержит стойкую к окислению нержавеющую сталь, такую как нержавеющая сталь, используемая в водяной стенке угольных топок и котельных труб, такую как аустенитные нержавеющие стали. Примерами материалов являются Haynes 230, нержавеющая сталь 310 и нержавеющая сталь 625, аустенитный сплав никель-хром-молибден-ниобий, обладающий редким сочетанием исключительной коррозионной стойкости и высокой прочности в диапазоне от криогенных температур до 1800°F (982°C). В варианте осуществления изобретения материал, такой как Haynes 230, нержавеющая сталь 310 или нержавеющая сталь 625, может предварительно окисляться для образования защитного оксидного покрытия. Защитное оксидное покрытие может формироваться путём нагревания в атмосфере, содержащей кислород. Нержавеющая сталь, такая как Haynes 230, может предварительно окисляться на воздухе или в контролируемой атмосфере, такой как атмосфера, содержащая кислород и благородный газ, такой как аргон. В показательных вариантах осуществления изобретения Haynes 230, такая как сплав Ni-Cr со сплавом W и Mo, предварительно окисляется на воздухе при 1000 °C или в атмосфере, содержащей 80% аргона и 20% кислорода, в течение 24 часов. Оксидное покрытие может формироваться при желаемой рабочей температуре и концентрации кислорода. В варианте осуществления изобретения металлические детали, такие как

детали, содержащие нержавеющую сталь 625, такие как сборочный узел 5kk электромагнитного насоса, могут изготавливаться способом трёхмерной печати. В варианте осуществления изобретения наружная часть сборочного узла электромагнитного насоса может защищаться от окисления. Защита может заключаться в нанесении устойчивого к окислению покрытия, такого как покрытие в соответствии с раскрытием изобретения. В качестве альтернативы, по меньшей мере часть сборочного узла 5kk электромагнитного насоса может встраиваться в стойкий к окислению материал, такой как керамика, кварц, стекло и цемент. Защищённая от окисления часть может функционировать на воздухе. В варианте осуществления изобретения расплавленный металл, такой как серебро, может содержать добавку, которая может предотвращать или уменьшать окисление внутренней части трубки электромагнитного насоса. Добавка может содержать реагент-восстановитель, такой как тиосульфат, или продукт окисления трубки электромагнитного насоса, таким образом, что дальнейшее окисление замедляется стабилизацией защитного оксида стенки трубки. В качестве альтернативы, добавка расплавленного металла может содержать основу, которая стабилизирует оксид защитного металла на стенке трубки насоса.

В варианте осуществления изобретения сборочный узел электромагнитного насоса может содержать множество типов керамики, таких как проводящая и непроводящая керамика. В показательном варианте осуществления изобретения сборочный узел 5kk электромагнитного насоса, за исключением шин 5k2 электромагнитного насоса, может содержать непроводящую керамику, такую как оксид, такой как Al_2O_3, диоксид циркония или оксид гафния, а шины 5k2 электромагнитного насоса могут содержать проводящую керамику, такую как ZrC, ZrB_2 или композит, такой как ZrC-ZrB_2-SiC. Резервуары 5c могут содержать ту же непроводящую керамику, что и сборочный узел 5kk электромагнитного насоса. В варианте осуществления изобретения керамический электромагнитный насос может содержать по меньшей мере одну паяную или металлизированную керамическую деталь для образования соединения между деталями.

Каждый из электромагнитных насосов может быть одного типа из двух основных типов электромагнитных насосов для жидких металлов: насосы с проводимостью переменного или постоянного тока, в которых магнитное поле переменного или постоянного тока создаётся поперёк трубки, содержащей жидкий металл, а переменный или постоянный ток подаётся на жидкость через электроды, соединённые со стенками трубки, соответственно; и индукционные насосы, в которых бегущее поле индуцирует необходимый ток, как в индукционном двигателе, при этом ток может пересекаться прикладываемым переменным электромагнитным полем. Индукционный насос может

иметь три основные формы: кольцевую линейную, плоскую линейную и спиральную. Насосы могут быть другими насосами, известными в данной области техники, такими как механические и термоэлектрические насосы. Механический насос может быть центробежным насосом с лопастью, имеющей привод от двигателя.

Насос для расплавленного металла может быть насосом с подвижным магнитом (ММР), таким как насос, описанный в статье М. Г. Хвасты, В. К. Ноллета, М. Г. Андерсона «Проектирование насосов с подвижным магнитом для высокотемпературных жидкометаллических систем», (M. G. Hvasta, W. K. Nollet, M. H. Anderson" Designing moving magnet pumps for high-temperature, liquid-metal systems", Nuclear Engineering and Design, Volume 327, (2018)), стр. 228-237, которая полностью включается в настоящий документ в качестве ссылки. Насос с подвижным магнитом может генерировать бегущее магнитное поле насоса посредством по меньшей мере одного компонента из числа вращающейся матрицы постоянных магнитов и катушек многофазного поля. В варианте осуществления изобретения насос с подвижным магнитом может быть многоступенчатым насосом, таким как двухступенчатый насос МГД-преобразователя для рециркуляции и впрыска зажигания. Двухступенчатый насос с подвижным магнитом может содержать двигатель, такой как электродвигатель, который вращает вал. Двухступенчатый насос с подвижным магнитом может дополнительно содержать два барабана, каждый из которых содержит набор установленных по окружности магнитов с чередующейся полярностью, закреплённых на поверхности каждого барабана, и керамический сосуд, имеющий U-образный участок, в котором расположен барабан, при этом каждый барабан может вращаться валом для того, чтобы вызывать поток расплавленного металла в керамическом сосуде. В другом варианте осуществления насоса с подвижным магнитом барабан чередующихся магнитов заменяется двумя дисками магнитов с чередующейся полярностью на каждой поверхности диска на противоположных участках керамического сосуда, заключённого между полосами, содержащего расплавленный металл, который перекачивается при вращении дисков. В другом варианте осуществления изобретения сосуд может содержать проницаемый для магнитного поля материал, такой как неферромагнитный металл, такой как нержавеющая сталь или керамика, такой как материал в соответствии с раскрытием изобретения. Магниты могут охлаждаться с помощью такого средства, как воздушное или водяное охлаждение, для того, чтобы обеспечивать функционирование при повышенной температуре.

Приводимым в качестве примера промышленным электромагнитным насосом переменного тока является насос CA15 фирмы CMI Novacast, в котором системы нагрева и охлаждения могут модифицироваться для поддержки перекачки расплавленного

серебра. Нагреватель трубки электромагнитного насоса, содержащей впускную и выпускную секции и сосуда, содержащего серебро, может быть нагревателем в соответствии с раскрытием изобретения, таким как резистивный или индуктивно-связанный нагреватель. Нагреватель, такой как резистивный или индуктивно-связанный нагреватель, может быть внешним по отношению к трубке электромагнитного насоса и дополнительно содержать средство теплопередачи для передачи тепла от нагревателя к трубке электромагнитного насоса, такое как тепловая трубка. Тепловая трубка может быть способна функционировать при высокой температуре, например, тепловая трубка с литиевой рабочей жидкостью. Электромагниты электромагнитного насоса могут охлаждаться с помощью систем в соответствии с раскрытием изобретения, таких как водяные контуры охлаждения и холодильник.

В варианте осуществления изобретения (фиг. 1 (2I184-2I185)) электромагнитный насос 400 может быть индукционного типа на переменном токе, при этом сила Лоренца на серебре создаётся изменяющимся во времени электрическим током, протекающим через серебро, и скрещенным, синхронизированным, изменяющимся во времени магнитным полем. Изменяющийся во времени электрический ток, протекающий через серебро, может создаваться посредством индукции Фарадея первого изменяющегося во времени магнитного поля, создаваемого цепью 401a обмотки трансформатора электромагнитного насоса. Источник первого изменяющегося во времени магнитного поля может содержать первичную обмотку 401 трансформатора, а серебро может служить вторичной обмоткой трансформатора, такой как одновитковая короткозамкнутая обмотка, содержащая секцию трубки электромагнитного насоса контура 405 тока и секцию 406 возвратного контура тока электромагнитного насоса. Первичная обмотка 401 может содержать электромагнит переменного тока, при этом первое изменяющееся во времени магнитное поле проводится через круговой контур 405 и 406 из серебра, контур индукционного тока, через магнитную цепь или ярмо 402 трансформатора электромагнитного насоса. Серебро может содержаться в сосуде, таком как керамический сосуд 405 и 406, таком как сосуд, содержащий керамику в соответствии с раскрытием изобретения, такую как нитрид кремния (температура плавления = 1900 °C), кварц, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид магния или оксид гафния. Защитный слой SiO_2 может формироваться на нитриде кремния путём контролируемого пассивного окисления. Сосуд может содержать каналы 405 и 406, которые охватывают магнитную цепь или ярмо 402 трансформатора электромагнитного насоса. Сосуд может содержать плоскую секцию 405 для того, чтобы индуцированный ток имел компонент потока в направлении, перпендикулярном синхронизированному изменяющемуся во времени магнитному полю и желаемому

направлению потока насоса в соответствии с соответствующей силой Лоренца. Скрещенное синхронизированное изменяющееся во времени магнитное поле может создаваться электромагнитной цепью 403c электромагнитного насоса, содержащей электромагниты 403 переменного тока и электромагнитное ярмо 404 электромагнитного насоса. Магнитное ярмо 404 может иметь зазор в плоской секции сосуда 405, содержащего серебро. Электромагнит 401 цепи 401a обмотки трансформатора электромагнитного насоса и электромагнит 403 электромагнитной цепи 403c электромагнитного насоса могут получать питание от однофазного источника переменного тока или другого подходящего источника электропитания, известного в данной области техники. Магнит может располагаться близко к изгибу петли, таким образом, что присутствует желаемый вектор компонента тока. Фаза переменного тока, питающего обмотку 401 трансформатора и обмотку 403 электромагнита, может синхронизироваться для поддержания желаемого направления силы Лоренца, осуществляющей перекачку.

В варианте осуществления изобретения (фиг. 1 (2I184-2I185)) контур индукционного тока может содержать впускное отверстие трубки 5k6 электромагнитного насоса, секцию трубки электромагнитного насоса контура 405 тока, выпускное отверстие трубки 5k6 электромагнитного насоса и путь через серебро в резервуаре 5c, который может содержать стенки впускной вертикальной трубки 5qa и инжектора 5k61 в вариантах осуществления изобретения, которые содержат эти компоненты. Электромагнитный насос может содержать системы контроля и управления, такие как системы для тока и напряжения первичной обмотки и управления с обратной связью выработки электроэнергии SunCell с параметрами перекачки. Приводимыми в качестве примера измеренными параметрами обратной связи могут быть температура в реакционной камере 5b31 энергетического элемента и электричество в МГД-преобразователе. Система контроля и управления может содержать соответствующие датчики, контроллеры и компьютер.

В варианте осуществления МГД-преобразователя, имеющего только одну пару электромагнитных насосов 400, каждый возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя удлиняется и подсоединяется к впускному отверстию соответствующего электромагнитного насоса 5kk. Соединение может содержать штуцер, такой как Y-образный штуцер, имеющий впускное отверстие возвратного трубопровода 310 МГД-преобразователя, и бобышки 308 основания резервуара, такие как бобышки сборочного узла 409 опорной плиты резервуара. В варианте осуществления изобретения, содержащем находящийся под давлением SunCell®, имеющий МГД-преобразователь, сторона впрыска электромагнитных насосов, резервуары и реакционная камера 5b31 энергетического

элемента функционируют под высоким давлением относительно возвратного трубопровода 310 МГД-преобразователя. Впускное отверстие каждого электромагнитного насоса может содержать только один возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя. Соединение может содержать штуцер, такой как Y-образный штуцер, имеющий впускное отверстие возвратного трубопровода 310 МГД-преобразователя, и бобышку основания резервуара, при этом мощность насоса предотвращает обратный поток от впускного отверстия потока из резервуара в возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя.

В варианте осуществления МГД-генератора впрыскивающие электромагнитные насосы и возвратные электромагнитные насосы МГД-преобразователя могут быть любыми в соответствии с раскрытием изобретения, такими как проводящие насосы постоянного или переменного тока и индукционные насосы переменного тока. В показательном варианте осуществления МГД-генератора энергии (фиг. 1 (2I184)) впрыскивающие электромагнитные насосы могут быть индукционными электромагнитными насосами 400, а возвратный электромагнитный насос 312 МГД-преобразователя может быть индукционным электромагнитным насосом или проводящим электромагнитным насосом постоянного тока. В другом варианте осуществления изобретения впрыскивающий насос может дополнительно служить в качестве возвратного электромагнитного насоса МГД-преобразователя. Возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя может подсоединяться к электромагнитному насосу при более низком давлении, чем на впускном отверстии из резервуара. Впускная часть возвратного трубопровода 310 МГД-преобразователя может входить в электромагнитный насос в положении, подходящем для низкого давления, в секции 309 конденсации МГД-преобразователя и возвратном трубопроводе 310 МГД-преобразователя. Впускная часть трубопровода из резервуара 5c может входить в положение трубки электромагнитного насоса, где давление выше, например, в положении, где давление является желаемым рабочим давлением в реакционной камере 5b31 энергетического элемента. Давление электромагнитного насоса в секции 5k61 инжектора может быть по меньшей мере равным желаемому давлению в реакционной камере энергетического элемента. Впускные части трубопровода могут присоединяться к электромагнитному насосу в секциях трубки 5k6 и контуров 405 или 406 тока.

Электромагнитный насос может быть многоступенчатым насосом (фиг. 1 (2I186-2I195)). Многоступенчатый электромагнитный насос может принимать поступающие потоки металла, такие как поток от возвратного трубопровода 310 МГД-преобразователя и поток от основания резервуара 5c, на разных ступенях насоса, каждая из которых соответствует давлению, которое позволяет по существу только прямой поток

расплавленного металла, вытекающего из выпускного отверстия электромагнитного насоса и инжектора 5к61. В варианте осуществления изобретения сборочный узел 400a многоступенчатого электромагнитного насоса (фиг. 1 (2I188)) содержит по меньшей мере одну цепь 401a обмотки трансформатора электромагнитного насоса, содержащую обмотку 401 трансформатора и ярмо 402 трансформатора через контуры 405 и 406 индукционного тока, и дополнительно содержит по меньшей мере одну электромагнитную цепь 403c электромагнитного насоса переменного тока, содержащую электромагнит 403 переменного тока и электромагнитное ярмо 404 электромагнитного насоса. Контур индукционного тока может содержать секцию 405 трубки электромагнитного насоса и секцию 406 возвратного контура тока электромагнитного насоса. Электромагнитное ярмо 404 может иметь зазор в плоской секции сосуда или секции трубки электромагнитного насоса контура 405 тока, содержащей перекачиваемый расплавленный металл, такой как серебро.

В варианте осуществления изобретения многоступенчатый электромагнитный насос может содержать множество электромагнитных цепей 403c электромагнитного насоса переменного тока, которые обеспечивают магнитный поток, перпендикулярный как электрическому току, так и потоку металла. Многоступенчатый электромагнитный насос может принимать впускные трубки вдоль секции трубки электромагнитного насоса контура 405 тока в местах, где входное давление подходит для местного давления насоса с целью обеспечения прямого потока насоса, при этом давление возрастает на следующей стадии электромагнитной цепи 403c электромагнитного насоса переменного тока. В показательном варианте осуществления изобретения возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя входит в контур тока, например, в секцию трубки электромагнитного насоса контура 405 тока, на входе перед первой электромагнитной цепью 403c переменного тока, содержащей электромагниты 403a переменного тока и электромагнитное ярмо 404a электромагнитного насоса. Входной поток из резервуара 5c может поступать после первой и перед второй электромагнитной цепью 403c переменного тока, содержащей электромагниты 403b переменного тока и электромагнитное ярмо 404b электромагнитного насоса, при этом насосы поддерживают давление расплавленного металла в контуре 405 тока, которое поддерживает желаемый поток от каждого входа на следующую ступень насоса или на выход насоса и инжектора 5k61. Давление каждой ступени насоса может регулироваться путём управления электрическим током соответствующего электромагнита переменного тока в электромагнитной цепи переменного тока.

В варианте осуществления изобретения секция 406 возвратного контура тока

электромагнитного насоса, такая как керамический канал, может содержать ограничитель потока расплавленного металла или может заполняться твердотельным электрическим проводником, таким образом, что ток контура тока замыкается, в то же время предотвращая обратный поток расплавленного металла от области более высокого давления в секцию низкого давления трубки электромагнитного насоса. Твердотельный проводник может содержать металл, такой как нержавеющая сталь в соответствии с раскрытием изобретения, такая как Haynes 230, сплав 625 Pyromet®, сплав Carpenter L-605, сплав BioDur® Carpenter CCM®, Haynes 230, нержавеющая сталь 310 или нержавеющая сталь 625. Твердотельный проводник может содержать тугоплавкий металл. Твердотельный проводник может содержать металл, который устойчив к окислению. Твердотельный проводник может содержать металлический или проводящий слой покрытия, или покрытие, такое как иридий, для того, чтобы избежать окисления твёрдого проводника.

В варианте осуществления изобретения магнитные обмотки по меньшей мере одного компонента из числа трансформаторов и электромагнитов отстоят от секции трубки электромагнитного насоса контура 405 тока, содержащей текущий металл, путём удлинения по меньшей мере одного компонента из числа магнитного ярма 402 трансформатора и ярма 404 электромагнитной цепи. Удлинение позволяет сделать более эффективным по меньшей мере одно действие из числа нагрева, такого как индуктивно-связанный нагрев трубки 405 электромагнитного насоса, и охлаждения по меньшей мере одного компонента из числа обмоток 401 трансформатора, ярма 402 трансформатора и электромагнитных цепей 403c, содержащих электромагниты 403 переменного тока и электромагнитное ярмо 404 электромагнитного насоса. В случае двухступенчатого электромагнитного насоса магнитные цепи могут содержать электромагниты 403a и 403b переменного тока и электромагнитные ярма 404a и 404b электромагнитного насоса. По меньшей мере один компонент из числа ярм 402 трансформатора и электромагнитных ярм 404 может содержать ферромагнитный материал с высокой температурой Кюри, такой как железо или кобальт. По меньшей мере одна цепь из числа цепей 401a обмотки трансформатора электромагнитного насоса и электромагнитных цепей 403c электромагнитного насоса может содержать систему водяного охлаждения, такую как система в соответствии с раскрытием изобретения, такая как система охлаждения магнитов 5k4 проводящего электромагнитного насоса постоянного тока (фиг. 1 (2I115-2I116)). По меньшей мере один из индукционных электромагнитных насосов 400b может содержать систему 400b воздушного охлаждения (фиг. 1 (2I190-2I191)). По меньшей мере один из индукционных электромагнитных насосов 400c может содержать систему

водяного охлаждения (фиг. 1 (2I192)).

Приводимый в качестве примера трансформатор содержит сердечник трансформатора из слоистой кремниевой стали. Трансформатор зажигания может содержать: (i) количество обмоток, находящееся по меньшей мере в одном диапазоне из числа 10–10000, 100–5000 и 500–25000 витков; (ii) мощность, находящуюся по меньшей мере в одном диапазоне приблизительно от 10 Вт до 1 МВт, от 100 Вт до 500 кВт, от 1 кВт до 100 кВт и от 1 кВт до 20 кВт, и (iii) ток первичной обмотки, находящийся по меньшей мере в одном диапазоне приблизительно от 0,1 А до 10000 А, от 1 А до 5 кА, от 1 А до 1 кА и от 1 А до 500 А. В показательном варианте осуществления изобретения параметры тока зажигания находятся в диапазоне напряжений приблизительно 6–10 В, а сила тока составляет приблизительно 1000 А; таким образом, обмотка с 50 витками функционирует при напряжении приблизительно 500 В и силе тока 20 А, обеспечивая ток зажигания 1000 А при напряжении 10 В. Электромагниты электромагнитного насоса могут иметь поток, находящийся по меньшей мере в одном диапазоне приблизительно 0,01–10 Тл, 0,1–5 Тл и 0,1–2 Тл. В показательном варианте осуществления изобретения магнитопровод с диаметром приблизительно 0,5 мм поддерживается при температуре приблизительно 200 °C.

Трубка электромагнитного насоса может нагреваться с помощью антенны индуктивно-связанного нагревателя, такой как антенна с дисковой катушкой. Антенна может иметь водяное охлаждение. В варианте осуществления изобретения резервуары 5c могут нагреваться с помощью индуктивно-связанного нагревателя. Антенна 5f нагревателя может содержать две цилиндрические спирали вокруг резервуаров 5c, которые могут дополнительно соединяться с катушкой, такой как дисковая катушка, для нагрева трубки электромагнитного насоса. Витки противоположных спиралей вокруг резервуаров могут наматываться таким образом, что электрические токи направляются в одном и том же направлении для усиления магнитных полей двух катушек, или в противоположных направлениях, для подавления магнитных полей в пространстве между спиралями. В показательном варианте осуществления изобретения антенна 5f индуктивно-связанного нагревателя может содержать непрерывный набор из трёх витков, включающий в себя две спирали, расположенные по окружности относительно каждого резервуара 5c, и дисковую катушку, параллельную трубкам электромагнитного насоса, как показано на фиг. 1 (2I182-2I183, 2I186 и 2I190-2I192), при этом обе спирали наматываются по часовой стрелке, и электрический ток течёт сверху вниз одной спирали, течёт в дисковую катушку и затем течёт снизу вверх второй спирали. Секция трубки электромагнитного насоса контура 405 тока может нагреваться избирательно по меньшей

мере одним средством из числа концентраторов потока, добавок к материалу трубки 405 электромагнитного насоса, таких как добавки к кварцу или нитриду кремния, и оболочкой, приложенной к трубке 405 насоса, такой как углеродные муфты, которые увеличивают поглощение энергии радиочастотного поля от индуктивно-связанного нагревателя. В варианте осуществления изобретения секция трубки электромагнитного насоса контура 405 тока может избирательно нагреваться с помощью антенны индуктивно-связанного нагревателя, содержащей спираль вокруг трубки 405 насоса. По меньшей мере один трубопровод (фиг. 1 (2I192-2I195)), такой как по меньшей мере один трубопровод из числа возвратного трубопровода 310 МГД-преобразователя, трубопровода 416 резервуара электромагнитного насоса и трубопровода 417 впрыска электромагнитного насоса может нагреваться индуктивно-связанным нагревателем, который может содержать антенну 415, намотанную вокруг трубопровода, при этом антенна может охлаждаться водой. Компоненты, обёрнутые антенной индуктивно-связанного нагревателя, такие как 5f и 415, могут содержать внутренний слой изоляции. Антенна индуктивно-связанного нагревателя может выполнять двойную функцию либо нагрева, либо водяного охлаждения, для поддержания желаемой температуры соответствующего компонента. SunCell может дополнительно содержать опорные конструкции 418, которые защищают компоненты, такие как корпус 306a магнитов МГД-преобразователя, сопло 307 МГД-преобразователя и канал 308 МГД-преобразователя, электрический вывод, датчик и линии 419 управления, которые могут монтироваться на опорных конструкциях 418, и тепловые экраны, такие как 420, вокруг трубопровода 416 резервуара электромагнитного насоса и трубопровода 417 впрыска электромагнитного насоса.

Секция трубки электромагнитного насоса контура 405 тока может содержать впускной и выпускной каналы для расплавленного металла, которые соединяются с соответствующими секциями трубки 5k6 электромагнитного насоса (фиг. 1 (2I185)). Каждая впускная и выпускная части трубки 5k6 электромагнитного насоса могут прикрепляться к соответствующему резервуару 5c, впускной вертикальной трубке 5qa и инжектору 5k61. Крепёжная деталь может иметь соединение, крепёж или уплотнение в соответствии с раскрытием изобретения. Уплотнение 407a может содержать керамический клей. Каждое соединение может содержать фланец, уплотнённый прокладкой, такой как графитовая прокладка. Каждый резервуар 5c может содержать керамику, такую как оксид металла, соединённую с опорной плитой резервуара, которая может быть керамической. Соединение опорной плиты может содержать фланец и уплотнение прокладкой, при этом прокладка может содержать углерод. Опорная плита может быть сборочным узлом 409 (фиг. 1 (2I187)) опорной плиты резервуара, содержащим опорную плиту 409a с

прикреплёнными к ней впускной вертикальной трубкой 5qa и инжекторной трубкой 5k61, имеющей сопло 5q. Трубки могут проникать в основание опорной плиты 409a резервуара в виде бобышек 408. Бобышки 408 из резервуара 5c могут подсоединяться к впускному и выпускному отверстиям трубки керамического электромагнитного насоса 400 индукционного типа с помощью по меньшей мере одного фланцевого соединения 407, имеющего крепёжные детали, такие как болты, такие как углеродные, молибденовые или керамические болты, и прокладку, такую как углеродная прокладка, при этом соединение, содержащее по меньшей мере один керамический компонент, функционирует при температуре, которая ниже температуры восстановления углерода. В других вариантах осуществления изобретения соединения могут быть другими соединениями, известными в данной области техники, такими как Swageloks, соединение с накидной гайкой или с компрессионным фитингом. В варианте осуществления изобретения ток зажигания обеспечивается источником электричества, положительные и отрицательные клеммы которого подсоединяются к одному проводящему компоненту из числа противоположных трубок насоса, резервуаров, бобышек и соединений.

В другом варианте осуществления изобретения система зажигания может быть индукционной системой (фиг. 1 (2I186, 2I189-2I195)), при этом источник электричества, прикладываемого к проводящему расплавленному металлу для того, чтобы вызывать зажигание реакции гидрино, обеспечивает индукционный ток, напряжение и мощность. Система зажигания может быть безэлектродной системой, при этом ток зажигания обеспечивается индукцией посредством сборочного узла 410 индукционного трансформатора зажигания. Индукционный ток может протекать через пересекающиеся потоки расплавленного металла, вытекающие из множества инжекторов, поддерживаемые насосами, такими как электромагнитные насосы 400. В варианте осуществления изобретения резервуары 5c могут дополнительно содержать керамический поперечный соединительный канал 414, такой как канал между основаниями резервуаров 5c. Сборочный узел 410 индукционного трансформатора зажигания может содержать обмотку 411 индукционного трансформатора зажигания и ярмо 412 индукционного трансформатора зажигания, которые могут проходить через контур индукционного тока, сформированный резервуарами 5c, пересекающимися потоками расплавленного металла, вытекающими из множества инжекторов расплавленного металла, и поперечным соединительным каналом 414. Сборочный узел 410 индукционного трансформатора зажигания может быть аналогичен таковому в цепи 401a обмотки трансформатора электромагнитного насоса.

В варианте осуществления изобретения источник тока зажигания может быть

индукционного типа, переменного тока, при этом ток в расплавленном металле, таком как серебро, создаётся посредством индукции Фарадея изменяющегося во времени магнитного поля, проходящего через серебро. Источник изменяющегося во времени магнитного поля может содержать первичную обмотку трансформатора, обмотку 411 индукционного трансформатора зажигания, а серебро может по меньшей мере частично служить вторичной обмоткой трансформатора, такой как одновитковая короткозамкнутая обмотка. Первичная обмотка 411 может содержать электромагнит переменного тока, при этом ярмо 412 индукционного трансформатора зажигания проводит изменяющееся во времени магнитное поле через круговой проводящий контур, содержащий расплавленное серебро. Электромагнит трансформатора может питаться от однофазного источника переменного тока или другого подходящего источника электропитания, известного в данной области техники. Частота трансформатора может увеличиваться для уменьшения размера ярма 412 трансформатора. Частота трансформатора может находиться по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно от 1 Гц до 1 МГц, от 1 Гц до 100 кГц, от 10 Гц до 10 кГц и от 10 Гц до 1 кГц. Резервуары 5c могут содержать канал для расплавленного металла, такой как поперечный соединительный канал 414, который соединяет два резервуара 5c. Контур тока, окружающий ярмо 412 трансформатора, может содержать расплавленное серебро, содержащееся в резервуарах 5c, поперечный соединительный канал 414, серебро в инжекторной трубке 5k61 и впрыснутые потоки расплавленного серебра, которые пересекаются для завершения контура индукционного тока. Контур индукционного тока может дополнительно по меньшей мере частично содержать расплавленное серебро, содержащееся по меньшей мере в одном из компонентов электромагнитного насоса, таком как впускная вертикальная трубка 5qa, трубка 5k6 электромагнитного насоса, бобышки и инжектор 5k61.

Поперечный соединительный канал 414 может находиться на желаемом уровне расплавленного металла, такого как серебро, в резервуарах. В качестве альтернативы, поперечный соединительный канал 414 может находиться в положении ниже, чем желаемый уровень расплавленного металла в резервуаре, таким образом, что канал непрерывно заполняется расплавленным металлом во время функционирования. Поперечный соединительный канал 414 может располагаться в направлении основания резервуаров 5c. Канал может образовывать часть контура или цепи индукционного тока и дополнительно облегчать поток расплавленного металла из одного резервуара с более высоким уровнем серебра в другой, с более низким уровнем, для поддержания желаемых уровней в обоих резервуарах 5c. Перепад давления расплавленного металла в головке может приводить к тому, что поток металла между резервуарами будет поддерживать

желаемый уровень в каждом из них. Контур тока может содержать пересекающиеся потоки расплавленного металла, инжекторные трубки 5k61, столб расплавленного металла в резервуарах 5c и поперечный соединительный канал 414, который соединяет резервуары 5c на желаемом уровне расплавленного серебра или на высоте, которая ниже, чем желаемый уровень. Контур тока может охватывать ярмо 412 трансформатора, которое генерирует ток посредством индукции Фарадея. В другом варианте осуществления изобретения по меньшей мере одно ярмо 402 трансформатора электромагнитного насоса может дополнительно содержать ярмо 412 индукционного трансформатора зажигания для того, чтобы генерировать индукционный ток зажигания путём дополнительного обеспечения изменяющегося во времени магнитного поля через контур зажигания из расплавленного металла, такой как контур, образованный пересекающимся потоками расплавленного металла и расплавленным металлом, содержащимся в резервуарах и поперечном соединительном канале 414. Резервуары 5c и канал 414 могут содержать электрический изолятор, такой как керамика. Ярмо 412 индукционного трансформатора зажигания может иметь крышку 413, которая может быть по меньшей мере одним типом изолятора из числа электрического и теплового, таким как керамическая крышка. Секция ярма 412 индукционного трансформатора зажигания, которая проходит между резервуарами, которые могут содержать намотанные вокруг них антенны индуктивно-связанного нагревателя, такие как спиральные катушки, может термически или электрически экранироваться крышкой 413. Керамика по меньшей мере одного компонента из числа резервуаров 5c, канала 414, и крышки 413 может являться керамикой в соответствии с раскрытием изобретения, такой как нитрид кремния (температура плавления = 1900 °C), кварц, такой как плавленый кварц, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид магния или оксид гафния. Защитный слой SiO_2 может формироваться на нитриде кремния путём контролируемого пассивного окисления.

Керамические детали, такие как кварцевые детали, могут отливаться с использованием пресс-формы, такой как пресс-форма из графита или другого тугоплавкого инертного материала. В показательном варианте осуществления изобретения форма для литья кварца с помощью способов горячей или холодной жидкости, известных в данной области техники, таких как способ Hellma Analytics (http://www.hellma-analytics.com/assets/adb/32/32e6a909951dc0e2.pdf), содержит четыре части, содержащие две зеркальные пары внутренней и внешней поверхностей компонентов энергетического элемента, таких как резервуары 5c и реакционная камера 5b31 энергетического элемента.

В варианте осуществления изобретения поперечный соединительный канал 414

поддерживает уровни серебра в резервуарах примерно постоянными. SunCell® может дополнительно содержать погружные сопла 5q инжектора 5k61. Глубина каждого погружного сопла и, следовательно, давление в головке, через которую осуществляет впрыскивание инжектор, могут оставаться по существу постоянными из-за примерно постоянного уровня расплавленного металла в каждом резервуаре 5c. В варианте осуществления изобретения, содержащем поперечный соединительный канал 414, впускная вертикальная трубка 5qa может удаляться и заменяться отверстием в бобышке 408 резервуара или в трубопроводе 416 резервуара электромагнитного насоса.

По меньшей мере один компонент из числа обмоток 401 и 411 трансформатора, электромагнитов 403, ярм 402, 404 и 412 и магнитных цепей 401a, 403a и 410 по меньшей мере одного из электромагнитных насосов и системы зажигания могут экранироваться от радиочастотного магнитного поля индуктивно-связанного нагревателя для уменьшения влияния нагрева. Экран может содержать клетку Фарадея. Толщина стенки клетки может быть больше, чем глубина проникновения радиочастотного поля индуктивно-связанного нагревателя. В варианте осуществления изобретения, содержащем систему 410 индукционного зажигания, ярмо 412 трансформатора может по меньшей мере частично охлаждаться благодаря близости антенны 5f с водяным охлаждением, которая может дополнительно служить для охлаждения по меньшей мере одного компонента из числа SunCell® и резервуаров 5c во время функционирования.

Ток зажигания может быть изменяющемся во времени, например, переменным током с частотой приблизительно 60 Гц, но может иметь другие характеристики и формы колебаний, например, форму колебаний, имеющую частоту, находящуюся по меньшей мере в одном диапазоне из числа 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, пиковый ток может находиться по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 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, и пиковое напряжение, находящееся по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно от 1 В до 1 МВ, от 2 В до 100 кВ, от 3 В до 10 кВ, от 3 В до 1 кВ, от 2 В до 100 В и от 3 В до 30 В, при этом форма колебаний сигнала может быть синусоидой, прямоугольной волной, треугольником или другой желаемой формой колебаний, которая может содержать рабочий цикл, такой как рабочий цикл, находящийся по меньшей мере в одном диапазоне из числа 1–99 %, 5–75 % и 10–50 %.

В варианте осуществления изобретения частота зажигания настраивается таким образом, чтобы вызывать соответствующую частоту выработки энергии гидрино по меньшей мере в одном компоненте из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и канала 308 МГД-преобразователя. Частота выходной мощности, такая как

частота приблизительно 60 Гц переменного тока, может регулироваться с помощью управления частотой зажигания. Частота зажигания может настраиваться путём изменения частоты изменяющегося во времени магнитного поля сборочного узла 410 индукционного трансформатора зажигания. Частота сборочного узла 410 индукционного трансформатора зажигания может регулироваться путём изменения частоты тока обмотки 411 индукционного трансформатора зажигания, при этом частота питания обмотки 411 может изменяться. Изменяющаяся во времени мощность в канале 308 МГД-преобразователя может предотвращать ударное образование потока струи аэрозоля. В другом варианте осуществления изобретения изменяющееся во времени зажигание может приводить в действие изменяющуюся во времени выработку энергии гидрино, что приводит к изменяющейся во времени выходной электрической мощности. МГД-преобразователь может выводить электричество переменного тока, которое также может содержать компонент постоянного тока. Компонент переменного тока может использоваться для электропитания по меньшей мере одной обмотки, такой как по меньшей мере одна или несколько обмоток из числа обмоток трансформатора и обмоток электромагнита, таких как по меньшей мере одна обмотка из числа обмоток цепи 401a обмотки трансформатора электромагнитного насоса и обмотки электромагнитов электромагнитной цепи 403c электромагнитного насоса.

Герметичный SunCell® с МГД-преобразователем может функционировать независимо от силы тяжести. Электромагнитные насосы, такие как 400, например, двухступенчатые электромагнитные насосы 400b с воздушным охлаждением, могут располагаться в положении, подходящем для оптимизации по меньшей мере одного компонента из уплотнительного материала и минимизации впускных и выпускных трубопроводов для расплавленного металла. Приводимым в качестве примера уплотнительным материалом является тот, в которой электромагнитные насосы располагаются посередине между концом секции 309 конденсации МГД-преобразователя и основанием резервуаров 5c (фиг. 1 (2I193-2I195)).

В варианте осуществления изобретения смесь аэрозоля серебра с парами серебра, которая выходит из сопла 307 МГД-преобразователя и входит в канал 308 МГД-преобразователя, содержит в основном жидкую фракцию. Для обеспечения в основном жидкой фракции на входе в канал 308 МГД-преобразователя смесь может содержать в основном жидкость на входе в сопло 307 МГД-преобразователя. Тепловая энергия реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, генерируемая реакцией гидрино, может большей частью преобразовываться в кинетическую энергию посредством сопла 307 МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения для обеспечения

условия, при котором основная часть запаса энергии на выходе из сопла 307 МГД-преобразователя представляет собой кинетическую энергию, смесь должна содержать в основном жидкую фракцию, а температура и давление смеси должны приближаться к температуре плавления расплавленного металла при данном давлении. Для преобразования большей доли запаса тепловой энергии смеси в кинетическую энергию, площадь расходящегося участка сопла 307 МГД-преобразователя, имеющегося сходящийся и расходящийся участки, такого как сопло де Лаваля, должна увеличиваться. Когда тепловая энергия смеси преобразуется в кинетическую энергию в сопле 307 МГД-преобразователя, температура смеси падает при соответствующем падении давления. Условие низкого давления соответствует низкой плотности пара. Низкая плотность пара уменьшает поперечное сечение для передачи прямого импульса и кинетической энергии жидкой фракции смеси. В варианте осуществления изобретения длина сопла может увеличиваться для создания более длительного времени ускорения жидкости перед выходом из сопла. В варианте осуществления изобретения площадь поперечного сечения струи аэрозоля на выходе из сопла МГД-преобразователя может уменьшаться. Уменьшение площади может реализовываться посредством одного или более средства из числа фокусирующего магнита, перегородок и другого средства, известного в данной области техники. Сфокусированная струя аэрозоля, имеющая уменьшенную площадь, может позволять уменьшать площадь поперечного сечения канала 308 МГД-преобразователя. Плотность мощности канала МГД-преобразователя может быть выше. Магниты 306 МГД-преобразователя могут быть меньше из-за меньшего объёма намагниченного канала 308.

В варианте осуществления изобретения температура смеси на входе в канал 308 МГД-преобразователя близка к температуре плавления расплавленного металла. В случае серебра температура смеси может находиться по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 965–2265°C, 1000–2000°C, 1000–1900°C и 1000–1800°C. В варианте осуществления изобретения жидкое серебро может рециркулироваться в резервуары 5c посредством электромагнитных насосов 400, 400a, 400b или 400c для восстановления по меньшей мере части тепловой энергии в жидкости.

В варианте осуществления изобретения, содержащем соединения, содержащие керамические детали и углеродные прокладки, температура рециркулируемого серебра может быть ниже по меньшей мере одной температуры из числа температуры восстановления углерода графита с керамикой и температуры разрушения материалов компонентов SunCell®, таких как компоненты из керамики. В показательном варианте осуществления изобретения, содержащем детали из оксида циркония, стабилизированного

оксидом иттрия, такие как возвратные трубопроводы 310, секция трубки электромагнитного насоса контура 405 тока, резервуары 5c, реакционная камера 5b31 энергетического элемента, сопло 307 МГД-преобразователя, канал 308 МГД-преобразователя и секция 309 конденсации МГД-преобразователя, имеющие по меньшей мере одно фланцевое соединение 407 с углеродным уплотнением между керамическими компонентами, температура серебра ниже, чем приблизительно 1800–2000 °C. Энергия аэрозоля, содержащая кинетическую энергию и тепловую энергию, может преобразовываться в электричество в канале МГД-преобразователя. Кинетическая энергия аэрозоля может преобразовываться в электричество с помощью жидкостного магнитогидродинамического механизма. Некоторая остаточная тепловая энергия, такая как энергия любого пара смеси в канале 308 МГД-преобразователя, может преобразовываться в электричество силой Лоренца, действующей на соответствующий пар. Преобразование тепловой энергии вызывает падение температуры смеси. Давление паров серебра может быть низким, соответствующим низкой температуре смеси. Канал 308 МГД-преобразователя может поддерживаться при низком фоновом давлении, таком как давление, находящееся по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 0,001–760 мм. рт. ст., 0,01–100 мм. рт. ст., 0,1–10 мм. рт. ст., для предотвращения аэрозольной струи из сопла 307 от удара, такого как ударная конденсация или турбулентный поток, в результате чего аэрозоль создаёт повышенное давление, такое как противодавление в канале 308 МГД-преобразователя.

В варианте осуществления изобретения доля пара смеси минимизируется на входе в сопло для того, чтобы уменьшать её на выходе из сопла. Доля пара может находиться по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 0,01–0,3, 0,05–0,25, 0,05–0,20, 0,05–0,15 и 0,05–0,1. Приводимые в качестве примера параметры на входе в сопло: давление 20 атм, скорость 0 м/с, температура 3253 К, массовая доля жидкости в смеси 0,9, звуковая скорость 137 м/с, число Маха 0 и кинетическая энергия 0 кДж/кг, приводимые в качестве примера параметры смеси на выходе из сопла приводятся в Таблице 3.

Таблица 3. Параметры на выходе из сопла для начальных входных параметров: давления 20 атм, доли жидкости 0,9 и массового расхода 1 кг/с.

Параметр	**Давление [атм]**					
	20	**Горловина**	**1**	**0.1**	**0.01**	**0.001**
Скорость (м/с)	0	149	412	548	647	727
Температура (K)	3253	3108	2480	2104	1830	1613
Массовая доля жидкости	0,9	0,887	0,847	0,836	0,832	0,833
Кинетическая энергия (кДж/кг)	0	11,2	84,7	150	209	264
Звуковая скорость (м/с)	137	149	174	168	159	155
Число Маха	0	1	2,37	3,26	4,06	4,71

Радиус сопла (см)		0,656	1,50	3,94	10,9	31,7
Объёмная доля жидкости (частей на миллион)	9717	5450	340	35,6	3,80	0,397

В варианте осуществления изобретения пар может по меньшей мере частично конденсироваться на конце канала МГД-преобразователя, например, в секции 309 конденсации МГД-преобразователя. Теплообменник 316 может отводить тепло для того, чтобы вызывать конденсацию. В качестве альтернативы, давление пара может быть достаточно низким для того, чтобы повышать эффективность МГД-преобразователя, не конденсируя пар, при этом пар поддерживает статическое равновесное давление в канале 308 МГД-преобразователя. В варианте осуществления изобретения сила Лоренца больше, чем сила трения при столкновении частиц любого неконденсированного пара в канале 308 МГД-преобразователя. Сила Лоренца может увеличиваться до желаемой величины посредством увеличения напряжённости магнитного поля. Магнитный поток магнитов 306 МГД-преобразователя может увеличиваться. В варианте осуществления изобретения магнитный поток может находиться по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 0,01–15 Тл, 0,05–10 Тл, 0,1–5 Тл, 0,1–2 Тл и 0,1–1 Тл. В варианте осуществления изобретения пары серебра конденсируются таким образом, что теплота испарения нагревает серебро, которое рециркулируется в резервуары или трубку двухступенчатого электромагнитного насоса, при этом на выходе есть инжектор 5k61. Пар может сжиматься компрессором 312a. Компрессор может подсоединяться к двухступенчатому электромагнитного насосу, такому как 400c.

В варианте осуществления изобретения смесь пара/аэрозоля является почти чистой жидкостью плюс кислород на выходе из сопла 307 МГД-преобразователя. Растворимость кислорода в серебре увеличивается по мере того, как температура приближается к температуре плавления, при этом растворимость составляет до приблизительно 40–50 объёмов кислорода на объём серебра (фиг. 2). Серебро поглощает кислород в канале 308 МГД-преобразователя, например, на выходе, и жидкое серебро и кислород рециркулируются. Кислород может рециркулироваться в виде газа, поглощённого в расплавленном серебре. В варианте осуществления изобретения кислород выделяется в реакционной камере 5b31 для регенерации цикла. Температура серебра, находящаяся выше его температуры плавления, также служит средством для рециркуляции или регенерации тепловой энергии. Концентрация кислорода оптимизируется для обеспечения термодинамического цикла, при этом температура рециркулируемого серебра меньше максимальной температуры функционирования компонентов SunCell®, такой как 1800 °C. В показательном варианте осуществления изобретения: (i) давление кислорода по меньшей мере в одном компоненте из числа реакционной камеры 5b31 энергетического

элемента и сопла 307 МГД-преобразователя составляет 1 атм, (ii) серебро на выходе из канала 308 МГД-преобразователя является почти полностью жидкостью, такой как аэрозоль, (iii) массовый расход кислорода составляет приблизительно 0,3 масс.%, и (iv) температура на выходе из канала МГД-преобразователя составляет приблизительно 1000 °C, при этом O_2 ускоряет аэрозоль и затем поглощается серебром при 1000 °C. Жидкая смесь серебра и кислорода рециркулируется в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента, при этом выделяется кислород с образованием термодинамического цикла. Потребность в компрессоре для газа, таком как 312a, и соответствующая собственная мощность нагрузки могут уменьшаться или устраняться. В варианте осуществления изобретения давление кислорода может находиться по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 0,0001–1000 атм, 0,01–100 атм, 0,1–10 атм и 0,1–1 атм. Кислород может иметь более высокое парциальное давление в одной области энергетического элемента, такой как по меньшей мере один компонент из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и сопла 307, относительно выхода канала 308 МГД-преобразователя. SunCell® может иметь фоновое парциальное давление кислорода, которое может повышаться в одной области энергетического элемента, такой как по меньшей мере одна область из числа реакционной камеры 5b31 энергетического элемента и сопла 307, относительно выхода 308 канала МГД-преобразователя. Из-за гораздо более высокой теплоёмкости кислорода и неконденсируемости при рабочей температуре, сопло МГД-преобразователя может уменьшаться в размере относительно размера МГД-преобразователя, который использует только пары серебра для обеспечения ускорения струи аэрозоля.

Термодинамический цикл может оптимизироваться для максимизации эффективности электрического преобразования. В варианте осуществления изобретения кинетическая энергия смеси максимизируется при минимизации доли пара. В варианте осуществления изобретения рециркуляция или регенерация тепловой энергии обеспечивается как функция температуры рециркулированного серебра от выхода канала 308 МГД-преобразователя в реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. Температура рециркулируемого серебра может поддерживаться ниже максимальной температуры функционирования компонентов SunCell®, например, такой как 1800 °C. В другом варианте осуществления изобретения сила Лоренца может охлаждать смесь для того, чтобы по меньшей мере частично конденсировать жидкую фазу, при этом соответствующая выделенная теплота испарения по меньшей мере частично передаётся в жидкую фазу. По меньшей мере один эффект из числа из расширения в сопле МГД-преобразователя, расширения в канале 308 МГД-преобразователя и охлаждения силой

Лоренца в канале 308 МГД-преобразователя может снижать температуру смеси на одном или нескольких выходах сопла 307 МГД-преобразователя и канала 308 МГД-преобразователя ниже температуры плавления серебра. Тепло, выделяемое при конденсации пара, может поглощаться, таким образом приближаясь к теплу, необходимому для плавления серебра и теплоёмкости серебра с повышением температуры. Серебро, нагретое теплотой испарения конденсированных паров, может рециркулироваться для регенерации соответствующей тепловой энергии. В другом варианте осуществления изобретения, для повышения эффективности, относительно холодный аэрозоль может впрыскиваться в компонент преобразования энергии, такой как сопло 307 МГД-преобразователя или канал 308 МГД-преобразователя, с помощью такого средства, как канал из резервуара 5c.

Керамические детали SunCell® могут соединяться средством в соответствии с раскрытием изобретения, таким как склеивание керамическим клеем двух или более керамических деталей, пайка керамических деталей с металлическими деталями, уплотнения с накидной гайкой, уплотнения с прокладкой и гидравлический затвор. Уплотнение с прокладкой может содержать два фланца, уплотнённых прокладкой. Фланцы могут соединяться с помощью крепёжных деталей, таких как болты. Соединение с накидной гайкой или уплотнение с прокладкой могут содержать углеродную прокладку. По меньшей мере один компонент из числа гайки, сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, опорной плиты 5b8 резервуара и нижней полусферы 5b41 может содержать материал, который является устойчивым к карбонизации и образованию карбидов, такой как никель, углерод и нержавеющая сталь, которая является устойчивой к карбонизации, такая как нержавеющая сталь 625 или нержавеющая сталь Haynes 230. Соединение накидной гайки между сборочным узлом электромагнитного насоса и керамическим резервуаром может содержать сборочный узел электромагнитного насоса 5kk, содержащий кольцевую муфту с резьбой, и гайку из нержавеющей стали, стойкой к карбонизации, такой как нержавеющая сталь 625 или нержавеющая сталь Haynes 230, и графитовую прокладку, при этом гайка навинчивается на кольцевую муфту для того, чтобы притягивать её к прокладке. Уплотнение фланцевого соединения между сборочным узлом 5kk электромагнитного насоса и резервуаром 5c может содержать опорную плиту 5b8 резервуара с отверстиями под болты, керамический резервуар, имеющий фланец с отверстиями под болты, и углеродную прокладку. Сборочный узел электромагнитного насоса, имеющий опорную плиту резервуара, может содержать нержавеющую сталь, стойкую к карбонизации, такую как нержавеющая сталь 625 или нержавеющая сталь Haynes 230. Фланец резервуара может прикрепляться к опорной плите 5b8 с помощью

болтов, затягивающих прокладку из углерода или графита. В варианте осуществления изобретения химической реакции восстановления углерода между углеродом, таким как углерод прокладки, и оксидом, содержащимся в детали, такой как резервуар 5c, содержащий оксид, такой как MgO, Al_2O_3 или ZrO_2, избегают путём поддерживания соединения, содержащего оксид, в контакте с углеродом при нереакционноспособной температуре, ниже температуры протекания реакции восстановления углерода. В варианте осуществления изобретения температура реакции восстановления углерода MgO находится выше диапазона приблизительно 2000–2300 °C.

В показательном варианте осуществления изобретения керамика, такая как оксидная керамика, такая как диоксид циркония или оксид алюминия, может металлизироваться сплавом, таким как Mo-Mn. Две металлизированные керамические детали могут соединяться с помощью пайки. Металлизированная керамическая деталь и металлическая деталь, такая как шины 5k2 электромагнитного насоса, могут соединяться с помощью пайки. Металлизация может наноситься для защиты от окисления. Приводимые в качестве примера покрытия включают в себя никель и благородные металлы в случае водного окислителя и благородный металл в случае кислорода. В показательном варианте осуществления изобретения трубка 5k6 электромагнитного насоса из оксида алюминия или оксида циркония металлизируется в местах проходов для шин 5k2 электромагнитного насоса, а шины 5k2 электромагнитного насоса соединяются с металлизированными проходами трубки электромагнитного насоса посредством пайки. В другом показательном варианте осуществления изобретения по меньшей мере два компонента из числа сборочного узла 5kk электромагнитного насоса, электромагнитного насоса 5ka, трубки 5k6 электромагнитного насоса, впускной вертикальной трубки 5qa, трубки 5k61 инжектора электромагнитного насоса, резервуаров, сопла 307 МГД-преобразователя и канала 308 МГД-преобразователя могут склеиваться керамическим клеем. Керамические детали могут изготавливаться с использованием способов в соответствии с раскрытием изобретения или способов, известных в данной области техники. Керамические детали могут изготавливаться способами формовки, литья или спекания из порошка, склеивания вместе или привинчивания друг к другу. В варианте осуществления изобретения компонент может изготавливаться из необожжённой керамики и спекаться. В показательном варианте осуществления изобретения детали из оксида алюминия могут быть спекаться вместе. В другом варианте осуществления изобретения множество деталей могут изготавливаться в виде деталей из необожжённой керамики, собираться и спекаться вместе. Размеры деталей и материалы могут выбираться таким образом, чтобы компенсировать усадку деталей.

В варианте осуществления изобретения керамическая деталь SunCell®, такая как деталь, содержащая по меньшей мере ZrC-ZrB2-SiC, может формироваться путём шарового измельчения стехиометрической смеси порошков компонентов, отформованной до желаемой формы в пресс-форме и спечённой с помощью таких способов как горячее изостатическое прессование (HIP) или искровое плазменное спекание (SPS). Керамика может иметь относительно высокую плотность. В варианте осуществления изобретения полые детали, такие как трубка 5k6 электромагнитного насоса, могут отливаться с использованием баллона для полой детали. Давление в баллоне может быть спущено после литья, а деталь спечена. В качестве альтернативы, детали могут изготавливаться с помощью трёхмерной печати. Детали, такие как по меньшей мере одна деталь из числа нижней полусферы 5b41 и верхней полусферы 5b42, могут отливаться способом шликерного литья, а такие детали, как резервуары 5c, могут формироваться по меньшей мере одним способом из числа выдавливания и прессования. Другие способы изготовления включают в себя по меньшей мере один способ из числа распылительной сушки, литья под давлением, механической обработки, металлизации и нанесения покрытия.

В варианте осуществления изобретения детали из карбидной керамики могут изготавливаться в виде графита, который вступает в химическую реакцию с соответствующим металлом, таким как цирконий или кремний, для получения деталей из ZrC или SiC соответственно. Детали, содержащие различную керамику, могут соединяться вместе способами в соответствии с раскрытием изобретения или способами, известными в данной области техники, такими как резьба, склеивание, гидравлический затвор, пайка и уплотнение с прокладкой. В варианте осуществления изобретения трубка электромагнитного насоса может содержать секции трубки, колена и выступы 5k2 шины, которые склеиваются друг с другом. В показательном варианте осуществления изобретения склеенные части трубки электромагнитного насоса содержат ZrC или графит, который вступает в химическую реакцию с металлом Zr для образования ZrC. В качестве альтернативы, детали могут содержать ZrB_2 или аналогичную неокисляющуюся проводящую керамику.

В варианте осуществления изобретения электроды 304 МГД-преобразователя являются жидкими электродами, такими как жидкие серебряные электроды. По меньшей мере один компонент из числа подводящих проводов 305 МГД-преобразователя и питающих вводов 301 через сквозное отверстие может содержать отверждённый расплавленный металл, такой как отверждённое серебро, аналогично гидравлическому затвору, при этом по меньшей мере один компонент из числа подводящих проводов или

питающих вводов через сквозное отверстие может охлаждаться для поддержания твёрдого состояния металла. МГД-преобразователь может содержать рельефную структуру, которая содержит по меньшей мере один компонент из числа электродов 304 МГД-преобразователя, электрически изолированных подводящих проводов, таких как 305, изолирующих разделителей электродов и питающих вводов через сквозное отверстие, таких как те, которые проходят к шине МГД-преобразователя через питающие вводы через сквозное отверстие, имеющиеся на фланце, таком как 310. Компоненты с рельефной структурой, содержащие жидкие электроды, такие как серебряные электроды, и изолирующие разделители, могут содержать капиллярный материал для поддержания жидкого металла в желаемой форме и расстояния между жидкими электродами, такими как серебряные электроды, с изолирующими разделителями между электродами. По меньшей мере один компонент из капиллярного материала и изолирующих разделителей рельефной структуры может содержать керамику. Капиллярный материал жидких электродов может содержать пористую керамику. Электроизоляционный разделитель может содержать плотную керамику, которая может не смачиваться серебром. Подводящие провода могут содержать электрически изолированные каналы и трубки, которые могут охлаждаться, например, с помощью водяного охлаждения, для поддержания твёрдого состояния подводящего провода. Показательный вариант осуществления изобретения содержит электрически изолированный подводящий провод 305 электрода МГД-преобразователя, который охлаждается для того, чтобы поддерживать затвердевшее состояние серебра внутри для того, чтобы служить в качестве подводящего провода. В другом варианте осуществления изобретения по меньшей мере один компонент из числа подводящих проводов 305 МГД-преобразователя и питающих вводов 301 через сквозное отверстие может содержать иридий, такой как иридий в виде покрытия, такой как покрытый иридием Mo, или стойкую к окислению нержавеющую сталь, такую как нержавеющая сталь 625.

Приводимые в качестве примера материалы для SunCell® с МГД-преобразователем включают в себя: (i) резервуары 5c, реакционную камеру 5b31 энергетического элемента и сопло 307: твёрдый оксид, такой как стабилизированный оксид циркония или оксид гафния, (ii) канал 308 МГД-преобразователя: MgO или Al_2O_3, (iii) электроды 304: ZrC или ZrC-ZrB_2, ZrC-ZrB_2-SiC и ZrB_2 с композитом, содержащим 20% SiC, который может функционировать при температуре до 1800 °C, или металл, покрытый благородным металлом, (iv) электромагнитный насос 5ka: металл, такой как нержавеющий сталь, покрытый благородным металлом, таким как по меньшей мере один металл из числа платины (Pt), палладия (Pd), рутения (Ru), родия (Rh) и иридия (Ir), или нержавеющая

сталь 410, покрытая материалом, имеющим схожий коэффициент теплового расширения, таким как сплав палладий-золото-ванадий марки Paloro-3V (фирмы Morgan Advanced Materials), (v) соединение резервуара 5c и сборочного узла 5kk электромагнитного насоса: резервуар из оксида, такого как ZrO_2, HfO_2 или Al_2O_3, который припаивается к опорной плите сборочного узла 5kk электромагнитного насоса из нержавеющей стали 410, при этом припой содержит сплав палладий-золото-ванадий марки Paloro-3V (фирмы Morgan Advanced Materials), (vi) инжектор 5k61 и впускная вертикальная трубка 5qa: твёрдый оксид, такой как стабилизированный оксид циркония или оксид гафния, и (vii) избирательная к кислороду мембрана: проницаемая для кислорода мембрана из $BaCo_{0,7}Fe_{0,2}Nb_{0,1}O_{3-\delta}$ (BCFN), которая может покрываться $Bi_{26}Mo_{10}O_{69}$ для увеличения скорости проникновения кислорода.

В варианте осуществления изобретения SunCell® дополнительно содержит датчик кислорода и систему управления кислородом, такую как средство, которое выполняет по меньшей мере одну функцию из числа разбавления кислорода благородным газом и откачки благородного газа. Первое средство может содержать по меньшей мере один компонент из числа бака для благородного газа, клапана, регулятора и насоса. Второе средство может содержать по меньшей мере один компонент из числа клапана и насоса.

Реакционная смесь гидрино реакционной камеры 5b31 энергетического элемента может дополнительно содержать источник кислорода, такой как по меньшей мере один источник из числа H_2O и соединения, содержащего кислород. Источник кислорода, такой как соединение, содержащее кислород, может быть в избытке для поддержания почти постоянного запаса источника кислорода, при этом во время функционирования энергетического элемента небольшая часть обратимо реагирует с обеспечиваемым источником H, таким как газообразный H_2, с образованием катализатора HOH. Примерами соединений, содержащих кислород, являются MgO, CaO, SrO, BaO, ZrO_2, HfO_2, Al_2O_3, Li_2O, $LiVO_3$, Bi_2O_3, Al_2O_3, WO_3 и другие соединения в соответствии с раскрытием изобретения. Соединение-источник кислорода может быть тем, которое используется для стабилизации оксидной керамики, такой как оксид иттрия или оксид гафния, такой как оксид иттрия (Y_2O_3), оксид магния (MgO), оксид кальция (CaO), оксид стронция (SrO), оксид тантала (Ta_2O_5) оксид бора (B_2O_3), TiO_2, оксид церия (Ce_2O_3), цирконат стронция ($SrZrO_3$), цирконат магния ($MgZrO_3$), цирконат кальция ($CaZrO_3$) и цирконат бария ($BaZrO_3$).

В показательном варианте осуществления изобретения, в котором электропроводность превышает приблизительно 20 кСм/м, а температура плазмообразующего газа составляет приблизительно 4000 К, давление в реакционной

камере поддерживается в диапазоне приблизительно 15–25 МПа для того, чтобы поддерживать поток в канале 308 МГД-преобразователя, направленный против силы Лоренца. В показательном варианте осуществления изобретения проводимость поддерживается на уровне приблизительно 700 См/м, температура плазмообразующего газа составляет приблизительно 4000 К, давление в реакционной камере 5b31 энергетического элемента составляет приблизительно 0,6 МПа, скорость на выходе из сопла 307 составляет приблизительно 1,24 Маха, площадь выхода из сопла приблизительно 3,3 $см^2$, диаметр на выходе из сопла приблизительно 2,04 см, давление на выходе из сопла приблизительно 213 кПа, температура на выходе из сопла приблизительно 2640 К, массовый расход через сопло приблизительно 250 г/с, напряжённость магнитного поля в канале 308 МГД-преобразователя составляет приблизительно 2 Тл, длина канала 308 МГД-преобразователя составляет приблизительно 0,2 м, давление на выходе канала МГД-преобразователя составляет приблизительно 11 кПа, температура на выходе канала МГД-преобразователя составляет приблизительно 1175 К, а выходная электрическая мощность составляет приблизительно 180 кВт. В идеальном варианте осуществления изобретения эффективность определяется уравнением Карно, при этом неизбежные потери мощности от температуры плазмы до температуры окружающей среды представляют собой потери в насосе для газа и жидкого металла.

В варианте осуществления изобретения МГД-преобразователь для любого источника энергии, такого как ядерное или горючее, способного нагревать серебро для образования по меньшей мере одной составляющей из числа паров серебра и аэрозоля серебра, содержит МГД-преобразователь в соответствии с раскрытием изобретения, дополнительно содержащий по меньшей мере один теплообменник для передачи тепла от источника энергии для нагрева по меньшей мере одного компонента из числа резервуаров 5c и реакционной камеры 5b31 энергетического элемента с той целью, чтобы производить по меньшей мере одну составляющую из числа паров серебра и аэрозоля серебра. МГД-преобразователь может дополнительно содержать источник ионизации, такой как по меньшей мере один источник добавки, такой как щелочной металл, такой как цезий, который является термически ионизированным, и ионизатор, такой как лазер, генератор радиочастотного разряда, генератор микроволнового разряда и генератор тлеющего разряда.

В варианте осуществления электроэнергетической системы SunCell®, содержащей преобразователь энергии нагревателя, каждый из электромагнитных насосов двойных инжекторов расплавленного металла может быть электромагнитным насосом индукционного типа для впрыскивания потока расплавленного металла, который

пересекается с другим потоком внутри сосуда. Источник электропитания системы зажигания может содержать систему 410 индукционного зажигания, которая может содержать источник переменного магнитного поля, проходящего через замкнутый контур расплавленного металла, которое генерирует переменный ток в металле, который содержит ток зажигания. Источник переменного магнитного поля может содержать первичную обмотку 411 трансформатора, содержащую электромагнит трансформатора и магнитное ярмо 412 трансформатора, а серебро может по меньшей мере частично служить вторичной обмоткой трансформатора, такой как одновитковая короткозамкнутая обмотка, которая охватывает первичную обмотку трансформатора и содержит в качестве контура индукционного тока. Резервуары 5c могут содержать поперечный соединительный канал 414 для расплавленного металла, который соединяет два резервуара таким образом, что контур тока охватывает ярмо 412 трансформатора, при этом контур индукционного тока содержит ток, генерируемый в расплавленном серебре, содержащемся в резервуарах 5c, поперечном соединительном канале 414, серебре в инжекторных трубках 5k61 и впрыскиваемые потоки расплавленного серебра, которые пересекаются для замыкания контура индукционного тока. Реакционные газы, такие как водород и кислород, могут подаваться в энергетический элемент через сборочный узел 309e для напуска и откачки газа в корпусе 309b для газа. Корпус 309e для газа может находиться снаружи сферического теплообменника вдоль оси верхнего полюса сферы. Корпус для газа может содержать тонкий трубопровод для газа, соединяющийся с верхней частью сферической реакционной камеры 5b31 энергетического элемента посредством фланцевого соединения. Соединение трубопровода для газа может проходить внутри концентрической трубки подачи охлаждающей жидкости, которая обеспечивает поток охлаждающей жидкости в сферический теплообменник. На стороне реакционной камеры энергетического элемента фланцевое соединение с трубопроводом для газа может соединяться с использованием полупроницаемой для газа мембраны 309d, такой как пористая керамическая мембрана.

Вариант осуществления нагревателя или генератора тепловой энергии SunCell® (фиг. 1 (2I196)) содержит сферическую реакционную камеру 5b31 энергетического элемента с пространственно разделённым по окружности полусферическим теплообменником 114, содержащим панели или секции 114a, которые принимают тепло посредством излучения от сферического реактора 5b4. Каждая панель может содержать участок сферической поверхности, образованный двумя большими окружностями, проходящими через полюсы сферы. Теплообменник 114 может дополнительно содержать коллектор 114b, такой как тороидальный коллектор с трубопроводом 114c для охлаждающей жидкости от каждой из панелей 114a теплообменника, и выпускное

отверстие 114f для охлаждающей жидкости коллектора. Каждый трубопровод 114c для охлаждающей жидкости может содержать впускное отверстие 114d для охлаждающей жидкости и выпускное отверстие 114e для охлаждающей жидкости. Генератор тепловой энергии может дополнительно содержать газовый баллон 421 с впускным и выпускным отверстием 309e и трубку 422 для подачи газа, которая проходит через верхнюю часть теплообменника 114 к газопроницаемой мембране 309d на верхней части сферического энергетического элемента 5b31. Трубка 422 для подачи газа может проходить через коллектор 114b сбора охлаждающей жидкости в верхней части теплообменника 114. В другом варианте осуществления нагревателя SunCell® (фиг. 1 (2I156-2I160 и 2I196)) реакционная камера 5b31 энергетического элемента может быть цилиндрической с цилиндрическим теплообменником 114. Газовый баллон 421 может располагаться снаружи теплообменника 114, при этом трубка 422 для подачи газа соединяется с полупроницаемой для газа мембраной 309d в верхней части реакционной камеры 5b31 энергетического элемента, проходя через теплообменник 114. Холодная вода может подаваться во впускное отверстие 113 и нагреваться в теплообменнике 114 для образования пара, который накапливается в паровом котле 116 и выходит через выпускное отверстие 111 для пара. Генератор тепловой энергии может дополнительно содержать двойные инжекторы расплавленного металла, содержащие индукционные электромагнитные насосы 400, резервуары 5c и реакционную камеру 5b31 энергетического элемента. По меньшей мере один нагреваемый элемент SunCell®, такой как резервуары 5c, может нагреваться с помощью антенны 5f индуктивно-связанного нагревателя. Нагреватель SunCell® может содержать систему индукционного зажигания, такую как система, содержащая обмотку 411 индукционного трансформатора зажигания и ярмо 412 индукционного трансформатора зажигания.

Показательные варианты осуществления изобретения

В показательном варианте осуществления электрического генератора SunCell® в соответствии с раскрытием изобретения, содержащего фотогальванический преобразователь: (i) сборочный узел 5kk электромагнитного насоса может содержать нержавеющую сталь, при этом поверхности, подверженные окислению, такие как внутренняя часть трубки 5k6 электромагнитного насоса, могут покрываться стойким к окислению покрытием, таким как никелевое покрытие, при этом нержавеющая сталь, такая как Инконель, выбирается таким образом, чтобы иметь коэффициент теплового расширения, подобный никелевому, (ii) резервуары 5c могут содержать нитрид бора, такой как BN-Ca, который может стабилизироваться против окисления, (iii) соединение между резервуаром и сборочным узлом 5kk электромагнитного насоса может содержать

гидравлический затвор, (iv) расплавленный металл может содержать серебро, (v) впускная вертикальная трубка 5qa и инжекторная трубка 5k61 могут содержать ZrO_2, при этом они ввинчиваются в кольцевую муфту в опорной плите 5kk1 сборочного узла электромагнитного насоса, (vi) нижняя полусфера 5b41 может содержать углерод, такой как пиролитический углерод, который является устойчивым к химической реакции с водородом, (vii) верхняя полусфера 5b42 может содержать углерод, такой как пиролитический углерод, который является устойчивым к химической реакции с водородом, (viii) источник кислорода может содержать CO, при этом CO может добавляться в виде газа, подаваемого путём управляемого термического или другого разложения карбонила, такого как карбонил металла (например, $W(CO)_6$, $Ni(CO)_4$, $Fe(CO)_5$, $Cr(CO)_6$, $Re_2(CO)_{10}$ и $Mn_2(CO)_{10}$) и поставляться в качестве источника CO_2 или газа CO_2, при этом CO_2 может разлагаться в плазме гидрино с выделением CO или может вступать в химическую реакцию с углеродом, таким как подаваемый жертвенный углеродный порошок, для подачи CO, или O_2 может добавляться через проницаемую для кислорода мембрану в соответствии с раскрытием изобретения, такую как проницаемая для кислорода мембрана из $BaCo_{0,7}Fe_{0,2}Nb_{0,1}O_{3-\delta}$ (BCFN), которая может покрываться $Bi_{26}Mo_{10}O_{69}$ для увеличения скорости проникновения кислорода, при этом добавленный O_2 может вступать в химическую реакцию с жертвенным углеродным порошком для поддержания желаемой концентрации CO, которая отслеживается датчиком и управляется контроллером, (ix) источник водорода может содержать газообразный H_2, который может подаваться через проницаемую для водорода мембрану, такую как мембрана из Pd или Pd-Ag, в стенке трубки 5k4 электромагнитного насоса, с использованием контроллера массового расхода для управления потоком водорода от электролизёра воды высокого давления, (x) соединение между резервуаром и нижней полусферой 5b41 может содержат соединение накидной гайки, которое может содержать углеродную прокладку и углеродную гайку, и (xi) фотогальванический преобразователь может содержать плотную приёмную матрицу, содержащую многопереходные фотогальванические элементы III-V, которые охлаждаются холодными пластинами. Реакционная камера 5b31 энергетического элемента может содержать источник жертвенного углерода, такой как углеродный порошок, для удаления O_2 и H_2O, которые в противном случае вступали бы в химическую реакцию со стенками углеродной реакционной камеры энергетического элемента. Скорость протекания химической реакции воды с углеродом зависит от площади поверхности, которая на много порядков больше в случае жертвенного углерода, по сравнению с площадью поверхности стенок реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. В варианте осуществления изобретения внутренняя стенка углеродной

реакционной камеры энергетического элемента содержит углеродный пассивирующий слой. В варианте осуществления изобретения внутренняя стенка реакционной камеры энергетического элемента покрывается рениевым покрытием для защиты стенки от окисления H_2O. В варианте осуществления изобретения запас кислорода в SunCell® остаётся примерно постоянным. В варианте осуществления изобретения дополнительный запас кислорода может добавляться в виде по меньшей мере одного соединения из числа CO_2, CO, O_2 и H_2O. В варианте осуществления изобретения добавленный H_2 может вступать в химическую реакцию с жертвенным порошкообразным углеродом для образования метана, таким образом, что реагенты гидрино содержат по меньшей мере один углеводород, образованный из элементов O, C и H, такой как метан, и по меньшей мере одно соединение кислорода, образованное из элементов O, C и H, такое как CO или CO_2. Соединение кислорода и углеводород могут служить источником кислорода и источником H, соответственно, для образования катализатора HOH и H.

SunCell® может дополнительно содержать системы безопасности, связанные с монооксидом углерода, такие как по меньшей мере один компонент из числа датчиков CO, вентиля CO, газа-разбавителя CO и поглотителя CO. Содержание CO может ограничиваться по меньшей мере в одном параметре из числа концентрации и общего запаса для обеспечения безопасности. В варианте осуществления изобретения CO может удерживаться реакционной камерой 5b31 и, необязательно, камерой 5b3a1 внешнего сосуда. В варианте осуществления изобретения SunCell® может содержать вторичную камеру для удержания и разбавления любого CO, который вытекает из реакционной камеры 5b31 энергетического элемента. Вторичная камера может содержать по меньшей мере один компонент из числа камеры 5b3 энергетического элемента, камеры 5b3a1 внешнего сосуда, нижней камеры 5b5 и другой камеры, которая может принимать CO для того, чтобы по меньшей мере вмещать в себя или разбавлять просочившийся CO до безопасного уровня. Датчик CO может обнаруживать любую утечку CO. SunCell® может дополнительно содержать по меньшей мере один компонент из числа бака с разбавляющим газом, клапана бака с разбавляющим газом, выпускного клапана и контроллера CO для того, чтобы принимать входные данные от датчика CO и управлять размером отверстия и потоком в клапанах для разбавления и выпуска или откачки CO с такой скоростью, чтобы его концентрация не превышала желаемого или безопасного уровня. Поглотитель CO в камере, в которой имеется утечка CO, также может поглощать просочившийся CO. Приводимыми в качестве примера поглотителями CO являются соли аммония меди, растворённый в растворе HCl хлорид меди, аммиачный раствор или ортоанизидин, и другие поглотители, известные специалистам в данной области техники.

Любой откачиваемый CO может находиться в концентрации, которая составляет менее чем приблизительно 25 частей на миллион. В показательном варианте осуществления изобретения, в котором концентрация CO в реакционной камере энергетического элемента поддерживается на уровне приблизительно 1000 частей на миллион, а реакционная камера энергетического элемента с CO содержит общий запас CO, объём внешней камеры или вторичной камеры относительно объёма реакционной камеры энергетического элемента больше, чем в 40 раз, таким образом, что SunCell® по своей природе безопасен для утечки CO. В варианте осуществления изобретения SunCell® дополнительно содержит реактор CO, такой как окислитель, такой как камера сгорания, или устройство для разложения, такое как плазменный реактор, для химической реакции CO с целью образования безопасного продукта, такого как CO_2 или C и O_2. Приводимым в качестве примера продуктом каталитического окислителя является поглотитель CO Marcisorb, содержащий молекулит (Molecular, http://www.molecularproducts.com/products/marcisorb-co-absorber).

В варианте осуществления изобретения водород может служить катализатором. Источник водорода для подачи nH (n является целым числом) в качестве катализатора, и атомы H для образования гидрино могут содержать газообразный H_2, который может подаваться через проницаемую для водорода мембрану, такую как мембрана из Pd или Pd-Ag, такую как мембрана из сплава, содержащего 23 % Ag и 77 % Pd, в стенке трубки 5k4 электромагнитного насоса, с использованием контроллера массового расхода для управления потоком водорода из электролизёра воды высокого давления. Использование водорода как катализатора в качестве замены катализатора HOH может избежать реакции окисления по меньшей мере одного компонента энергетического элемента, такого как углеродная реакционная камера 5b31 энергетического элемента. Плазма, поддерживаемая в реакционной камере энергетического элемента, может разлагать H_2 с образованием атомов H. Углерод может быть пиролитическим углеродом для подавления химической реакции между углеродом и водородом.

В показательном варианте осуществления нагревателя SunCell® в соответствии с раскрытием изобретения: (i) сборочный узел 5kk электромагнитного насоса может содержать нержавеющую сталь, при этом поверхности, подверженные окислению, такие как внутренняя часть трубки 5k6 электромагнитного насоса, могут покрываться стойким к окислению покрытием, таким как никелевое покрытие, (ii) резервуары 5c могут содержать ZrO_2, стабилизированный в кубической форме с помощью MgO или Y_2O_3, (iii) соединение между резервуаром и сборочным узлом 5kk электромагнитного насоса может содержать гидравлический затвор, (iv) расплавленный металл может содержат серебро, (v) впускная

вертикальная трубка 5qa и инжекторная трубка 5k61 могут содержать ZrO_2, при этом они ввинчиваются в кольцевую муфту опорной плиты 5kk1 сборочного узла электромагнитного насоса, (vi) нижняя полусфера 5b41 может содержать ZrO_2, стабилизированный в кубической форме с помощью MgO или Y_2O_3, (vii) верхняя полусфера 5b42 может содержать ZrO_2, стабилизированный в кубической форме с помощью MgO или Y_2O_3, (viii) источник кислорода может содержать оксид металла, такой как оксид щелочного или щелочноземельного металла или их смеси, (ix) источник водорода может содержать газообразный H_2, который может подаваться через проницаемую для водорода мембрану в стенке трубки 5k4 электромагнитного насоса с использованием контроллера массового расхода для управления потоком водорода из электролизёра воды высокого давления, (x) соединение между резервуаром и нижней полусферой 5b41 может содержать керамический клей, (x) соединение между нижней полусферой 5b41 и верхней полусферой 5b42 может содержать керамический клей, и (xi) теплообменник может содержать излучающий паровой котел. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере одна полусфера из числа нижней 5b41 и верхней 5b42 может содержать материал с высокой теплопроводностью, такой как проводящая керамика, такая как керамика в соответствии с раскрытием изобретения, такая как по меньшей мере одна керамика из числа ZrC, ZrB_2 и ZrC-ZrB_2 и композита ZrC-ZrB_2-SiC, которая является устойчивой к окислению при температуре до 1800 °C, для улучшения теплообмена от внутренней части к внешней части энергетического элемента.

В показательном варианте осуществления электрического генератора SunCell® в соответствии с раскрытием изобретения, содержащего магнитогидродинамический (МГД) преобразователь: (i) сборочный узел 5kk электромагнитного насоса может содержать нержавеющую сталь, при этом поверхности, подверженные окислению, такие как внутренняя часть трубки 5k6 электромагнитного насоса, могут покрываться стойким к окислению покрытием, таким как никелевое покрытие, (ii) резервуары 5c могут содержать ZrO_2, стабилизированный в кубической форме с помощью MgO или Y_2O_3, (iii) соединение между резервуаром и сборочным узлом 5kk электромагнитного насоса может содержать гидравлический затвор, (iv) расплавленный металл может содержать серебро, (v) впускная вертикальная трубка 5qa и инжекторная трубка 5k61 могут содержать ZrO_2, при этом они ввинчиваются в кольцевую муфту опорной плиты 5kk1 сборочного узла электромагнитного насоса, (vi) нижняя полусфера 5b41 может содержать ZrO_2, стабилизированный в кубической форме с помощью MgO или Y_2O_3, (vii) верхняя полусфера 5b42 может содержать ZrO_2, стабилизированный в кубической форме с помощью MgO или Y_2O_3, (viii) источник кислорода может содержать оксид металла,

такой как оксид щелочных или щелочноземельных металлов или их смеси, (ix) источник водорода может содержать газообразный H_2, который может подаваться через проницаемую для водорода мембрану в стенке трубки 5k4 электромагнитного насоса с использованием контроллера массового расхода для управления потоком водорода из электролизёра воды высокого давления, (x) соединение между резервуаром и нижней полусферой 5b41 может содержать керамический клей, (x) соединение между нижней полусферой 5b41 и верхней полусферой 5b42 может содержать керамический клей, (xi) сопло 307 МГД-преобразователя, канал 308 и секции конденсации 309 могут содержать ZrO_2, стабилизированный в кубической форме с помощью MgO или Y_2O_3, (xii) электроды 304 МГД-преобразователя могут содержать тугоплавкий металл, покрытый Pt, такой как Mo или W, покрытые Pt, углерод, который является устойчивым к химической реакции с водой при температуре до 700 °C, композиты ZrC-ZrB_2 и ZrC-ZrB_2-SiC, которые является устойчивыми к окислению при температуре до 1800 °C, или серебряный жидкий электрод, и (xiii) возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя, возвратный электромагнитный насос 312, трубка 313 возвратного электромагнитного насоса могут содержать нержавеющую сталь, при этом поверхности, подверженные окислению, такие как внутренние части трубок и трубопроводов, могут покрываться стойким к окислению покрытием, таким как никелевое покрытие. Магнит 306 МГД-преобразователя может быть постоянным магнитом, таким как кобальтово-самариевый магнит, имеющий плотность магнитного потока 1 Тл.

В показательном варианте осуществления электрического генератора SunCell® в соответствии с раскрытием изобретения, содержащего магнитогидродинамический (МГД) преобразователь: (i) электромагнитный насос может быть двухступенчатого индукционного типа, при этом 1-я ступень служит в качестве возвратного насоса МГД-преобразователя, а 2-я ступень служит в качестве впрыскивающего насоса, (ii) секция трубки электромагнитного насоса контура 405 тока, контур 406 тока электромагнитного насоса, соединительные фланцы 407, сборочный узел 409 опорной плиты резервуара и возвратный трубопровод 310 МГД-преобразователя могут содержать кварц, такой как плавленый кварц, нитрид кремния, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид магния или оксид гафния, (iii) обмотки 401 трансформатора, ярма 404a и 404b трансформатора и электромагниты 403a и 403b могут иметь водяное охлаждение; (iv) резервуары 5c, реакционная камера 5b31 энергетического элемента, сопло 307 МГД-преобразователя, канал 308 МГД-преобразователя, секция 309 конденсации МГД-преобразователя и корпус 309b для газа могут содержать кварц, такой как плавленый кварц, нитрид кремния, оксид алюминия, диоксид циркония, оксид магния или оксид гафния, при этом ZrO_2 является

стабилизированным в кубической форме с помощью MgO или Y_2O_3, (v) по меньшей мере один компонент из числа корпуса 309b для газа и секции 309 конденсации МГД-преобразователя может содержать нержавеющую сталь, такую как нержавеющая сталь 625, или Mo с покрытием из иридия, (vi) (a) соединения между компонентами могут содержать фланцевые уплотнения с прокладками, такими как углеродные прокладки, клеевые уплотнения или гидравлические затворы, при этом гидравлический затвор может соединять разнородную керамику или керамические и металлические детали, такие как детали из нержавеющей стали, (б) фланцевые уплотнения с графитовыми прокладками могут соединять металлические детали или керамические детали с металлическими, которые функционируют при температуре ниже температуры карбонизации металла, и (c) фланцевые уплотнения с прокладками могут соединять металлические детали или керамические детали с металлическими, при этом графитовые прокладки контактируют с металлической частью уплотнения, содержащего металл или покрытие, такое как никель, который не подвержен карбонизации, или применяется другая высокотемпературная прокладка, подходящая для рабочей температуры, (vii) расплавленный металл может содержать серебро, (viii) впускная вертикальная трубка 5qa и инжекторная трубка 5k61 могут содержать ZrO_2, при этом они ввинчиваются в кольцевую муфту сборочного узла 409 опорной плиты резервуара, (ix) источник кислорода и источник водорода могут содержать газообразный O_2 и газообразный H_2, соответственно, которые могут подаваться через газопроницаемую мембрану 309d в стенке секции 309 конденсации МГД-преобразователя с использованием контроллера массового расхода для управления потоком каждого газа из электролизёра воды под высоким давлением, (x) электроды 304 МГД-преобразователя могут содержать тугоплавкий металл с покрытием Pt, такой как Mo или W, покрытый Pt, углерод, который является устойчивым к химической реакции с водой при температуре до 700°C, композиты ZrC-ZrB2 и ZrC-ZrB2-SiC, которые является устойчивыми к окислению при температуре до 1800°C, или серебряный жидкий электрод, и (xi) магниты 306 МГД-преобразователя могут быть постоянными магнитами, такими как кобальтово-самариевые магниты, имеющие плотность магнитного потока в диапазоне примерно 0,1–1 Тл.

В варианте осуществления изобретения источник электропитания SunCell® может содержать электрод, такой как катод, который содержит тугоплавкий металл, такой как вольфрам, который может проходить через стенку излучателя 5b4 абсолютно чёрного тела, и противоэлектрод инжектора расплавленного металла. Противоэлектрод, такой как инжектор 5k61 трубки электромагнитного насоса, и сопло 5q, могут погружаться. В качестве альтернативы, противоэлектрод может состоять из электрически изолирующего,

тугоплавкого материала, такого как кубический ZrO_2 или оксид гафния. Вольфрамовый электрод может герметизироваться в месте прохода в излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела. Электроды могут электрически изолироваться посредством электроизолирующей втулки или проставки между резервуаром 5c и излучателем 5b4 абсолютно чёрного тела. Электроизолирующая втулка или проставка может содержать BN или оксид металла, такой как ZrO_2, HfO_2, MgO или Al_2O_3. В другом варианте осуществления изобретения излучатель 5b4 абсолютно чёрного тела может содержать электрический изолятор, такой как тугоплавкая керамика, такая как BN, или оксид металла, такой как ZrO_2, HfO_2, MgO или Al_2O_3.

Другие варианты осуществления изобретения

В варианте осуществления изобретения SunCell® может содержать поглотитель воды, который обратимо связывает воду из атмосферы, средство для передачи тепла от горячего компонента SunCell®, такое как теплообменник 26a, к поглотителю воды, конденсатор для конденсации выделяющейся воды и накопительный резервуар для сбора сконденсировавшейся воды с целью использования в SunCell®. В варианте осуществления изобретения по меньшей мере один источник из числа источника катализатора HOH и источника H для обеспечения катализатора HOH и реагента H с целью образования гидрино может быть атмосферной водой. Вода может собираться с использованием поглощающего воду материала, и затем дегидратироваться для высвобождения поглощенной воды. Вода может дегидратироваться или выделяться с использованием тепла, обеспечиваемого SunCell®. Поглощающий воду материал может содержать металлоорганическую структуру, такую как сочетание металлического циркония и адипиновой кислоты или M_2Cl_2(BTDD) (M = Mn (1), Co (2), Ni (3); BTDD = бис(1H-1,2,3-триазоло[4,5-b],[4',5'-1]дибензо[1,4]диоксин, который связывает водяной пар и выделяет его в конденсатор при нагревании.

В варианте осуществления изобретения SunCell® содержит реакционную смесь, которая образует гидрино в качестве продукта реакции. Реакция может образовывать высокоэнергетическую плазму. Реакционная смесь может дополнительно содержать источник углерода, такой как по меньшей мере один источник из числа графита и углеводорода. Высокоэнергетичная плазма может бомбардировать твёрдый углерод или углерод, нанесённый на подложку из источника углерода. В варианте осуществления изобретения бомбардировка превращает графитовый углерод в алмазную форму углерода. В показательных вариантах осуществления изобретения, описанных в публикациях Миллса, таких как Р. Л. Миллс, Дж. Санкар, А. Фойгт, Дж. Хе, Б. Дхандапани «Синтез плёнок гидрогенизованного алмазоподобного покрытия (HDLC) из твёрдого углерода»

(Mills R. L. Mills, J. Sankar, A. Voigt, J. He, B. Dhandapani, «Synthesis of HDLC Films from Solid Carbon», J. Materials Science, J. Mater. Sci. 39 (2004) 3309–3318 и Р. Л. Миллс, Дж. Санкар, А. Фойгт, Дж. Хе, Б. Дхандапани, «Спектроскопическая характеризация энергии атомарного водорода и его плотности, а также частиц углерода при синтезе алмазных плёнок способом химического осаждения из паров в плазме гелия-водорода-метана» (R. L. Mills, J. Sankar, A. Voigt, J. He, B. Dhandapani, "Spectroscopic Characterization of the Atomic Hydrogen Energies and Densities and Carbon Species During Helium-Hydrogen-Methane Plasma CVD Synthesis of Diamond Films," Chemistry of Materials, Vol. 15, (2003), с. 1313–1321, включённых в настоящий документ посредством ссылки, SunCell® содержит источник высокоэнергетической плазмы, который вызывает образование алмаза из неалмазной формы углерода. Формирование алмаза может отслеживаться по наличию пика 1333 $см^{-1}$ на рамановском спектре.

Молекулярный газ гидрино может очищаться и изолироваться путём ионизации обычного водорода. Ионизированный водород может отделяться посредством удаления с помощью по меньшей мере одного поля из числа электрического и магнитного. В качестве альтернативы, обычный водород может удаляться посредством химической реакции с реагентом, которая образует конденсируемый продукт реакции, при этом реакция становится благоприятной из-за условий плазмы. Приводимым в качестве примера реагентом является азот, который образует конденсируемый аммиак, который удаляется в криогенной ловушке с получением очищенного молекулярного газа гидрино. В качестве альтернативы, молекулярный газ гидрино может очищаться и изолироваться с использованием молекулярных сит, которые отделяют обычный водород от молекулярного газа гидрино на основе более высокой диффузии последнего. Приводимым в качестве примера молекулярным ситом для разделения является $Na_8(Al_6Si_6O_{24})Cl_2$.

В варианте осуществления изобретения тепловая энергия от излучателя абсолютно чёрного тела может использоваться для нагревания катализатора, такого как CeO_2, который вступает в химическую реакцию со смесью CO_2 и H_2O с образованием синтез-газа ($CO+H_2$). Синтез-газ может использоваться для образования углеводородного топлива. Топливный реактор может быть реактором Фишера-Тропша.

В варианте осуществления изобретения реакционная плазма гидрино, содержащая водяной пар, может дополнительно содержать аргон. Аргон может выполнять по меньшей мере одну роль из числа увеличения концентрации атомов H благодаря увеличению времени молекулярной рекомбинации H_2, увеличения концентрации образующейся HOH благодаря взаимодействию с водородными связями в воде и обеспечения дополнительного источника катализатора, такого как катализатор Ar^+.

Реакция гидрино может распространяться в твёрдом топливе, содержащем воду в организованной или повторяющейся структуре, такой как кристаллическая решетка. Твёрдое топливо может содержать гидрат, который может быть кристаллическим. Твёрдое топливо может содержать кристаллическую форму воды, такую как лёд, такой как лёд типа I. Твёрдое ледяное топливо может быть высокоэнергетичным, при этом выделение энергии может содержать ударный импульс. Ударный импульс может реализовываться последовательным образом для того, чтобы обеспечивать энергию в течение продолжительной или неопределённой длительности, такой как в случае зажигания воздушного топлива в двигателе внутреннего сгорания. Топливная система на основе льда содержит средство для создания ударной волны во льду. Топливная система на основе льда может содержать средство удерживания ударной волны. Средство удерживания может содержать оболочку во льду. Оболочка может быть оболочкой в форме раковины, такой как металлическая оболочка. По меньшей мере одно явление из числа ударной волны и её удерживания может приводить к тому, что ударная волна будет разрушать по меньшей мере одну из нескольких водородных связей между молекулами воды в форме льда и по меньшей мере одну кислородно-водородную связь некоторых молекул воды. Топливная система на основе льда может содержать взрывчатое вещество для создания ударной волны в кристаллической структуре, содержащей H_2O, такой как лёд. Взрывчатое вещество может содержать одно из веществ типа C-N-O-H, другое, такое как водородно-кислородное взрывчатое вещество, или другое, известное специалистам в данной области техники. Взрывчатое вещество может находиться в непосредственной близости от кристаллической структуры, такой как лёд, для эффективного взаимодействия ударной волны с кристаллической структурой. Взрывчатое вещество может встраиваться по меньшей мере в один канал, имеющийся в кристаллическую структуре, такой как лёд.

В качестве альтернативы, топливная система на основе льда может содержать электрическое средство для создания ударной волны во льду, такое как по меньшей мере одна взрывающаяся проволока. Средство на основе взрывающейся проволоки может содержать источник большой мощности, такой как источник по меньшей мере либо высокого напряжения, либо сильного тока. Источник большой электрической мощности может содержать по меньшей мере один электрический конденсатор. Электрический конденсатор может быть способен выдавать высокое напряжение и ток. Разряд по меньшей мере одного электрического конденсатора через по меньшей мере одну проволоку может приводить к её взрыву. Система взрыва проволоки может содержать тонкую проводящую проволоку и электрический конденсатор. Приводимыми в качестве примера проволоками являются проволоки, содержащие золото, алюминий, железо или

платину. В показательном варианте осуществления изобретения диаметр проволоки может быть менее 0,5 мм, а электрический конденсатор может иметь потребление энергии приблизительно 25 кВт·ч/кг и разряжать импульс с плотностью заряда 10^4–10^6 А/мм^2, что приводит к температурам до 100 000 К, при этом детонация может происходить в течение периода времени приблизительно 10^{-5}-10^{-8} секунд. В частности, заполненный маслом электрический конденсатор ёмкостью 100 мкФ может заряжаться до 3 кВ с использованием источника постоянного тока, и электрический конденсатор может разряжаться через неизолированную железную проволоку 30-го калибра длиной 12 дюймов с помощью переключателя ножевого типа или переключателя газовой дуги, при этом проволока встраивается в лёд, который удерживается в стальном корпусе. Топливная система на основе льда может дополнительно содержать источник электричества, такой как по меньшей мере один источник электричества из числа аккумулятора, топливного энергетического элемента и генератора, такого как SunCell®, для зарядки электрического конденсатора. Приводимый в качестве примера высокоэнергетичный материал содержит Ti+Al+H_2O (лёд), который воспламеняется взрывающейся проволокой, которая может содержать по меньшей мере один металл из числа Ti, Al и другого металла.

В варианте осуществления изобретения высокоэнергетичная реакционная смесь и система могут содержать топливную смесь гидрино, такую как смесь в соответствии с раскрытием изобретения или описанная в предшествующих заявках, которые приводятся в качестве ссылки. Реакционная смесь может содержать воду, находящуюся по меньшей мере в одном физическом состоянии, таком как замороженное твёрдое состояние, жидкое и газообразное. Высокоэнергетичная реакция может инициироваться путём подачи сильного тока, такого как ток, находящийся в диапазоне приблизительно 20–50000 А. Напряжение может быть низким, находящимся, например, в диапазоне приблизительно 1–100 В. Ток может передаваться через проводящую матрицу, такая как металлическая матрица, такая как металлический порошок Al, Cu или Ag. В качестве альтернативы, проводящая матрица может содержать сосуд, такой как металлический сосуд, при этом сосуд может окружать или заключать в себя реакционную смесь. Приводимые в качестве примера металлические сосуды содержат поддоны из Al, Cu или Ag для дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC). Приводимые в качестве примера высокоэнергетичные реакционные смеси, содержащие замороженную воду (лёд) или жидкую воду, содержат по меньшей мере одно сочетание из числа: Ti + H_2O в тигле из Al; Al + H_2O в тигле из Al; Ti + H_2O в тигле из Cu; Cu + H_2O в тигле из Cu; Ti + H_2O в тигле из Ag; Al + H_2O в тигле из Ag; Ag + H_2O в тигле из Ag; Cu + H_2O в тигле из Ag; Ag + H_2O O + NH_4NO_3 (молярное соотношение 50:25:25) в тигле из Ag; Al + H_2O + NH_4NO_3 (молярное

соотношение 50:25:25) в тигле из Al.

В дополнение к тому, что вода находится в замороженном состоянии в виде льда, она может иметь твёрдое состояние в связанной форме, таком как твёрдое состояние в форме гидрата. Реакционная смесь может содержать: (i) источник кислорода, такой как пероксид, (ii) источник водорода, такой как по меньшей мере один источник из числа гидрида металла, воды и водного реагента, такого как восстановитель, такой как металл, например, металлический порошок, и углеводород, такой как мазут, и (iii) проводящую матрицу, такую как металлический порошок. Приводимая в качестве примера реакционная смесь содержит Ti или TiH + Na_2O_2 в тигле из Al или гидратированный Na_2O_2, такой как по меньшей мере один из $Na_2O_2 \cdot 2H_2O_2 \cdot 4H_2O$, $Na_2O_2 \cdot 2H_2O$, $Na_2O_2 \cdot 2H_2O_2$ и $Na_2O_2 \cdot 8H_2O$. Реакционная смесь может зажигаться под действием сильного тока при низком напряжении, такими как приблизительно 27000 A и 15 В, соответственно.

В варианте осуществления изобретения реакционная смесь гидрино может содержать реагирующий с водой металл, такой как щелочной или щелочноземельный металл, который может иметь сильно развитую поверхность, такой как металл в виде частиц. Металлические частицы могут иметь защитное покрытие, такое как оксидное покрытие. Приводимый в качестве примера реагент гидрино содержит частицы металлического Li, имеющие оксидное покрытие. Реакционная смесь может дополнительно содержать воду или лёд. В варианте осуществления изобретения металл в виде частиц добавляется в холодную воду, такую как вода с температурой 1 °C, и быстро замораживается. Быстрое замораживание может обеспечиваться с помощью жидкого азота для того, чтобы избежать химической реакции металла. Реакционная смесь может содержать проводящую матрицу, такую как проводящая матрица в соответствии с раскрытием изобретения.

Взрывающаяся проволока может находиться вблизи кристаллической структуры, такой как лёд, для того, чтобы вызывать распространение ударной волны во льду. Проволока может встраиваться в лёд для того, чтобы ударная волна эффективно взаимодействовала со льдом. В варианте осуществления изобретения множество проволок, встроенных в лёд, детонируют таким образом, что ударная волна и сжатие распространяются через лёд, разрушая кристаллическую структуру льда для образования H и катализатора HOH с целью образования гидрино. Взрывающиеся проволоки могут создавать электропроводящие пути распространения плазмы, которые поддерживают высокую кинетику из-за проводящих токов дуги, которые выполняют по меньшей мере одну функцию из числа рекомбинации ионов и уменьшения изменения пространства из-за ионизации катализатора во время катализа, для того, чтобы увеличивать скорость

реакции. Кристаллическая структура, такая как лёд, может дополнительно содержать проводник, такой как встроенный металл, например, металлические проволоки, металлический порошок или металлические сетки, для увеличения кинетики благодаря его проводимости. Металл может иметь высокую электропроводность и быть химически устойчивым к воде, такой как серебро или медь. В варианте осуществления изобретения лёд встраивается в проводящую матрицу, такую как металлическая сетка, например, сетка из меди, никеля, серебра или алюминия, такая как сетка типа Celmet (фирмы Sumitomo Electric Industries, Ltd.).

В варианте осуществления изобретения топливная система на основе льда может содержать реагенты, которые выделяют тепло и производят водород, который детонирует с кислородом, создавая ударную волну во льду, при этом реагенты могут встраиваться и удерживаться во льду. Реагенты могут содержать термит, такой как смесь металлического порошка Fe_2O_3/Al, которая по меньшей мере частично встраивается и заключается в оболочке во льду. Оболочка может быть металлическим контейнером. Термит может иметь молярный избыток алюминия для реакции с водой с целью образования газообразного H_2, который служит в качестве взрывчатого вещества с атмосферным кислородом. Избыток металла также может служить проводником для увеличения скорости реакции.

В варианте осуществления изобретения присутствует пополнение высокоэнергетичного материала, такого как материал, содержащий воду в подходящей форме, такой как лёд, и, необязательно, добавку, такую как добавка, которая содержит по меньшей мере один источник из числа источника водорода и источника проводимости, такого как металл, такой как металл с сильно развитой поверхностью, например, порошок Al или порошок щелочного металла, такой как порошок лития. Высокоэнергетичный материал может удерживаться таким образом, что ударная волна, вызванная зажиганием высокоэнергетичного материала, также удерживается. Удерживание ударной волны может способствовать разрыву связей H_2O для обеспечения H и HOH. Высокоэнергетичный материал может заключаться в герметичный сосуд, такой как металлический сосуд, для обеспечения удерживания. В варианте осуществления изобретения зажигание может выполняться путём пропускания сильного тока через по меньшей мере одну проволоку, которая проходит через высокоэнергетичный материал или находится в непосредственной близости от высокоэнергетичного материала, при этом сильный ток может вызывать взрыв проволоки или проволок. Взрыв проволоки может вызывать ударную волну в высокоэнергетичном материале. Проволоки могут выполняться с возможностью усиливать ударную волну в высокоэнергетичном материале.

В показательном варианте осуществления изобретения проволоки могут проходить параллельно друг другу для того, чтобы сжимать высокоэнергетичный материал по множеству направлений. В другом варианте осуществления изобретения направленный внутрь взрыв может создаваться в высокоэнергетичном материале, при этом ударная волна в высокоэнергетичном материале направляется внутрь. Внутренняя ударная волна может быть сферически внутренней. Внутренний взрыв может вызываться по меньшей мере одним средством из числа детонации проволоки и детонации обычных взрывчатых веществ, таких как тротил. Взрывчатые вещества могут иметь форму, обеспечивающую внутренний взрыв. Взрывчатые вещества могут содержать заряды сферической формы. Внутренний взрыв и ударная волна во льду могут приводить к детонации льда. Приводимое в качестве примера устройство высокоэнергетичного материала может содержать лёд, имеющий окружающий источник сферической ударной волны, такой как обычное взрывчатое вещество, воспламеняемое взрывающейся проволокой. По меньшей мере одно действие из числа удерживания и внутреннего взрыва, затрагивающего высокоэнергетичный материал, может вызывать прирост детонации с помощью дополнительного высокоэнергетичного материала. В варианте осуществления изобретения детонирующая проволока может содержать окружающую оболочку, такую как оболочка в форме соленоида или тороида, которая окружает источник HOH и H, такой как вода, такая как лёд, для того, чтобы заставлять его взрываться для того, чтобы более эффективно образовывать HOH и H с целью реакции с образованием гидрино.

В другом варианте осуществления изобретения кристаллическое твёрдое топливо заменяется соответствующей жидкостью, такой как жидкая вода.

В варианте осуществления изобретения энергетическая реакционная система содержит источник по меньшей мере одного компонента из числа катализатора HOH и H, такой как вода, в любом физическом состоянии, таком как газ, жидкость или твёрдое вещество, такое как лёд типа I, и источник детонации, для того, чтобы вызывать ударную волну. В варианте осуществления изобретения энергетическая реакционная система содержит множество источников ударных волн. Источник ударной волны может содержать по меньшей мере одну или несколько взрывающихся проволок, таких как взрывающаяся проволока в соответствии с раскрытием изобретения, и один или несколько зарядов обычного высокоэнергетичного материала, такого как тротил, или другого материала в соответствии с раскрытием изобретения. Энергетическая реакционная система может содержать по меньшей мере один детонатор из обычного высокоэнергетичного материала. Энергетическая реакционная система может дополнительно содержать средство последовательного запуска, такое как линия задержки

или по меньшей мере один синхронизируемый переключатель для того, чтобы вызывать образование множества ударных волн с задержкой по времени между по меньшей мере первой и другой ударной волной. Последовательный запуск может вызывать задержку детонации для того, чтобы вызывать задержку между первой и по меньшей мере одной другой детонацией, при этом каждая детонация образует ударную волну. Переключатель может задерживать подачу энергии по меньшей мере на один компонент из числа взрывающейся проволоки и детонатора из обычного высокоэнергетичного материала. Время задержки может находиться по меньшей мере в одном диапазоне из числа: от 1 фемтосекунды до 1 секунды, от 1 наносекунды до 1 секунды, от 1 микросекунды до 1 секунды и от 10 микросекунд до 10 миллисекунд.

В варианте осуществления изобретения SunCell® может содержать химический реактор, при этом реагенты, отличные от реагентов гидрино или дополняющие их, могут подаваться в реактор с целью образования желаемого химического продукта. Реагент может подаваться через трубку электромагнитного насоса. Продукт может извлекаться через трубку электромагнитного насоса. Реагенты могут добавляться партией перед закрытием реактора и началом химической реакции. Продукты могут удаляться партией при открытии реактора после его функционирования. Продукт реакции может извлекаться путём проникновения через стенку реактора, такую как стенка реакционной камеры энергетического элемента. Реактор может обеспечивать непрерывную плазму при температуре абсолютно чёрного тела, находящейся в диапазоне 1250–10000 К. Давление в реакторе может составлять 1–25 атм. Температура стенки может находиться в диапазоне 1250–4000 К. Расплавленный металл может быть металлом, который поддерживает протекание желаемой химической реакции, такой как по меньшей мере один металл из числа серебра, меди и серебро-медного сплава.

В варианте осуществления изобретения взрывающаяся проволока, встроенная в лёд, может содержать переходный металл, такой как по меньшей мере один металл из числа Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu и Zn. Проволока может дополнительно содержать алюминий. Напряжение детонации может быть высоким, например, находящимся по меньшей мере в одном диапазоне из числа 1000–100 000 В и 3000–10 000 В. Может образовываться тонкая плёнка, содержащая переходный металл и водород в форме гидрино, например, содержащие гидрино гидрид железа, гидрид хрома или гидрид марганца, молекулярный комплекс гидрино или атомарный комплекс гидрино. FeH, в котором H содержит гидрино, образовывался путём детонации проволоки, содержащей сплав Fe, Cr и Al, с использованием напряжения 4000 В и электрического тока в несколько килоампер. FeH идентифицировался с помощью масс-спектрометрии вторичных ионов с

время-пролётной масс-сепарацией (ToF-SIMS). Другие соединения, содержащие водород в форме гидрино и другой элемент, такой как другой металл, могут образовываться с использованием взрывающейся проволоки, содержащей соответствующий элемент, такой как другой металл.

В варианте осуществления изобретения средство для образования макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, такие как молекулярное гидрино, содержит источник HOH и источник H, такой как вода, в любом физическом состоянии, таком как по меньшей мере одно состояние из числа газа, жидкости и льда, и может дополнительно содержать источник сильного тока, такой как детонирующая проволока. Средство для образования макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, такие как молекулярное гидрино, дополнительно содержит реакционную камеру для удерживания продуктов реакции гидрино. Приводимыми в качестве примера реагентами гидрино являются водяной пар в воздухе или другой газ, такой как благородный газ. Давление водяного пара может находиться в диапазоне от 1 мТорр до 1000 мм. рт. ст.. Реакция гидрино может инициироваться детонацией проволоки посредством электрической энергии. В показательном варианте осуществления изобретения проволока в соответствии с раскрытием изобретения детонирует в полости, содержащей окружающий водяной пар в воздухе, с использованием средства детонации в соответствии с раскрытием изобретения. Давление водяного пара в окружающей среде может находиться в диапазоне 1–50 мм. рт. ст.. Примерами продуктов являются полимер железо-гидрино, такой как $FeH_2(1/4)$, и полимер молибден-гидрино, такой как $MoH(1/4)_{16}$. Продукты, такие как новое соединение, такое как соединение, содержащее металл и водород, например, железо-водород, цинк-водород, хром-водород или молибден-водород, могут идентифицироваться по уникальным физическим свойствам. Уникальное соединение может быть магнитным при отсутствии известного магнетизма соответствующего соединения, содержащего обычный водород, если оно существует. В показательных вариантах осуществления изобретения уникальные полимерные соединения железо-водород, хром-водород, титан-водород, цинк-водород, молибден-водород и вольфрам-водород являются магнитными. Макроскопические скопления частиц или полимеры, содержащие низкоэнергетические частицы водорода, такие как молекулярное гидрино, могут идентифицироваться с помощью следующих способов: (i) масс-спектрометрия вторичных ионов с время-пролётной масс-сепарацией (ToF-SIMS), которая может однозначно регистрировать уникальное соединение металлов и водорода, такое как FeH и MoH_{16}, на основе высокой разрешающей способности масс-спектрометра при обнаружении ионов металлов и

гидридов и фрагментов с большой массой, таких как H_{16} и H_{24}; (ii) инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR), которая может регистрировать по меньшей мере одно явление из числа энергии вращения $H_2(1/4)$ при приблизительно 1940 $см^{-1}$ и полосы либрационные полосы в fingerprint области, при этом другие высокоэнергетические характеристики известных функциональных групп могут отсутствовать, (iii) спектроскопия ядерного магнитного резонанса с вращением протонов под магическим углом (^1H MAS NMR), которая может регистрировать пик матрицы в верхней части поля, такой как пик в области от -4 до -6 частей на миллион, (iv) рентгенодифракционный анализ (XRD), который может регистрировать новые пики из-за уникального соединения, которое может содержать полимерную структуру, (v) термогравиметрический анализ (TGA), который может регистрировать разложение водородных полимеров при очень низкой температуре, например, в области 200–900 °C, и обеспечивает обнаружение уникальной стехиометрии водорода или состава, такого как FeH или MoH_{16}, (vi) эмиссионная спектроскопия с возбуждением электронного луча, которая может регистрировать колебательную полосу $H_2(1/4)$ в области 260 нм, содержащую пики, расположенные на отметке 0,25 эВ; (vii) фотолюминесцентная спектроскопия комбинационного рассеяния, которая может регистрировать второй порядок колебательной полосы $H_2(1/4)$ в области 260 нм, содержащей пики, расположенные на отметке 0,25 эВ; (viii) Рамановская спектроскопия, которая может регистрировать вращательный пик $H_2(1/4)$ при приблизительно 1940 $см^{-1}$, и (ix) рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS), которая может регистрировать полную энергию $H_2(1/4)$ при приблизительно 500 эВ.

В варианте осуществления изобретения устройство для сбора молекулярного гидрино в газообразном, физически абсорбированном, сжиженном или в другом состоянии содержит источник макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, камеру для содержания макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, средство для термического разложения макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, в камере, и средство для сбора газа, выделяющегося из макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода. Средство для разложения может содержать нагреватель. Нагреватель может нагревать первую камеру до температуры, превышающей температуру разложения макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, такой как температура, находящаяся по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно

10–3000 °C, 100–2000 °C и 100–1000 °C. Средство для сбора газа, выделяющегося в результате разложения макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, может содержать вторую камеру. Вторая камера может содержать по меньшей мере один компонент из числа насоса для газа, клапана для газа, манометра и контроллера массового расхода для выполнения по меньшей мере одной функции из числа хранения и переноса собранного газообразного молекулярного гидрино. Вторая камера может дополнительно содержать газопоглотитель для поглощения газообразного молекулярного гидрино или холодильник, такой как криогенная система, для превращения молекулярного гидрино в жидкость. Холодильник может содержать насос для криогенных жидкостей или сосуд Дьюара, содержащий криогенную жидкость, такую как жидкий гелий или жидкий азот.

Средство для образования макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, может дополнительно содержать источник поля, такой как источник по меньшей мере одного поля из числа электрического или магнитного. Источник электрического поля может содержать по меньшей мере два электрода и источник напряжения для приложения электрического поля к реакционной камере, в которой образуются скопления частиц или полимеры. В качестве альтернативы, источником электрического поля может быть электростатически заряженный материал. Электростатически заряженный материал может присутствовать в виде реакционной камеры энергетического элемента, такой как камера, содержащая углерод, такая как камера из плексигласа. Детонация в соответствии с раскрытием изобретения может электростатически заряжать реакционную камеру энергетического элемента. Источник магнитного поля может содержать по меньшей мере один магнит, такой как постоянный, электромагнит или сверхпроводящий магнит, для приложения магнитного поля к реакционной камере, в которой образуются скопления частиц или полимеры.

Молекулярное гидрино может иметь конечное квантовое число ℓ, соответствующее орбитальному угловому моменту. Орбитальный угловой момент электронов множества молекул гидрино, таких как $H_2(1/4)$, может соединяться в фазы, вызывая постоянную намагниченность. Обычно угловой момент и соответствующий магнитный момент усредняются до нуля, и нет никакого макроскопического или объёмного магнетизма из-за орбитального углового момента. Однако, молекулярное гидрино может вызывать ненулевой или конечный объёмный магнетизм, когда угловые моменты и соответствующие магнитные моменты множества молекул взаимодействуют совместно, при этом может происходить магнитная самоорганизация. Тригонометрическая функция пространственно-временной зависимости (Уравнения 1.67, 1.76, 1.77, 2.66-2.71) Теории

великого объединения (Grand Unified Theory, GUT) Миллса преобразуется в тригонометрическую функцию в квадрате, которая не усредняется до нуля. Благодаря магнетизму молекулярное гидрино может однозначно идентифицироваться с помощью электронной парамагнитной резонансной спектроскопии (EPR). Спектры, полученные посредством уникальной EPR с ядерной связью, а также электронно-ядерной двойной резонансной спектроскопии (ENDOR) из-за уменьшенного радиуса электрона и межъядерного расстояния являются дополнительными характеристиками и однозначно идентифицируют молекулярное гидрино.

Молекулярное гидрино, такое как $H_2(1/4)$, может иметь ненулевые квантовые числа ℓ и m_ℓ, соответствующие орбитальному угловому моменту с соответствующим магнитным моментом. Магнитная характеристика молекулярного гидрино демонстрируется посредством спектроскопии ядерного магнитного резонанса с вращением протонов под магическим углом (^{1}H MAS NMR). Присутствие молекулярного гидрино в твёрдой матрице, такой как матрица гидроксида щелочного металла-галогенида щелочного металла, которая может дополнительно содержать некоторое количество воды гидратации, приводит к пику ^{1}H MAS NMR в восходящем поле, обычно при от -4 до -5 частей на миллион из-за влияния парамагнитной матрицы молекулярных гидрино. Удобный способ получения молекулярного гидрино в состояниях с ненулевым угловым моментом заключается в детонации проволоки в присутствии H_2O, служащей катализатором гидрино и источником H. При детонации проволоки в атмосфере, содержащей водяной пар, образуются магнитные линейные цепи, содержащие водород в форме гидрино, такой как молекулярное гидрино, обладающий ненулевыми квантовыми состояниями ℓ и m_ℓ, с атомами или ионами металлов, которые могут образовывать сети. Механизм самоорганизации может содержать механизм магнитного упорядочения или самоорганизации. Хорошо известно, что приложение внешнего магнитного поля приводит к тому, что коллоидные магнитные наночастицы, такие как магнетит (Fe_2O_3), взвешенные в растворителе, таком как толуол, собираются в линейные структуры. Из-за малой массы и большого магнитного момента молекулярные гидрино магнитным способом самоорганизуются даже в отсутствие магнитного поля. В варианте осуществления изобретения для того, чтобы улучшить самоорганизацию и контролировать образование альтернативных структур продуктов гидрино, внешнее магнитное поле прикладывается во время реакции гидрино, например, во время детонации проволоки. Магнитное поле может прикладываться путём размещения по меньшей мере одного постоянного магнита в реакционной камере. В качестве альтернативы, детонационная проволока может содержать металл, который служит источником магнитных частиц, таких как магнетит,

для приведения в действие магнитной самоорганизации молекулярного гидрино, при этом источником может быть детонация проволоки в водяном паре или другой источник.

В варианте осуществления изобретения молекулярное гидрино может иметь ненулевое квантовое число углового момента. Молекулярное гидрино может быть магнитным, при этом магнетизм может обуславливаться ненулевым квантовым числом углового момента. Из-за своего собственного магнитного момента, молекулярное гидрино может самоорганизовываться в макроскопические скопления частиц. В варианте осуществления изобретения молекулярное гидрино, такое как $H_2(1/4)$, может собираться в линейные цепи, связанные магнитными дипольными силами. В другом варианте осуществления изобретения молекулярное гидрино может собираться в трёхмерные структуры, такие как куб, содержащий $H_2(1/p)$, такой как $H_2(1/4)$, в каждой из восьми вершин. В варианте осуществления изобретения восемь молекул $H_2(1/p)$, таких как молекулы $H_2(1/4)$, магнитно связаны в кубе, при этом центр каждой молекулы находится в одной из восьми вершин куба, и каждая межъядерная ось является параллельной ребру куба с центром в вершине. Магнитное выравнивание таково, что каждый северный и южный полюс каждого молекулярного диполя ориентируется противоположно с каждым из его трёх ближайших соседей в кубе. H_{16} может служить структурной единицей или фрагментом для более сложных макроструктур, образованных посредством самоорганизации. В другом варианте осуществления изобретения структурные единицы H_8, содержащие $H_2(1/p)$, такие как $H_2(1/4)$, в каждой из четырёх вершин квадрата, могут добавляться к кубоиду H_{16} для того, чтобы сформировать H_{16+8n}, где n является целым числом. Примерами дополнительных макроскопических скоплений частиц являются H_{16}, H_{24} и H_{32}. Нейтральные атомы и ионы макроскопических скоплений водорода могут сочетаться с другими частицами, такими как O, OH, C и N, в качестве нейтральных атомов или ионов. В варианте осуществления изобретения получающаяся структура даёт пик H_{16} в масс-спектрометрии вторичных ионов с время-пролётной масс-сепарацией (ToF-SIMS), при этом могут наблюдаться фрагменты масс, соответствующие потере целых H от H_{16}, такие как H_{16}, H_{14}, H_{13}, и H_{12}. Из-за того, что масса H составляет 1,00794 ед., соответствующие пики ионов +1 или -1 имеют массы 16,125, 15,119, 14,111, 13,103, 12,095… Ионы водорода в макроскопических скоплениях, такие как H_{16}^- или H_{16}^+, могут быть метастабильными. Ионы водорода H_{16}^- или H_{16}^+ в макроскопических скоплениях, имеющие метастабильные признаки широких пиков, наблюдались с помощью ToF-SIMS при 16,125 в положительном и отрицательном спектрах. H_{15}^- наблюдался в отрицательном спектре ToF-SIMS при 15,119. Метастабильные частицы H_{24}, такие как H_{23}^+ и H_{25}^-,

наблюдались в положительном и отрицательном спектрах ToF-SIMS, соответственно.

В варианте осуществления изобретения макроскопическое скопление молекулярного гидрино, такого как H_{16}, или продукта разложения, такого как $H_2(1/p)$, например, $H_2(1/4)$, может содержать контрастное вещество для магнитно-резонансной томографии (МРТ), такое как спин-поляризованный ксенон. Молекулярное гидрино может вдыхаться и использоваться в МРТ-визуализации по меньшей мере либо благодаря тому, что визуализируются активные протоны ядерно-магнитного резонанса, либо благодаря его влиянию на обычные протоны, такие как молекулы воды в теле изображаемого человека, животного или объекта, при этом парамагнетизм молекулярных гидрино воздействует по меньшей мере либо на соответствующий сдвиг ядерно-магнитного резонанса, либо на время релаксации, такое как по меньшей мере одно время из числа T_1 и T_2. В варианте осуществления изобретения пара-форма молекулярного гидрино может преобразовываться в активную орто-форму ядерно-магнитного резонанса посредством спинового обмена. Спиновый обмен может осуществляться с использованием агента спинового обмена, такого как магнитные частицы, такие как частицы магнетита (Fe_2O_3). Газ может выдерживаться в присутствии спин-обменного агента для обеспечения превращения в орто-форму $H_2(1/p)$. Продолжительность существования орто-формы в теле может использоваться в качестве основы контрастного вещества для МРТ.

В варианте осуществления изобретения частицы гидрино, такие как атомарное гидрино, молекулярное гидрино или ион гидрида гидрино, синтезируются посредством химической реакции H и по меньшей мере одного катализатора из числа OH и H_2O. В варианте осуществления изобретения продукт по меньшей мере одной реакции из числа реакции SunCell® и энергетических реакций, таких как реакции, содержащие зажигание с помощью небольшой дозы или проволоки в соответствии с раскрытием изобретения, с образованием гидрино, представляет собой соединение гидрино или частиц, включающих в себя частицы гидрино, такие как $H_2(1/p)$, и образует комплекс с по меньшей мере одним элементом из числа: (i) элемента, отличного от водорода, (ii) частиц обычного водорода, таких как по меньшей мере один вид частиц водорода из числа H^+, обычного H_2, обычного H^-, обычного H_3^+ и обычных органических молекулярных частиц, таких как органический ион или органическая молекула, и (iv) неорганических частиц, таких как неорганический ион или неорганическое соединение. Соединение гидрино может содержать оксианионное соединение, такое как карбонат или гидроксид щелочного или щелочноземельного металла, или другие такие соединения в соответствии с раскрытием настоящего изобретения. В варианте осуществления изобретения продукт содержит по меньшей мере

один из комплексов $M_2CO_3 \cdot H_2(1/4)$ и $MOH \cdot H_2(1/4)$ (M = катион щелочного металла или другой катион в соответствии с раскрытием настоящего изобретения). Продукт может идентифицироваться с помощью ToF-SIMS как серии ионов в положительном спектре, содержащих $M\left(M_2CO_3 \cdot H_2(1/4)\right)_n^+$ и $M\left(MOH \cdot H_2(1/4)\right)_n^+$, соответственно, где n является целым числом, а целое число и целое число p> 1 могут быть заменены на 4. В варианте осуществления изобретения соединение, содержащее кремний и кислород, такое как SiO_2 или кварц, может служить газопоглотителем для H_2(1/4). Газопоглотитель для H_2(1/4) может содержать переходный металл, щелочной металл, щелочноземельный металл, внутренний переходный металл, редкоземельный металл, сочетания металлов, сплавы, такие как сплав Mo, такой как MoCu, и материалы для хранения водорода, такие как материалы в соответствии с раскрытием настоящего изобретения.

Соединения, содержащие частицы гидрино, синтезированные способами в соответствии с раскрытием настоящего изобретения, могут иметь формулу MH, MH_2 или M_2H_2, где M является катионом щелочного металла, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу MH_n, где n равно 1 или 2, M является катионом щелочноземельного металла, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу MHX, где M является катионом щелочного металла, X является одним компонентом из числа нейтрального атома, такого как атом галогена, молекулы, или однократно заряженного отрицательно аниона, такого как анион галогена, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу MHX, где M является катионом щелочноземельного металла, X является однократно заряженным отрицательно анионом, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу MHX, где M является катионом щелочноземельного металла, X является дважды заряженным отрицательно анионом, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу M_2HX, где M является катионом щелочного металла, X является однократно заряженным отрицательно анионом, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу MH_n, где n является целым числом, M является катионом щелочного металла, а содержание водорода H_n в соединении содержит по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу M_2H_n, где n является целым числом, M является катионом щелочноземельного металла, а содержание водорода H_n в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу M_2XH_n, где n является целым числом, M является катионом щелочноземельного металла, X является однократно заряженным отрицательно анионом, а содержание водорода H_n в

соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу $M_2X_2H_n$, где n равно 1 или 2, M является катионом щелочноземельного металла, X является однократно заряженным отрицательно анионом, а содержание водорода H_n в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу M_2X_3H, где M является катионом щелочноземельного металла, X является однократно заряженным отрицательно анионом, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу M_2XH_n, где n равно 1 или 2, M является катионом щелочноземельного металла, X является дважды заряженным отрицательно анионом, а содержание водорода H_n в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу $M_2XX'H$, где M является катионом щелочноземельного металла, X является однократно заряженным отрицательно анионом, X′ является дважды заряженным отрицательно анионом, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу $MM'H_n$, где n является целым числом от 1 до 3, M является катионом щелочноземельного металла, M' является катионом щелочного металла, а содержание водорода H_n в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу $MM'XH_n$, где n равно 1 или 2, M является катионом щелочноземельного металла, M' является катионом щелочного металла, X является однократно заряженным анионом, а содержание водорода H_n в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу MM'XH, где M является катионом щелочноземельного металла, M' является катионом щелочного металла, X является дважды заряженным отрицательно анионом, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу MM'XX'H, где M является катионом щелочноземельного металла, M′ является катионом щелочного металла, X и X′ являются однократно заряженными анионами, а H является частицей гидрино. Соединение может иметь формулу $MXX'H_n$, где n является целым числом от 1 до 5, M является катионом щелочного или щелочноземельного металла, X является однократно или дважды заряженным отрицательно анионом, X' является металлом или металлоидом, переходным элементом, внутренним переходным элементом или редкоземельным элементом, а содержание водорода H_n в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу MH_n, где n является целым числом, M является катионом, таким как катион переходного элемента, внутреннего переходного элемента или редкоземельного элемента, а содержание водорода H_n в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу MXH_n, где n является целым числом, M является катионом, таким

как катион щелочного металла, катион щелочноземельного металла, X является другим катионом, таким как катион переходного элемента, катион внутреннего переходного элемента или катион редкоземельного элемента, а содержание водорода H_n в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу $\left(MH_mMCO_3\right)_n$, где M является катионом щелочного металла или другим однократно заряженным (+1) катионом, m и n являются целыми числами, а содержание водорода H_m в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу $\left(MH_mMNO_3\right)_n^+ \; nX^-$, где M является катионом щелочного металла или другим однократно заряженным (+1) катионом, m и n являются целыми числами, X является однократно заряженным отрицательно анионом, а содержание водорода H_m в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу $\left(MHMNO_3\right)_n$, где M является катионом щелочного металла или другим однократно заряженным (+1) катионом, n является целым числом, а содержание водорода H в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение может иметь формулу $\left(MHMOH\right)_n$, где M является катионом щелочного металла или другим однократно заряженным (+1) катионом, n является целым числом, а содержание водорода H в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение, включающее в себя анион или катион, может иметь формулу $\left(MH_mM'X\right)_n$, где m и n являются целыми числами, M и M' являются катионами щелочного или щелочноземельного металла, X является однократно или дважды заряженным отрицательно анионом, а содержание водорода H_m в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Соединение, включающее в себя анион или катион, может иметь формулу $\left(MH_mM'X'\right)_n^+ \; nX^-$, где m и n являются целыми числами, M и M' являются катионами щелочного или щелочноземельного металла, X и X' являются однократно или дважды заряженными отрицательно анионами, а содержание водорода H_m в соединении включает в себя по меньшей мере одну разновидность гидрино. Анион может быть анионом в соответствии с раскрытием настоящего изобретения. Подходящими примерами однократно заряженных отрицательно анионов являются ион галогенида, гидроксильный ион, гидрокарбонатный ион или нитратный ион. Подходящими примерами дважды заряженных отрицательно анионов являются карбонатный ион, оксид или сульфат-ион.

В варианте осуществления изобретения соединение или смесь гидрино содержит по меньшей мере одну разновидность гидрино, такую как атомарные гидрино, ионы гидрида гидрино и молекулы дигидрино, встроенные в решётку, такую как кристаллическая решётка, например, кристаллическая решётка металлов или ионов. В варианте осуществления изобретения кристаллическая решётка не вступает в химическую реакцию с частицами гидрино. Матрица может быть апротонной, например, в случае встроенных ионов гидридов гидрино. Соединение или смесь может содержать по меньшей мере один компонент из числа H(1/p), H_2(1/p) и H^-(1/p), встроенный в кристаллическую решётку соли, такой как соль щелочного или щелочноземельного металла, например, галогенид. Приводимыми в качестве примера щелочными галогенидами являются KCl и KI. Соль может отсутствовать в любой H_2O в случае встроенного H^-(1/p). Другие подходящие кристаллические решётки соли являются кристаллическими решётками в соответствии с раскрытием настоящего изобретения.

Соединения гидрино в соответствии с настоящим изобретением предпочтительно имеют чистоту более 0,1 атомного процента. Более предпочтительно, соединения имеют чистоту более 1 атомного процента. Ещё более предпочтительно, соединения имеют чистоту более 10 атомных процентов. Наиболее предпочтительно, соединения имеют чистоту более 50 атомных процентов. В другом варианте осуществления изобретения соединения имеют чистоту более 90 атомных процентов. В другом варианте осуществления изобретения соединения имеют чистоту более 95 атомных процентов.

Экспериментальная часть

Электроэнергетическая система выработки энергии с индуцированным каталитическим переходом гидрино (SF-CIHT) включает в себя фотогальванический преобразователь энергии, выполненный с возможностью захвата фотонов плазмы, генерируемых реакцией зажигания топлива, и преобразования их в полезную энергию. В некоторых вариантах осуществления изобретения может быть желательной высокая эффективность преобразования. Реактор может вытеснять плазму в нескольких направлениях, например, по меньшей мере в двух направлениях, и радиус реакции может составлять приблизительно от нескольких миллиметров до нескольких метров, например, от приблизительно 1 мм до приблизительно 25 см. Кроме того, спектр плазмы, генерируемой при зажигании топлива, может напоминать спектр плазмы, генерируемой Солнцем, и/или может включать в себя дополнительное коротковолновое излучение. На фиг. 3 показывается пример абсолютного спектра в области 5–450 нм при зажигании небольшой дозы серебра в 80 мг, содержащего поглощённую H_2O из-за добавления воды к расплавленному серебру, когда он охлаждается в небольших дозах со средней оптической

мощностью 1,3 МВт, по существу во всей ультрафиолетовой и экстремальной ультрафиолетовой областях спектра. Зажигание осуществлялось при низком напряжении и сильном токе с использованием аппарата для точечной сварки фирмы Taylor-Winfield модели ND-24-75. Падение напряжения при небольшой дозе составляло менее 1 В, а ток - приблизительно 25 кА. Ультрафиолетовое излучение высокой интенсивности имело длительность приблизительно 1 мс. Спектр контроля был плоским в ультрафиолетовой области. Излучение твёрдого топлива, такое как по меньшей мере одно излучение из числа линейного излучения и излучения абсолютно чёрного тела, может иметь интенсивность, находящуюся по меньшей мере в одном диапазоне из числа приблизительно 2–200000 солнечного излучения, 10–100000 солнечного излучения, 100–75000 солнечного излучения. В варианте осуществления изобретения индуктивность цепи зажигания аппарата для сварки может увеличиваться для увеличения времени затухания тока после зажигания. Более длительное время затухания может поддерживать реакцию плазмы гидрино, увеличивая выработку энергии.

Ультрафиолетовый и экстремальный ультрафиолетовый спектр могут преобразовываться в излучение абсолютно чёрного тела. Преобразование может осуществляться благодаря тому, что атмосфера энергетического элемента является оптически толстой для распространения по меньшей мере одного вида фотонов из числа фотонов ультрафиолетового и фотонов экстремального ультрафиолетового излучения. Оптическая толщина может увеличиваться посредством испарения металла, такого как топливный металл, в энергетическом элементе. Оптически толстая плазма может содержать абсолютно чёрное тело. Температура абсолютно чёрного тела может быть высокой из-за необычайно высокой плотности мощности реакции гидрино и высокой энергии фотонов, испускаемых реакцией гидрино. Спектр (область 100–500 нм с коротковолновой границей при 180 нм из-за диапазона чувствительности сапфирового окна спектрометра) зажигания расплавленного серебра, перекачиваемого к электродам из W в атмосфере аргона с давлением пара H_2O в окружающей среде приблизительно 1 мм. рт. ст., показывается на фиг. 4. Источник 2 электропитания содержал два набора из двух последовательно соединённых электрических конденсаторов (Maxwell Technologies K2 Ultracapacitor 2,85V/3400F), которые подключались параллельно для обеспечения приблизительно 5–6 В и 300 А постоянного тока с наложенными импульсами тока до 5 кА при частоте приблизительно 1–2 кГц. Средняя потребляемая мощность на электродах из W (1×4 см) составляла приблизительно 75 Вт. Первоначальное ультрафиолетовое линейное излучение переходило в излучение абсолютно чёрного тела при температуре 5000 К, когда атмосфера становилась оптически толстой по отношению к

ультрафиолетовому излучению из-за испарения серебра в результате воздействия энергии реакции гидрино. Плотность мощности излучателя абсолютно чёрного тела с температурой 5000К, с излучательной способностью испарённого серебра равной 0,15, составляет 5,3 МВт/м^2. Площадь наблюдаемой плазмы составляла приблизительно 1 м^2. Излучение абсолютно чёрного тела может нагревать компонент энергетического элемента 26, такой как верхняя крышка 5b4, которая может служить излучателем абсолютно чёрного тела для фотогальванического преобразователя 26a в варианте осуществления изобретения, содержащем фотогальванический преобразователь.

Показательное испытание расплава, содержащее источник кислорода, включало в себя зажигание небольшой дозы в 80 мг серебра/1 мас.% ангидрата буры в атмосфере, содержащей аргон/5 мол.% H_2 с оптической силой, определённой абсолютной спектроскопией. При использовании аппарата для сварки (аппарата для точечной сварки Acme 75 KVA) для подачи сильного тока приблизительно 12 кА падение напряжения приблизительно 1 В при мощности 250 кВт наблюдалось в течение приблизительно 1 мс. Другое показательное испытание расплава, содержащее источник кислорода, включало в себя зажигание небольшой дозы в 80 мг серебра/2 мол.% ангидрата Na_2O в атмосфере аргона/5 мол.% H_2 с оптической силой, определённой абсолютной спектроскопией. Использование аппарата для сварки (аппарата для точечной сварки Acme 75 KVA) для подачи сильного тока приблизительно 12 кА при падении напряжения приблизительно 1 В при мощности 370 кВт наблюдалось в течение приблизительно 1 мс. Другое показательное испытание расплава, содержащее источник кислорода, включало в себя зажигание небольшой дозы в 80 мг серебра / 2 мол.% ангидрата Li_2O в атмосфере аргона / 5 мол.% H_2 с оптической силой, определённой абсолютной спектроскопией. Использование аппарата для сварки (аппарата для точечной сварки Acme 75 KVA) для подачи сильного тока приблизительно 12 кА при падении напряжения приблизительно 1 В при мощности 500 кВт наблюдалось в течение приблизительно 1 мс.

Исходя из размера плазмы, зарегистрированного высокоскоростной видеокамерой Edgertronics, реакция и мощность гидрино зависят от объёма реакции. Объём, возможно, должен быть минимальным для оптимизации мощности и энергии реакции, таким как примерно 0,5–10 литров для зажигания небольшой дозы приблизительно 30–100 мг, например, небольшая доза серебра, и источника H и катализатора HOH, такого как гидратация. При зажигании небольшой дозы скорость реакции гидрино является высокой при очень высоком давлении серебра. В варианте осуществления изобретения реакция гидрино может иметь высокую кинетику при высоком давлении плазмы. Основываясь на данных высокоскоростной спектроскопии и Edgertronics, скорость реакции гидрино

является самой высокой в начале, когда объём плазмы самый низкий, а давление паров Ag самое высокое. Небольшая доза Ag диаметром 1 мм зажигается при расплавлении (T = 1235 K). Начальный объём для небольшой дозы в 80 мг ($7,4\times10^{-4}$ моль) составляет $5,2\times10^{-7}$ литров. Соответствующее максимальное давление составляет приблизительно $1,4\times10^{5}$ атм. В показательном варианте осуществления изобретения наблюдалось, что реакция расширяется со звуковой скоростью (приблизительно 343 м/с) при длительности реакции приблизительно 0,5 мс. Конечный радиус был приблизительно 17 см. Конечный объём без какого-либо противодавления был приблизительно 20 литров. Конечное парциальное давление Ag было приблизительно 3,7E-3 атм. Поскольку реакция может иметь более высокую кинетику при более высоком давлении, скорость реакции может увеличиваться путём удерживания электрода посредством приложения давления к электроду и обеспечения возможности расширения плазмы перпендикулярно межэлектродной оси.

Мощность, выделяемая в результате реакции гидрино, вызванной добавлением 1 моль% или 0,5 моль% оксида висмута к расплавленному серебру, впрыскиваемому в электроды зажигания SunCell® со скоростью 2,5 мл/с в присутствии атмосферы, содержащей 97% аргона и 3% водорода, была измерена. Относительное изменение наклонов временных откликов температуры охлаждающей жидкости энергетического элемента до и после добавления вклада энергии реакции гидрино, соответствующего добавлению оксида, умножали на постоянную начальную входную мощность, которая служила внутренним стандартом. Для повторных запусков общие выходные мощности энергетического элемента с вкладом мощности гидрино после добавления источника кислорода определялись по произведениям соотношений наклонов временных откликов температуры охлаждающей жидкости, составлявших 97, 119, 15, 538, 181, 54 и 27, соответствующих общей входной мощности 7540 Вт, 8300 Вт, 8400 Вт, 9700 Вт, 8660 Вт, 8020 Вт и 10 450 Вт. Мощность тепловой вспышки составила 731 000 Вт, 987 700 Вт, 126 000 Вт, 5 220 000 Вт, 1 567 000 Вт, 433 100 Вт и 282 150 Вт соответственно.

Мощность, выделяемая в результате реакции гидрино, вызванной добавлением одного моль% оксида висмута (Bi_2O_3), одного моль% ванадата лития ($LiVO_3$) или 0,5 моль% ванадата лития к расплавленному серебру, впрыскиваемому к электродам зажигания SunCell® при скорости 2,5 мл/с в присутствии атмосферы, содержащей 97% аргона и 3% водорода, была измерена. Относительное изменение временных откликов температуры водяной охлаждающей жидкости энергетического элемента до и после добавления вклада мощности реакции гидрино, соответствующее добавлению оксида, умножали на постоянную начальную входную мощность, которая служила внутренним стандартом. Для повторяющихся запусков суммарные выходные мощности

энергетического элемента с вкладом мощности гидрино после добавления источника кислорода определялись по произведениям соотношений наклонов временных откликов температуры охлаждающей жидкости, составлявших 497, 200 и 26, соответствующих суммарным входным мощностям 6420 Вт, 9000 Вт и 8790 Вт. Мощность тепловой вспышки составила 3,2 МВт, 1,8 МВт и 230 000 Вт соответственно.

В показательном варианте осуществления изобретения ток зажигания был увеличен с 0 А до 2000 А, что соответствует увеличению напряжения с 0 В до 1 В примерно на 0,5, при этом напряжении плазма зажигалась. Затем напряжение постепенно повышалось до приблизительно 16 В и поддерживалось в течение приблизительно 0,25 с, при этом ток величиной приблизительно 1 кА протекает через расплав, а ток величиной 1,5 кА протекает последовательно через массу плазмы через другой контур заземления, отличный от электрода 8. При потребляемой мощности приблизительно 25 кВт для SunCell®, содержащего Ag (0,5 моль% $LiVO_3$) и аргон-H_2 (3%) при скорости потока 9 л/с, выходная мощность была более 1 МВт. Последовательность зажигания повторялась при частоте приблизительно 1,3 Гц.

В показательном варианте осуществления изобретения ток зажигания составлял приблизительно 500 А постоянного тока, а напряжение составляло приблизительно 20 В. При входной мощности приблизительно 15 кВт для SunCell®, содержащего Ag (0,5 моль% $LiVO_3$) и аргон-H_2 (3%) при скорости потока 9 л/с, выходная мощность была более 1 МВт.

В варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 5, система 500 для образования макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, содержит камеру 507, такую как камера из плексигласа, металлическую проволоку 506, электрический конденсатор 505 высокого напряжения с заземляющим соединением 504, который может заряжаться от источника 503 постоянного тока высокого напряжения, а также переключатель, такой как электрический переключатель 502 на 12 В, и управляемый искровой разрядник 501 для замыкания цепи от электрического конденсатора к металлической проволоке 506 внутри камеры 507, для того, чтобы вызывать взрыв проволоки. Камера может содержать водяной пар и газ, такой как атмосферный воздух или благородный газ.

Приводимая в качестве примера система для образования макроскопических скоплений частиц или полимеров, содержащих низкоэнергетические частицы водорода, содержит закрытую прямоугольную кубовидную камеру из плексигласа длиной 46 см, шириной и высотой 12,7 см, металлическую проволоку длиной 10,2 см и диаметром 0,22~0,5 мм, установленную между двумя шестами из нержавеющей стали с гайками из

нержавеющей стали на расстоянии 9 см от пола камеры, электрический конденсатор 15 кВ (модель 5PH349001AAA фирмы Westinghouse, 55 мкФ), заряженный до приблизительно 4,5 кВ, что соответствует 557 Дж, источник питания постоянного тока с напряжением 35 кВ для зарядки электрического конденсатора и переключатель на 12 В со сработавшим переключателем искрового разрядника (Information Unlimited, модель-Trigatron10, 3 кДж), для того, чтобы замыкать цепь от электрического конденсатора до металлической проволоки внутри камеры и вызывать её детонацию. Проволока может содержать Mo (молибденовая сетка, 20 ячеек из проволоки диаметром 0,305 мм, 99,95%, фирмы Alpha Aesar), Zn (диаметром 0,25 мм, 99,993%, фирмы Alpha Aesar), сплав Fe-Cr-Al (73% -22% - 4,8%, калибр 31, диаметр 0,226 мм, проволока из сплава KD Cr-Al-Fe, № 1231201848 по каталогу фирмы Hyndman Industrial Products Inc.), или Ti (диаметром 0,25 мм, 99,99%, фирмы Alpha Aesar). При показательном запуске камера содержала воздух, содержащий водяной пар с давлением приблизительно 20 мм. рт. ст.. Источник электропитания постоянного тока высокого напряжения был отключен перед замыканием пускового переключателя. Пиковое напряжение приблизительно 4,5 кВ разряжалось в виде затухающего гармонического осциллятора в течение приблизительно 300 мкс при пиковом токе 5 кА. Макроскопические скопления частиц или полимеры, содержащие низкоэнергетические частицы водорода, образовались приблизительно через 3-10 минут после детонации проволоки. Аналитические образцы собирались с пола и стенок камеры, а также с пластины из Si, размещённой в камере. Аналитические результаты соответствуют спектрам гидрино в соответствии с раскрытием изобретения.

В варианте осуществления изобретения колебательный спектр гидрино наблюдается при электронно-лучевом возбуждении газа реакционной смеси, содержащей инертный газ, такой как газообразный аргон, и водяной пар, который служит источником катализатора НОН и атомарного водорода. Давление аргона может находиться в диапазоне приблизительно от 100 мм. рт. ст. до 10 атм. Давление водяного пара может находиться в диапазоне приблизительно от 1 микроТорр до 10 мм. рт. ст.. Энергия электронного луча может находиться в диапазоне 1–100 кэВ. Вращательные линии наблюдались в области 145–300 нм из аргоновой плазмы при атмосферном давлении, содержащей водяные пары с давлением приблизительно 100 мТорр, возбуждаемые электронным лучом с энергией 12–16 кэВ, падающим на газ в камере через окно из нитрида кремния. Излучение наблюдалось через другое окно реакционной камеры для газа, изготовленное из MgF_2. Интервал разнесения энергии в 4^2 раза больше, чем у водорода, определил межъядерное расстояние как 1/4 от межъядерного расстояния H_2, и идентифицировал $H_2(1/4)$ (уравнения (29-31)). Ряд соответствовал P-ветви $H_2(1/4)$ для колебательного перехода

$H_2(1/4)$ v = 1 → v = 0, включающего в себя P(1), P(2), P(3), P(4) P(5) и P(6), которые наблюдались при 154,94, 159,74, 165,54, 171,24, 178,14 и 183,14 нм соответственно. В другом варианте осуществления изобретения композиция вещества, содержащего гидрино, такая как композиция в соответствии с раскрытием изобретения, термически разлагается, и газ, выделяющийся при разложении, содержащий гидрино, такое как $H_2(1/4)$, вводится в реакционную камеру для газа, при этом газ гидрино возбуждается электронным лучом и спектр колебаний испускаемого излучения записывается.

В другом варианте осуществления изобретения газообразный гидрино, такой как $H_2(1/4)$, поглощается в газопоглотителе, таком как матрица щелочного металла-галогенида или матрица щелочного металла-галогенида-щелочного металла-гидроксида. Вращательно-колебательный спектр может наблюдаться при электронно-лучевом возбуждении газопоглотителя в вакууме. Энергия электронного луча может находиться в диапазоне 1–100 кэВ. Интервал энергии вращения между пиками может задаваться уравнением (30). Энергия колебаний, заданная уравнением (29), может смещаться к более низкой энергии из-за более высокой эффективной массы, вызванной кристаллической матрицей. В показательном экспериментальном примере вращательно-колебательное излучение $H_2\left(1/4\right)$, зарегистрированное в кристаллической решетке газопоглотителя, которая возбуждалась падающим электронным лучом с энергией 6 кэВ с током луча 10-20 мкА при давлении 5×10^{-6} мм. рт. ст., регистрировалось безоконной ультрафиолетовой спектроскопией. Разрешённый колебательно-вращательный спектр $H_2(1/4)$ (так называемая полоса 260 нм) в прозрачной для ультрафиолета матрице KCl, которая служила газопоглотителем в энергетическом элементе с индуцированным каталитическим переходом гидрино (CIHT) мощностью 5 Вт, описывается в статье Миллса и др. «Электрохимический энергетический элемент с индуцированным каталитическим переходом гидрино (CIHT)» (R. Mills, X Yu, Y. Lu, G Chu, J. He, J. Lotoski, “Catalyst induced hydrino transition (CIHT) electrochemical cell,” (2012), Int. J. Energy Res., (2013), DOI: 10.1002/er.3142), которая включается в настоящий документ в качестве ссылки, содержит максимум пика при 258 нм с характерными положениями пиков при 222,7, 233,9, 245,4, 258,0, 272,2 и 287,6 нм, с равным интервалом 0,2491 эВ. В основном, график зависимости энергии от числа пиков даёт линию, определяемую как y = -0,249 эВ + 5,8 эВ при R^2 = 0,999 или лучше, в очень хорошем согласии с предсказанными значениями для $H_2(1/4)$ для переходов $\upsilon = 1 \rightarrow \upsilon = 0$ и Q(0), R(0), R(1), R(2), P(1), P(2), P(3) и P(4), где Q(0) идентифицируется как наиболее интенсивный пик серии.

Кроме того, положительные ионные спектры масс-спектрометрии вторичных ионов с время-пролётной масс-сепарацией (ToF-SIMS) газопоглотителя, поглощающего

газообразный продукт реакции гидрино, показали многомерные кластеры матричных соединений с ди-водородом как частью структуры, $M:H_2$ (M = KOH или K_2CO_3). В частности, положительные ионные спектры предшествующих продуктов реакции гидрино, содержащих KOH и K_2CO_3 [26-27] или имеющих эти соединения в качестве поглотителей газа продукта реакции гидрино, согласуются с наличием $H_2(1/p)$ как комплекса в структуре.

В другом варианте осуществления изобретения вращательно-колебательный спектр гидрино наблюдается при электронно-лучевом возбуждении композиционного вещества, содержащего гидрино, такое как молекулярное соединение гидрино или макроскопическое скопление частиц, таких как H_{16}, или продукт разложения, такой как $H_2(1/p)$. Композиция вещества, содержащая гидрино, может содержать соединение гидрино в соответствии с раскрытием изобретения. Энергия электронного луча может находиться в диапазоне 1– 100 кэВ. Спектр излучения может записываться в вакууме с помощью экстремальной ультрафиолетовой спектроскопии. В показательном экспериментальном варианте осуществления изобретения вращательно-колебательные линии $H_2(1/4)$ наблюдались в области 145-300 нм от содержащего гидрино гидрида цинка при электронно-лучевом возбуждении с энергией луча 12–16 кэВ. Луч падал на соединение в вакууме. Содержащий гидрино гидрид цинка образовывался путём детонации проволоки из цинка в присутствии водяного пара в воздухе в соответствии со способами раскрытия изобретения. Интервал разнесения энергии в 4^2 раза больше, чем у водорода, определил межъядерное расстояние как 1/4 от межъядерного расстояния H_2, и идентифицировал $H_2(1/4)$ (уравнения (29-31)). Ряд соответствовал P-ветви $H_2(1/4)$ для колебательного перехода $H_2(1/4)$ $v = 1 \rightarrow v = 0$, включающего в себя P(1), P(2), P(3), P(4), P(5), P(6) и P(7).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Энергетическая система, способная генерировать по меньшей мере одно из электрической энергии и тепловой энергии, содержащая:

по меньшей мере один сосуд, способный поддерживать давление ниже, на уровне или выше атмосферного;

реагенты, включающие:

a) по меньшей мере один источник катализатора или катализатор, содержащий образующуюся H_2O;

b) по меньшей мере один источник H_2O или H_2O;

c) по меньшей мере один источник атомарного водорода или атомарный водород; и

d) расплавленный металл;

систему впрыска расплавленного металла, содержащую по меньшей мере два резервуара для расплавленного металла, каждый из которых включает насос и трубку инжектора;

по меньшей мере одну систему подачи реагентов для пополнения реагентов, которые расходуются в процессе реакции реагентов для генерирования по меньшей мере одного из электрической энергии и тепловой энергии;

по меньшей мере одну систему зажигания, включающую источник электроэнергии, для подачи противоположных напряжений по меньшей мере к двум резервуарам для расплавленного металла, причём каждый резервуар содержит электромагнитный насос, и

по меньшей мере один преобразователь энергии или систему вывода по меньшей мере одного световой и тепловой выходной энергии в электрическую и/или тепловую энергии.

2. Энергетическая система по п. 1, в которой система впрыска расплавленного металла включает по меньшей мере два резервуара для расплавленного металла, каждый из которых содержит электромагнитный насос для впрыскивания потоков расплавленного металла, которые пересекаются внутри сосуда.

3. Энергетическая система по п. 1, в которой каждый резервуар содержит контроллер уровня расплавленного металла, включающий впускную вертикальную трубку.

4. Энергетическая система по п. 1, в которой система зажигания включает источник электроэнергии для подачи противоположных напряжений по меньшей мере к двум резервуарам для расплавленного металла, каждый из которых содержит электромагнитный насос, причём этот источник подаёт ток и поток энергии через пересекающееся потоки расплавленного металла, чтобы вызвать реакцию реагентов,

включающую зажигание для образования плазмы внутри сосуда.

5. Энергетическая система по п. 1, в которой система зажигания включает:

a) источник электрической энергии для подачи противоположных напряжений по меньшей мере к двум резервуарам для расплавленного металла, каждый из которых содержит электромагнитный насос;

b) по меньшей мере два пересекающихся потока расплавленного металла, выбрасываемых из по меньшей мере двух резервуаров для расплавленных металлов, каждый из которых включает электромагнитный насос, при этом источник электроэнергии способен подавать короткий всплеск сильноточной электрической энергии, достаточный для того, чтобы вызвать вступление реагентов в реакцию с образованием плазмы.

6. Энергетическая система по п. 5, в которой источник электрической энергии для подачи короткого всплеска сильноточной электрической энергии, достаточного для того, чтобы реагенты вступали в реакцию с образованием плазмы, включает по меньшей мере один суперконденсатор.

7. Энергетическая система по п. 1, в которой каждый электромагнитный насос включает одно из:

a) типа проводимости постоянного или переменного тока, включая источник постоянного или переменного тока, подаваемого на расплавленный металл через электроды, а также источник постоянного или синфазного переменного магнитного поля с пересекаемыми векторами, или

b) индукционного типа, включая источник переменного магнитного поля через замкнутую петлю расплавленного металла, который индуцирует переменный ток в металле, и источник синфазного переменного магнитного поля с пересекаемыми векторами.

8. Энергетическая система по п. 1, в которой по меньшей мере одно объединение насоса и соответствующего резервуара или другое объединение между частями, содержащими сосуд, впрыскивающую систему и преобразователь, включает по меньшей мере один компонент из числа гидравлического затвора, фланца и уплотнения с помощью прокладки, уплотнения с помощью адгезионного герметика и уплотнения с помощью накидной гайки.

9. Энергетическая система по п. 8, в которой прокладка содержит углерод.

10. Энергетическая система по п. 4, в которой ток системы зажигания расплавленного металла находится в диапазоне 10 А – 50000 А.

11. Энергетическая система по п. 10, в которой цепь системы зажигания

расплавленного металла выполнена с возможностью замыкания посредством пересечения потоков расплавленного металла, чтобы вызвать зажигание и дополнительно вызвать частоту зажигания в диапазоне 0 Гц – 10000 Гц.

12. Энергетическая система по п. 7, в которой электромагнитный насос индукционного типа содержит керамические каналы, которые образуют укороченную петлю расплавленного металла.

13. Энергетическая система по п. 1, дополнительно включающая индуктивно связанный нагреватель, предназначенный для получения расплавленного металла из соответствующего твёрдого металла.

14. Энергетическая система по п. 1, в которой расплавленный металл содержит по меньшей мере один металл из числа серебра, сплава серебро-медь и меди.

15. Энергетическая система по п. 1, дополнительно включающая вакуумный насос и по меньшей мере один охладитель.

16. Энергетическая система по п. 1, в которой по меньшей мере один преобразователь энергии или выходная система для выходной реакционной энергии, включает по меньшей мере один компонент из следующей группы: термофотогальванический преобразователь, фотогальванический преобразователь, фотоэлектронный преобразователь, магнитогидродинамический преобразователь, плазмодинамический преобразователь, термоэлектронный преобразователь, термоэлектрический преобразователь, двигатель Стерлинга, двигатель цикла Брайтона, двигатель цикла Ренкина и тепловой двигатель, нагреватель и паровой котёл.

17. Энергетическая система по п. 16, в которой паровой котёл включает излучающий паровой котёл.

18. Энергетическая система по п. 16, в которой часть сосуда включает излучатель абсолютно чёрного тела, который выполнен с возможностью поддержания при температуре в диапазоне 1000К - 3700К.

19. Энергетическая система по п. 18, в которой резервуары содержат нитрид бора, часть сосуда, которая содержит излучатель абсолютно чёрного тела, содержит углерод, а части электромагнитного насоса, находящиеся в контакте с расплавленным металлом, содержат металл или керамику, стойкие к окислению.

20. Энергетическая система по п. 19, в которой реагенты содержат по меньшей мере один компонент из числа метана, моноксида углерода, диоксида углерода, водорода, кислорода и воды.

21. Энергетическая система по п. 20, выполненная таким образом, чтобы подача каждого из реагентов из числа метана, моноксида углерода, диоксида углерода, водорода,

кислорода и воды поддерживалась при давлении в диапазоне 0,01 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст.

22. Энергетическая система по п. 21, включающая термофотогальванический преобразователь или фотогальванический преобразователь, в котором свет, излучаемый излучателем абсолютно чёрного тела, преимущественно является излучением абсолютно чёрного тела, содержащим видимый и ближний инфракрасный диапазон, а фотогальванические элементы могут быть элементами концентратора, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из числа следующих: кристаллический кремний, германий, арсенид галлия (GaAs), антимонид галлия (GaSb), арсенид индия-галлия (InGaAs), антимонид арсенида индия-галлия (InGaAsSb), антимонид арсенида индия-фосфида индия (InPAsSb), InGaP/InGaAs/Ge; InAlGaP/AlGaAs/GaInNAsSb/Ge; GaInP/GaAsP/SiGe; GaInP/GaAsP/Si; GaInP/GaAsP/Ge; GaInP/GaAsP/Si/SiGe; GaInP/GaAs/InGaAs; GaInP/GaAs/GaInNAs; GaInP/GaAs/InGaAs/InGaAs; GaInP/Ga(In)As/InGaAs; GaInP-GaAs-вафельная структура-InGaAs; GaInP-Ga(In)As-Ge; и GaInP-GaInAs-Ge.

23. Энергетическая система по п. 21, содержащая термофотогальванический преобразователь или фотогальванический преобразователь, в которой свет, излучаемый реакционной плазмой, преимущественно является ультрафиолетовым светом, а фотогальванические элементы могут быть элементами концентратора, которые содержат по меньшей мере одно соединение, выбранное из нитрида группы III, GaN, AlN, GaAlN и InGaN.

24. Энергетическая система по п. 16, в которой магнитогидродинамический преобразователь энергии может содержать сопло, соединённое с реакционным сосудом, магнитогидродинамический канал, электроды, магниты, систему приема металла, систему рециркуляции металла, теплообменник и, необязательно, систему рециркуляции газа.

25. Энергетическая система по п. 24, в которой реагенты содержат по меньшей мере один компонент из числа паров пары H_2O, газообразного кислорода и газообразного водорода.

26. Энергетическая система по п. 25, выполненная таким образом, чтобы подача реагентов была способна поддерживать каждое из веществ из числа O_2, H_2 и продукта реакции H_2O под давлением в диапазоне от 0,01 мм. рт. ст. до 1 мм. рт. ст.

27. Энергетическая система по п. 26, в которой система подачи реагентов для пополнения реагентов, которые расходуются в реакции реагентов для генерирования по меньшей мере одного из электрической и тепловой энергии, включает:

a. по меньшей мере один из источников газа O_2 и H_2,

b. корпус для газа,

c. избирательную газопроницаемую мембрану в стенке по меньшей мере одного из компонентов из числа реакционного сосуда, магнитогидродинамического канала, системы приема металла и системы рециркуляции металла,

d. датчики парциального давления O_2, H_2 и H_2O,

e. контроллеры потока,

f. по меньшей мере один клапан, и

g. компьютер для поддерживания по меньшей мере одного из газовых давлений O_2 и H_2.

28. Энергетическая система по п. 1 или п. 27, в которой по меньшей мере один компонент электроэнергетической системы содержит керамику.

29. Энергетическая система по п. 28, в которой керамика содержит по меньшей мере одно из оксида металла, оксида алюминия, диоксида циркония, оксида магния, оксида гафния, карбида кремния, карбида циркония, диборида циркония и нитрида кремния.

30. Энергетическая система по п. 24, в которой расплавленный металл содержит серебро, а магнитогидродинамический преобразователь дополнительно включает источник кислорода для формирования аэрозоля частиц серебра, выполненный с возможностью подачи по меньшей мере в один из резервуаров, реакционный сосуд, магнитогидродинамическое сопло и магнитогидродинамический канал.

31. Энергетическая система по п. 30, в которой система подачи реагентов дополнительно подаёт и контролирует источник кислорода для образования аэрозоля серебра.

32. Энергетическая система по п. 12, в которой электромагнитный насос индукционного типа включает двухступенчатый насос, содержащий первую ступень, которая включает насос системы рециркуляции металла, и вторую ступень, которая включает насос системы впрыскивания металла, выполненный с возможностью впрыскивания потока расплавленного металла, пересекающегося с другим потоком внутри сосуда.

33. Энергетическая система по п. 32, в которой система зажигания, включающая источник электрической энергии, содержит систему зажигания индукционного типа.

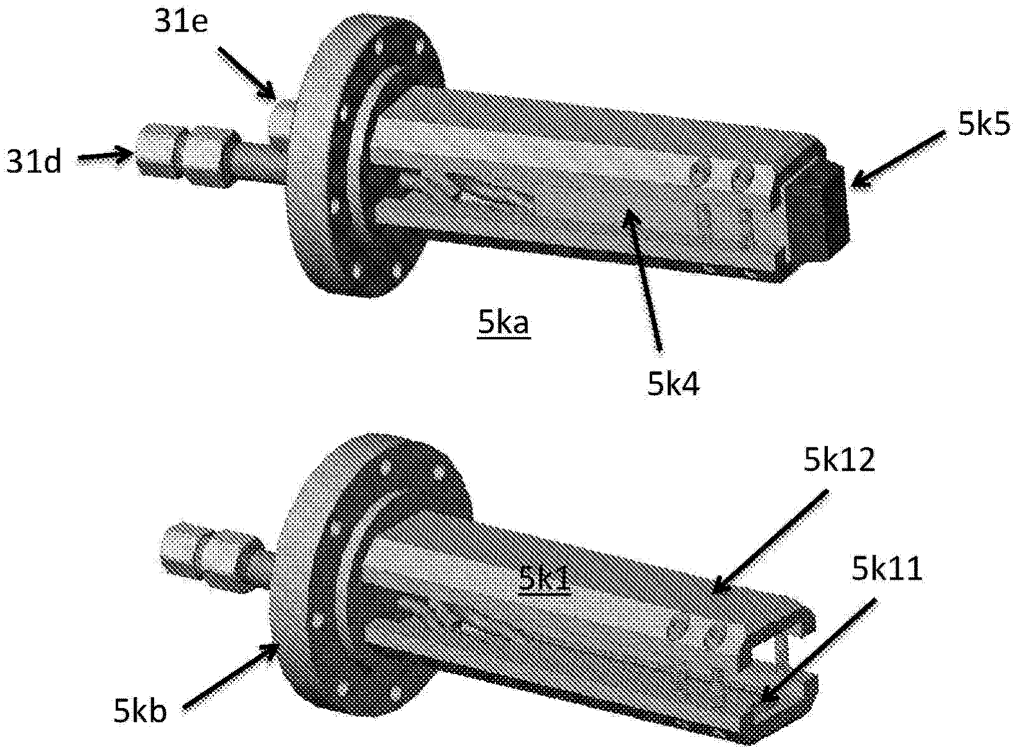
34. Энергетическая система по п. 33, в которой система зажигания индукционного типа включает источник переменного магнитного поля через укороченную петлю расплавленного металла, который генерирует переменный ток в металле, включающий в себя ток зажигания.

35. Энергетическая система по п. 34, в которой источник переменного магнитного

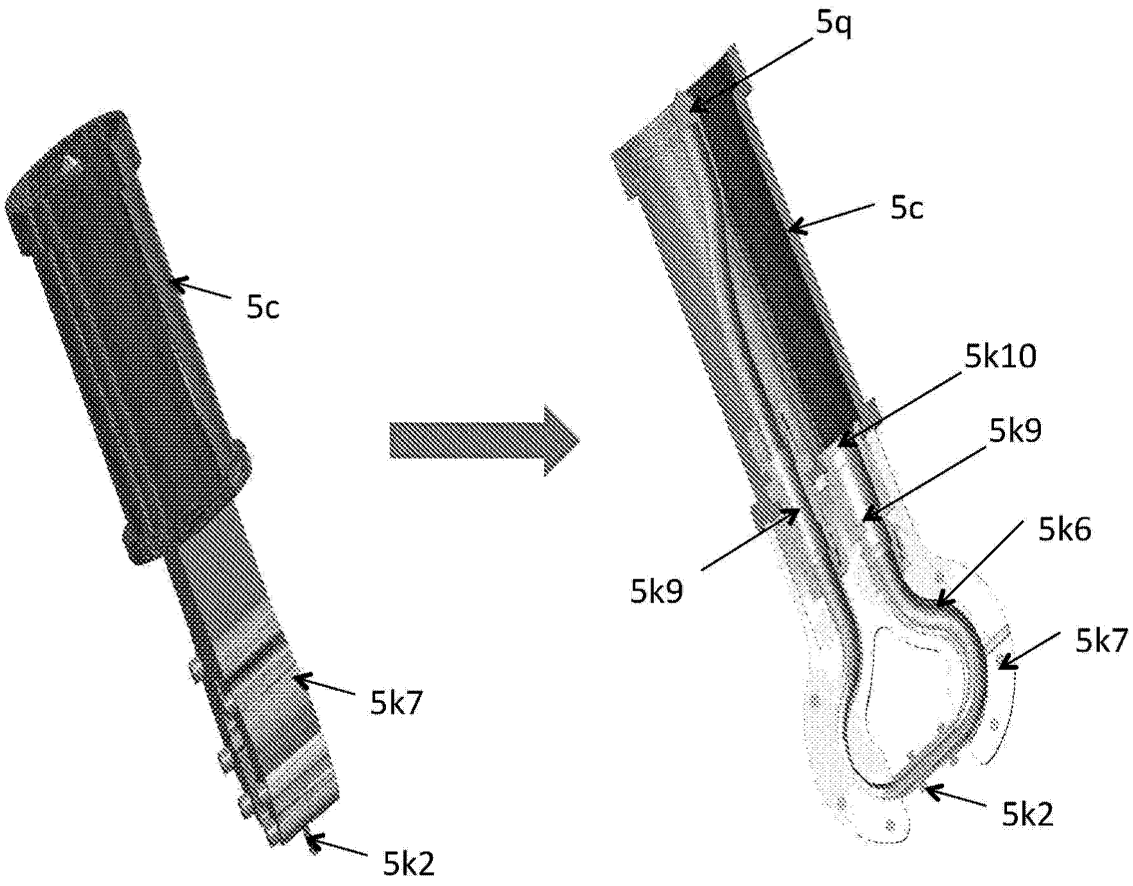
поля может включать первичную обмотку трансформатора, содержащую электромагнит трансформатора и магнитное ярмо трансформатора, а расплавленный металл по меньшей мере частично служит в качестве вторичной обмотки трансформатора, такой как однооборотная короткозамкнутая обмотка, которая охватывает первичную обмотку трансформатора и включает в себя петлю индукционного тока.

36. Энергетическая система по п. 35, в которой резервуары содержат перекрёстный соединительный канал для расплавленного металла, соединяющий два резервуара, в результате чего петля тока окружает ярмо трансформатора, при этом петля индукционного тока содержит ток, генерируемый в расплавленном металле, содержащемся в резервуарах, поперечном соединительном канале, серебре в инжекторных трубках и впрыскиваемых потоках расплавленного серебра, которые пересекаются для завершения петли индукционного тока.

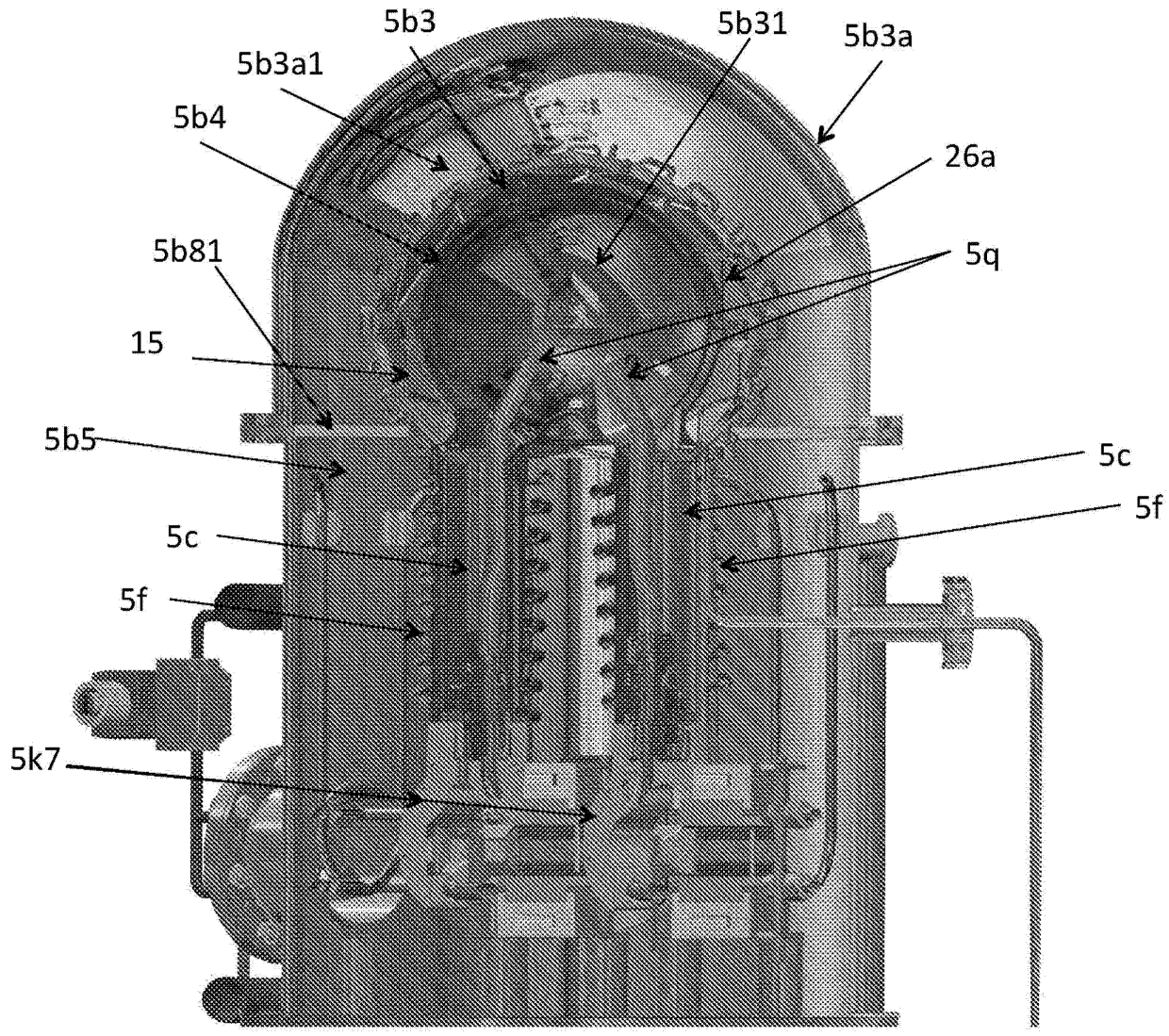
Фиг. 1 (2I28)



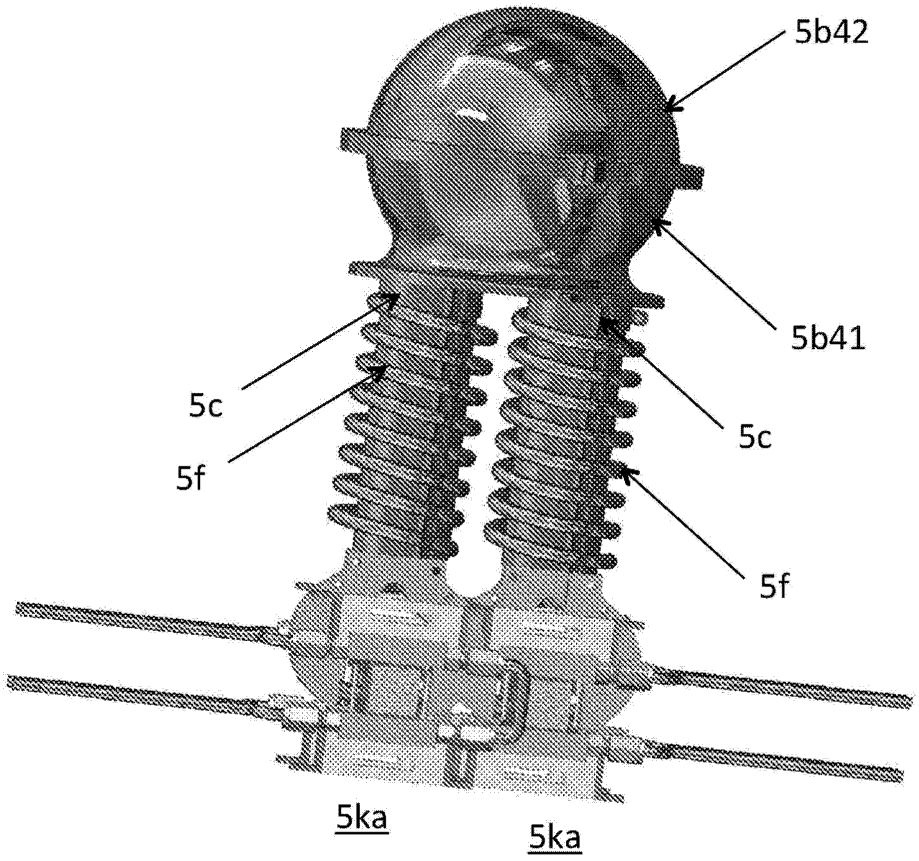
Фиг. 1 (2I69)



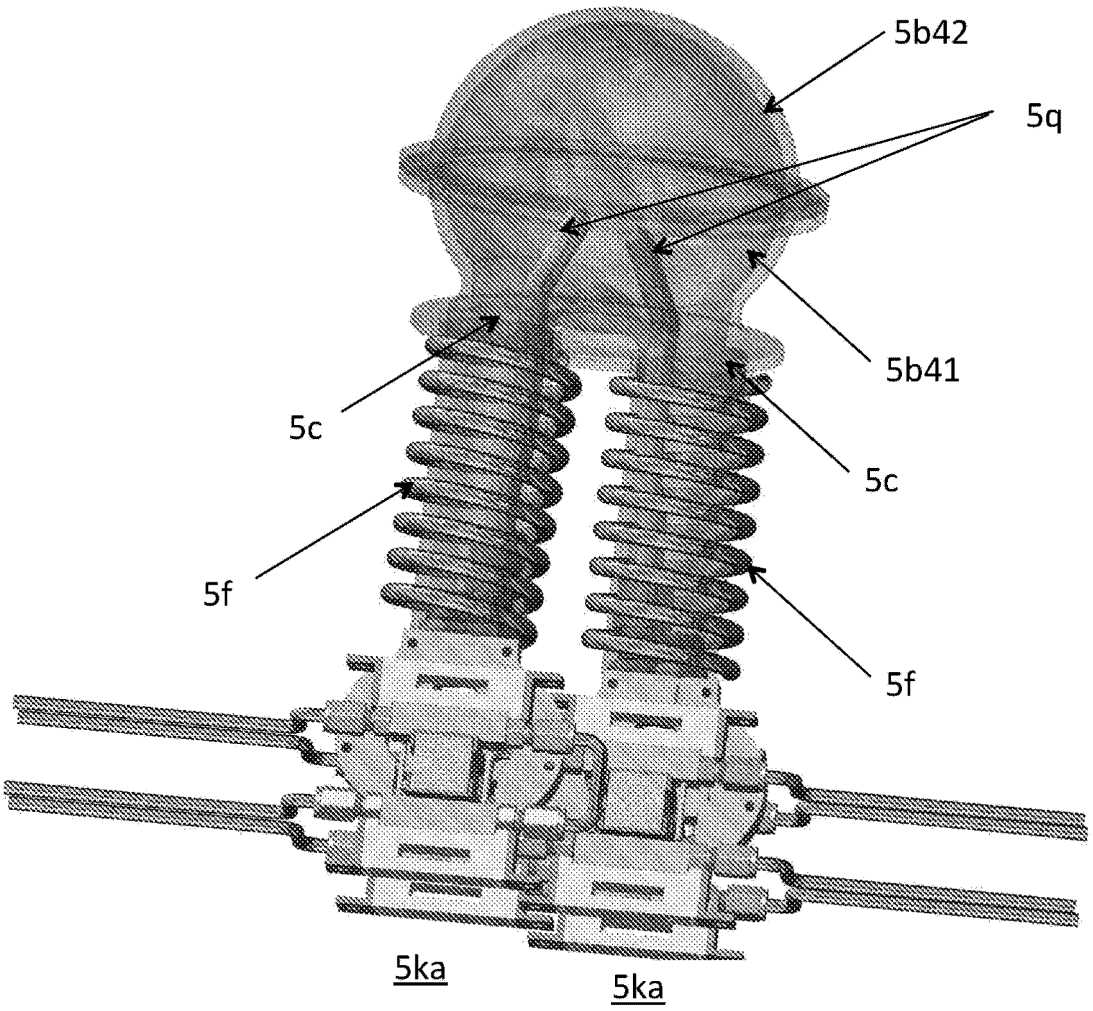
Фиг. 1 (2I80)



Фиг. 1 (2I81)



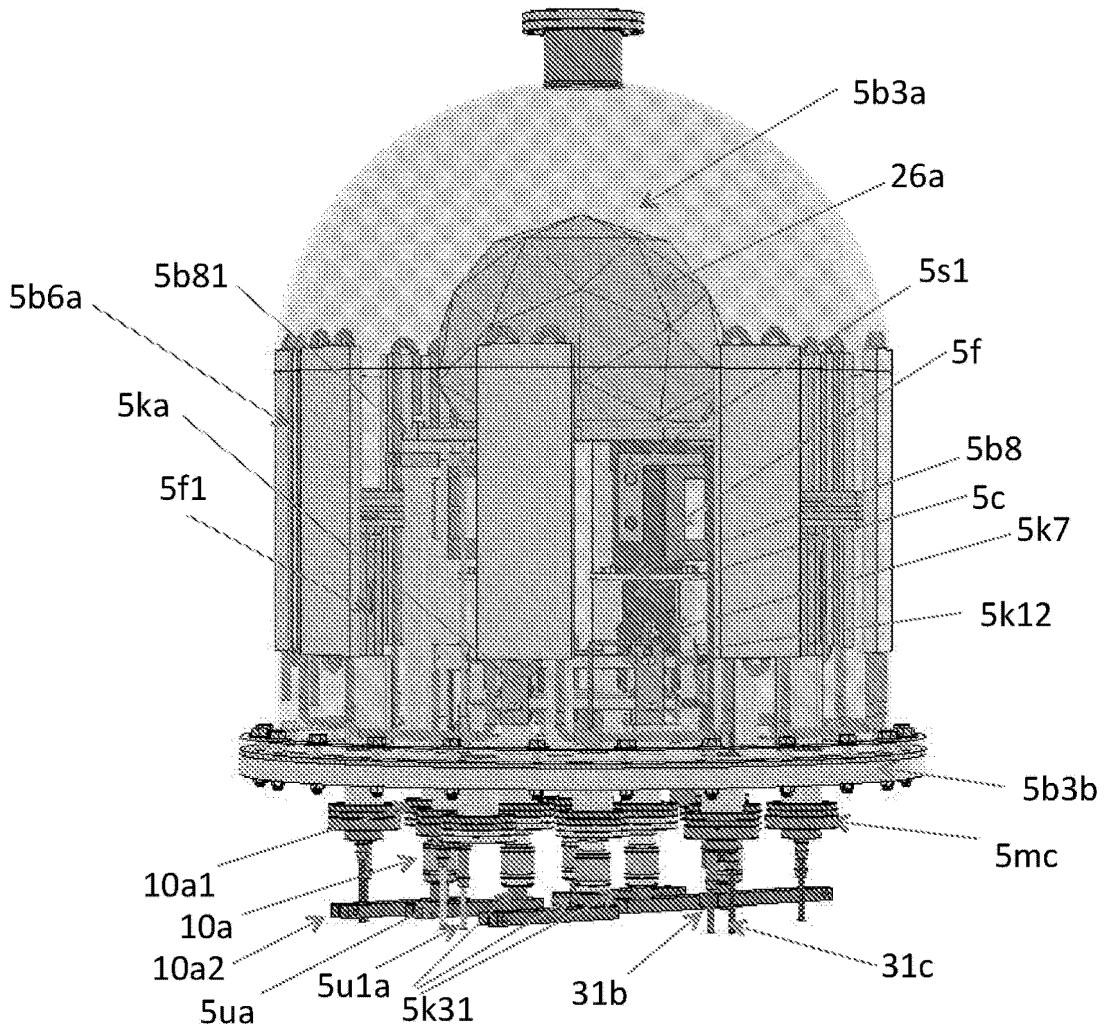
Фиг. 1 (2I82)



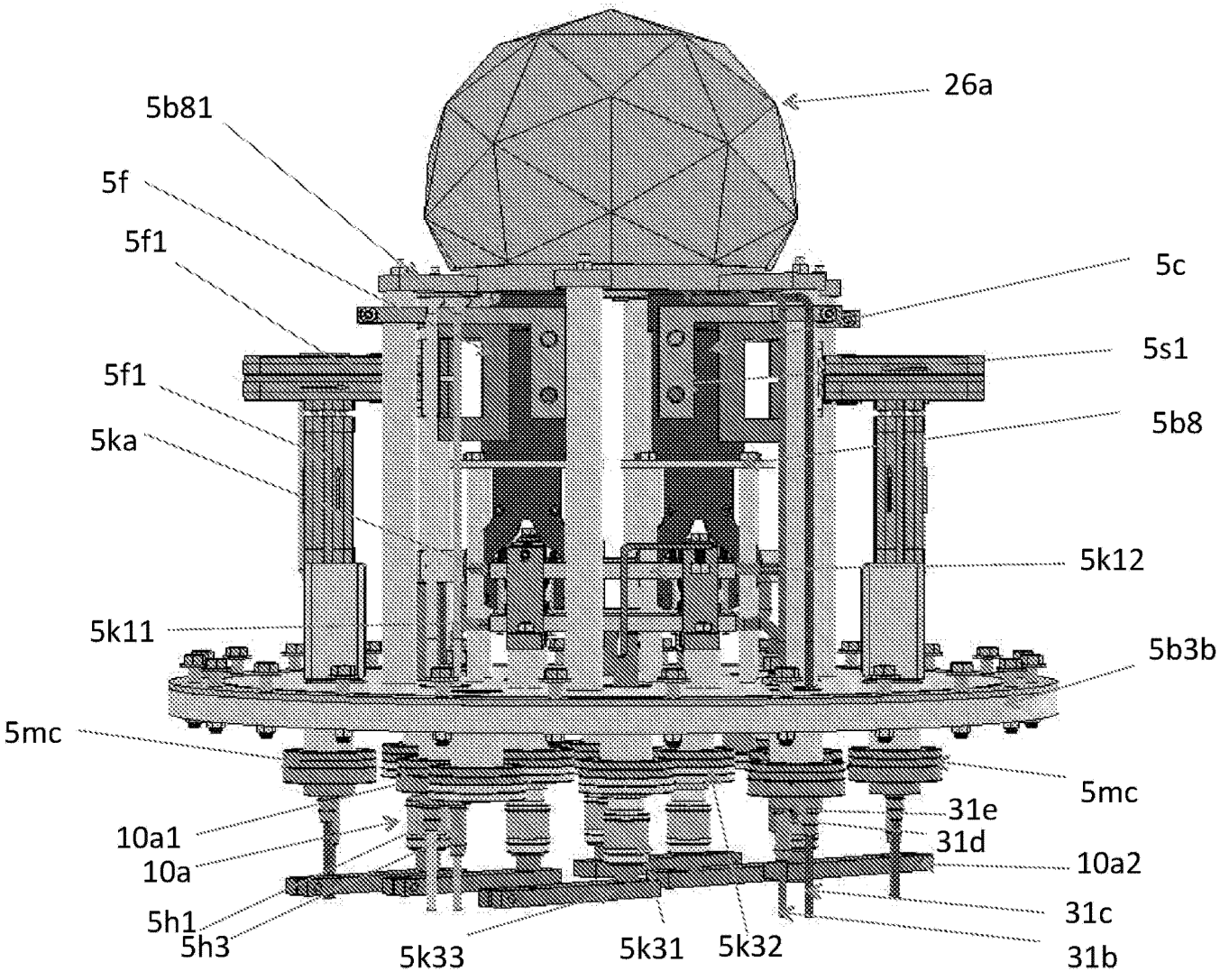
Фиг. 1 (2I83)



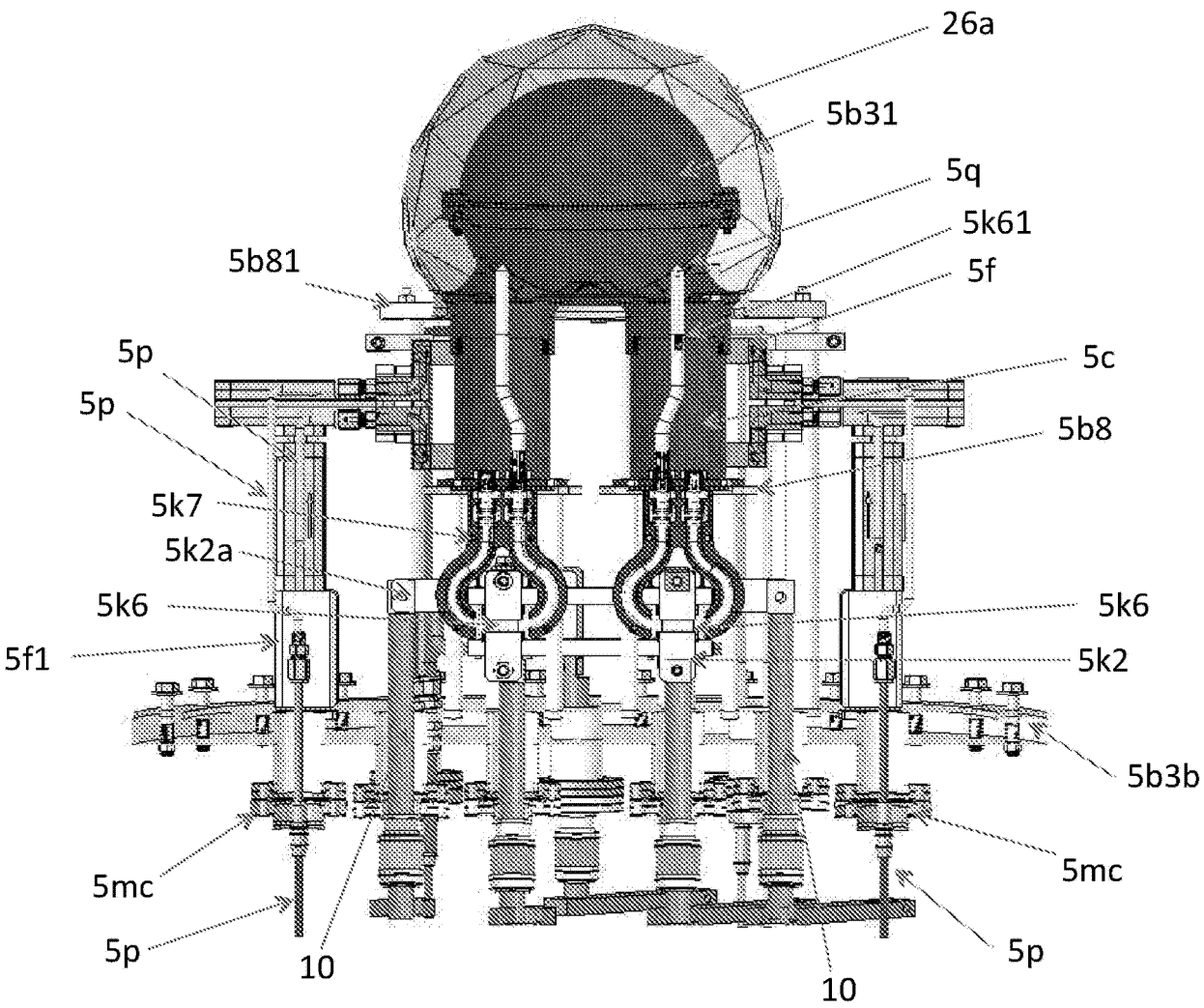
Фиг. 1 (2I84)


5b3a
26a
5b81
5b6a
5s1
5f
5ka
5b8
5f1
5c
5k7
5k12
5b3b
5mc
10a1
10a
10a2
5ua
5u1a
5k31
31b
31c

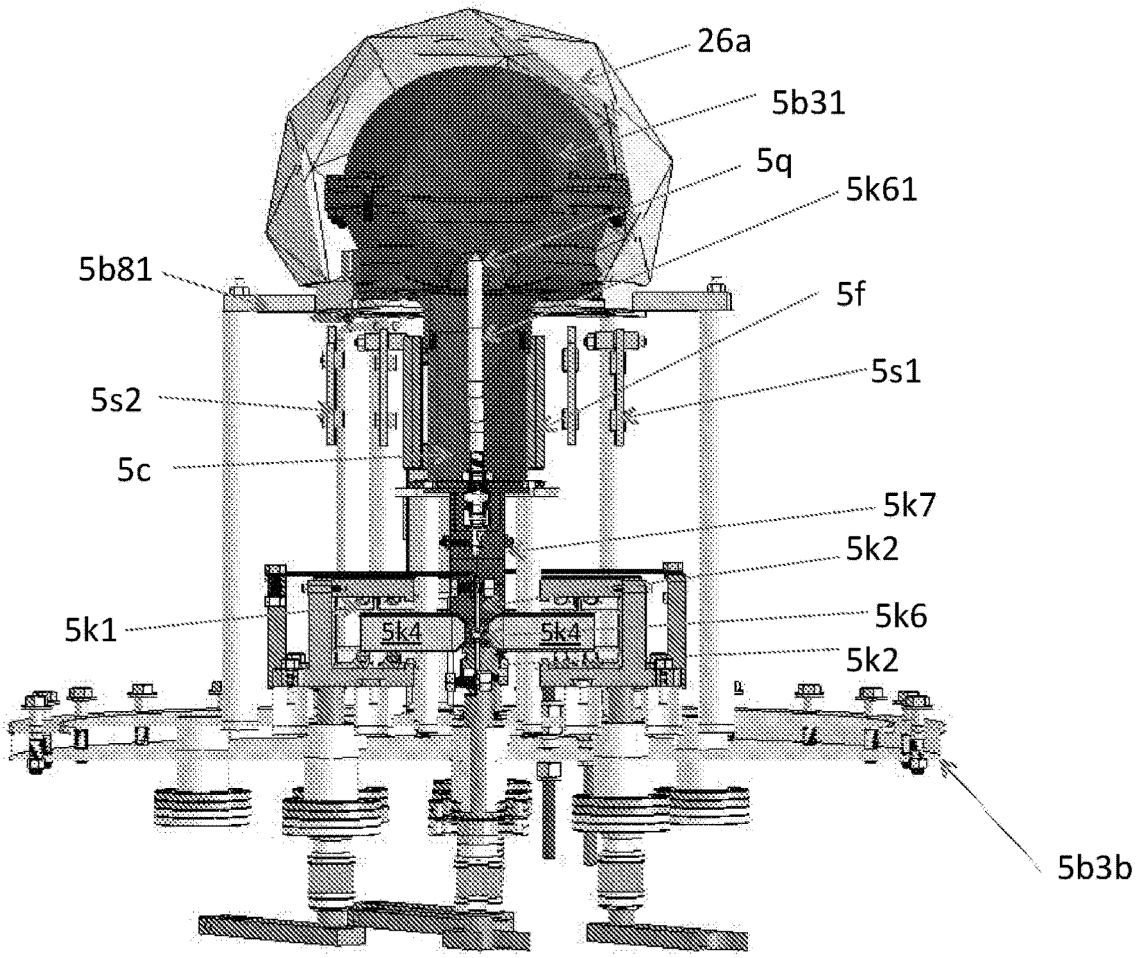
Фиг. 1 (2I85)


26a
5b81
5f
5f1
5c
5s1
5f1
5b8
5ka
5k12
5k11
5b3b
5mc
5mc
31e
10a1
31d
10a
10a2
5h1
31c
5h3
5k33
5k31
5k32
31b

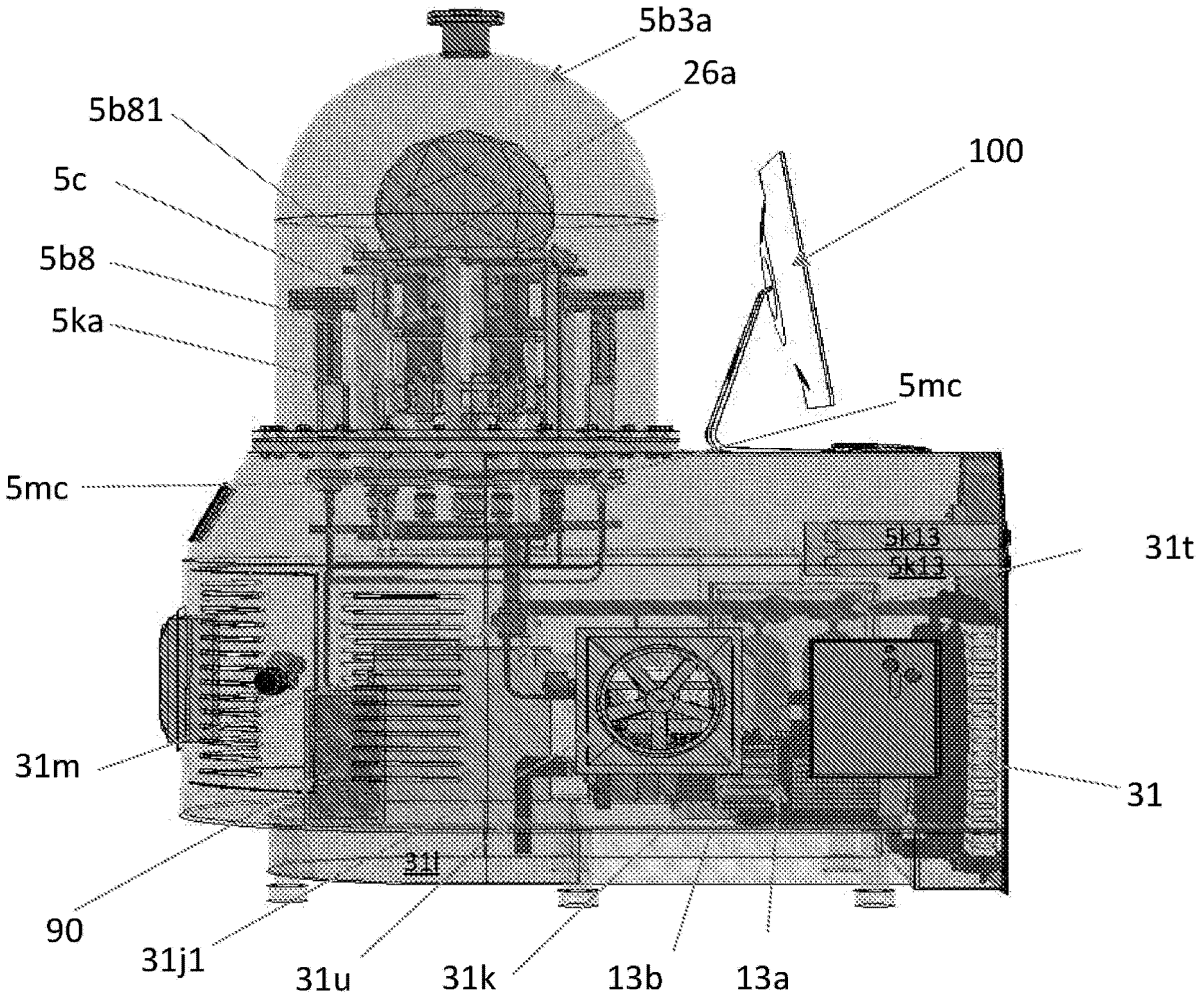
Фиг. 1 (2I86)


26a
5b31
5q
5k61
5f
5b81
5p
5p
5c
5b8
5k7
5k2a
5k6
5k6
5f1
5k2
5b3b
5mc
5mc
5p
5p
10
10

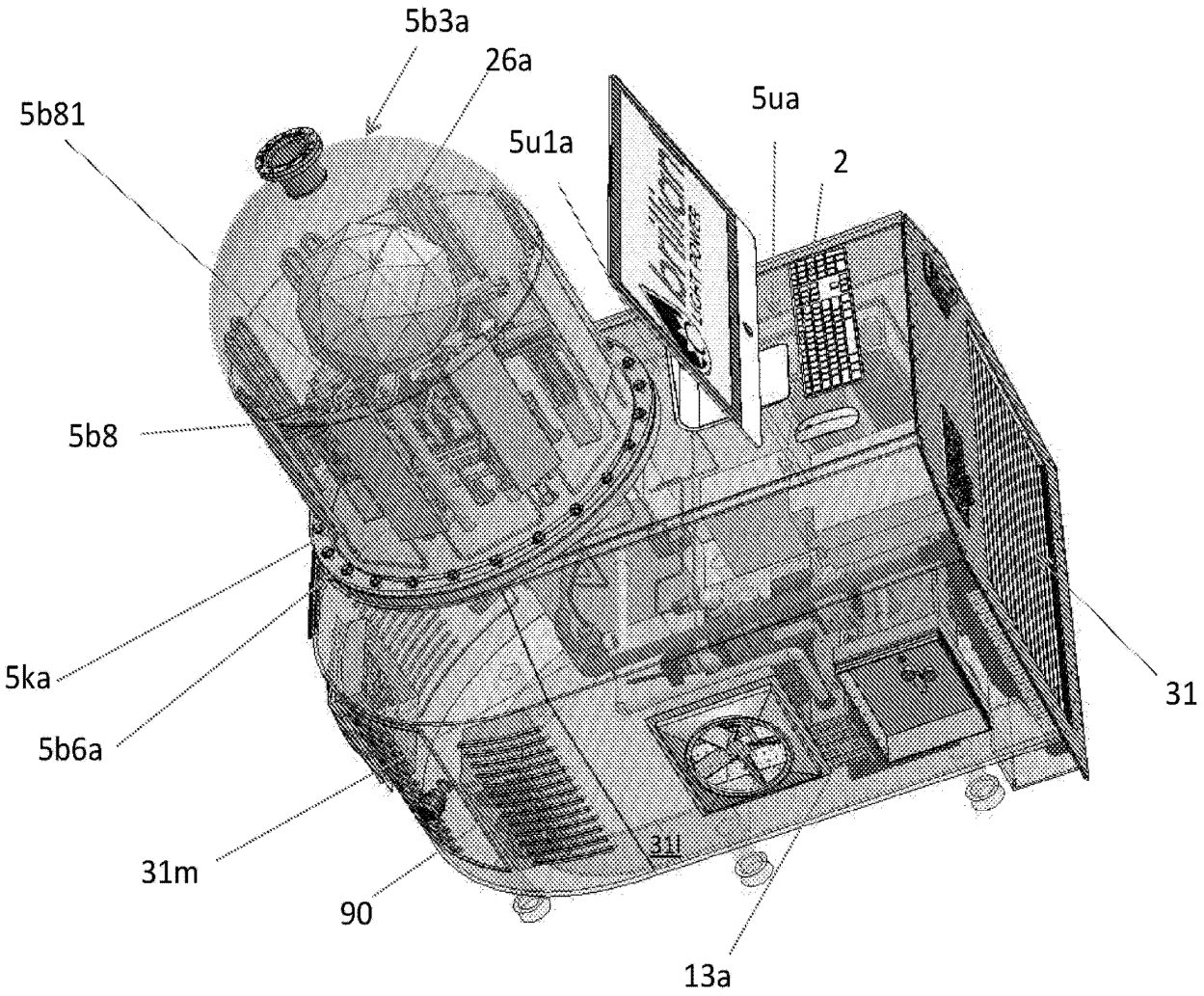
Фиг. 1 (2I87)


26a
5b31
5q
5k61
5b81
5f
5s1
5s2
5c
5k7
5k2
5k1
5k4
5k4
5k6
5k2
5b3b

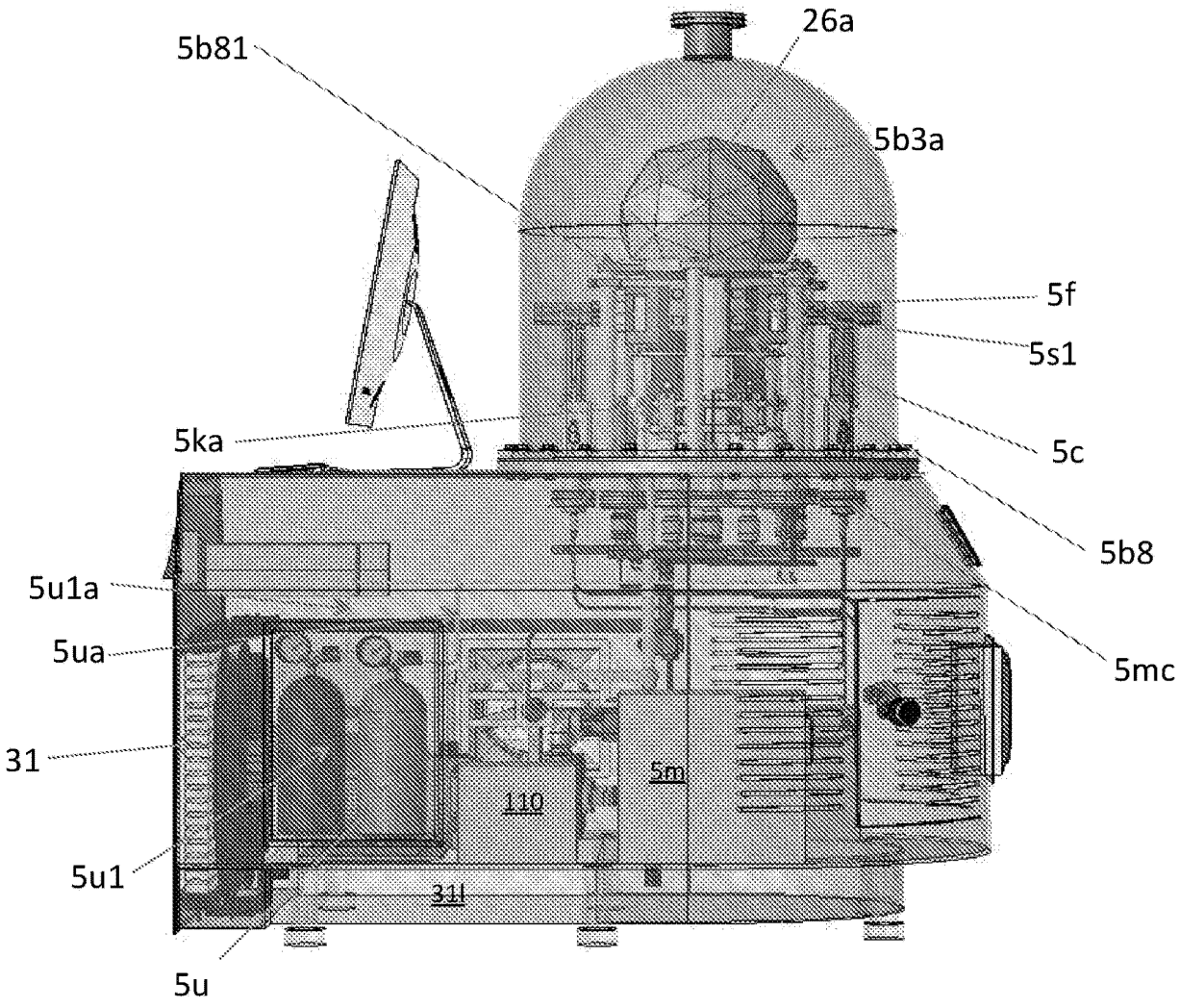
Фиг. 1 (2I88)


5b3a
26a
5b81
100
5c
5b8
5ka
5mc
5mc
5k13
5k13
31t
31m
31
31t
90
31j1
31u
31k
13b
13a

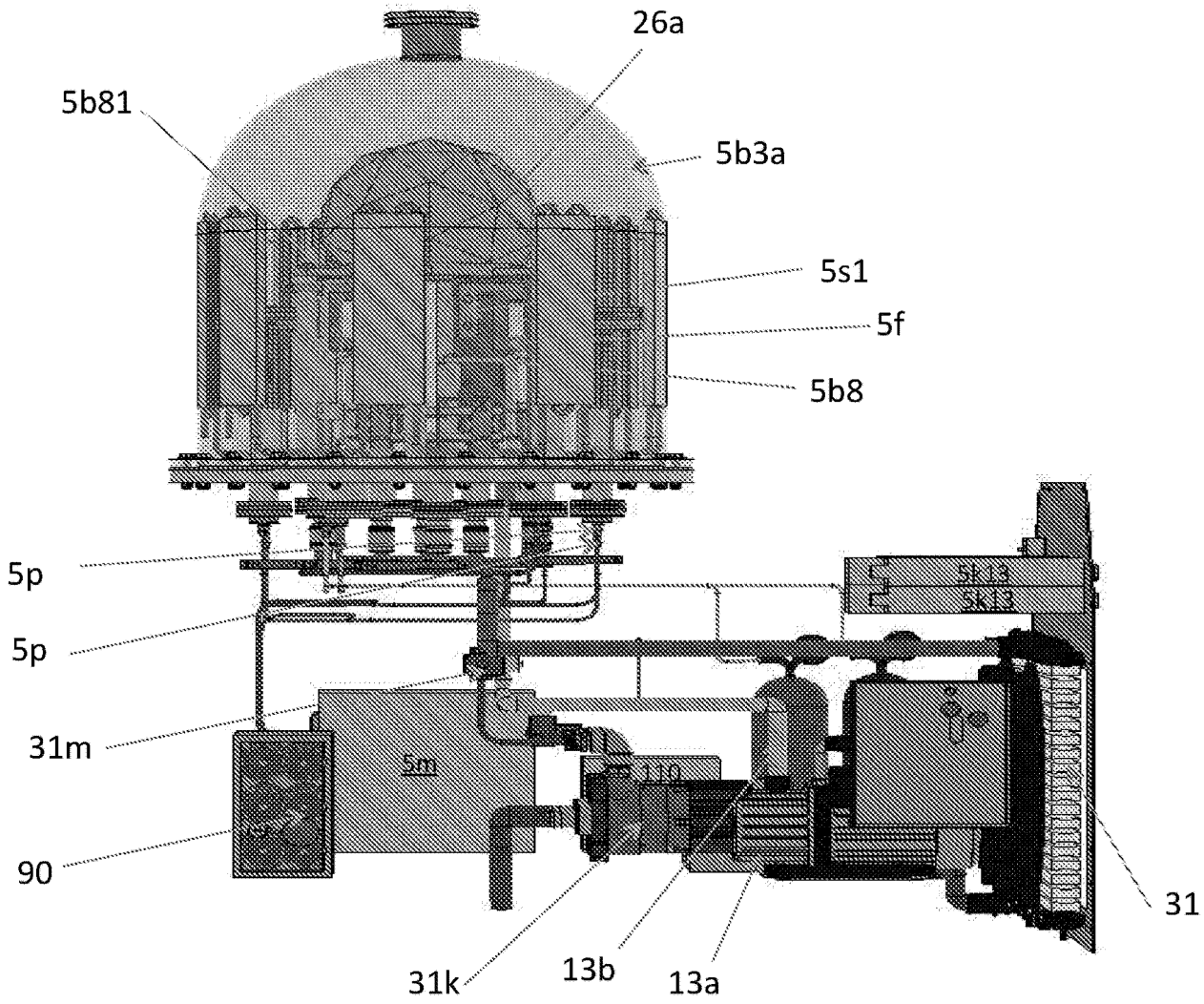
Фиг. 1 (2I89)



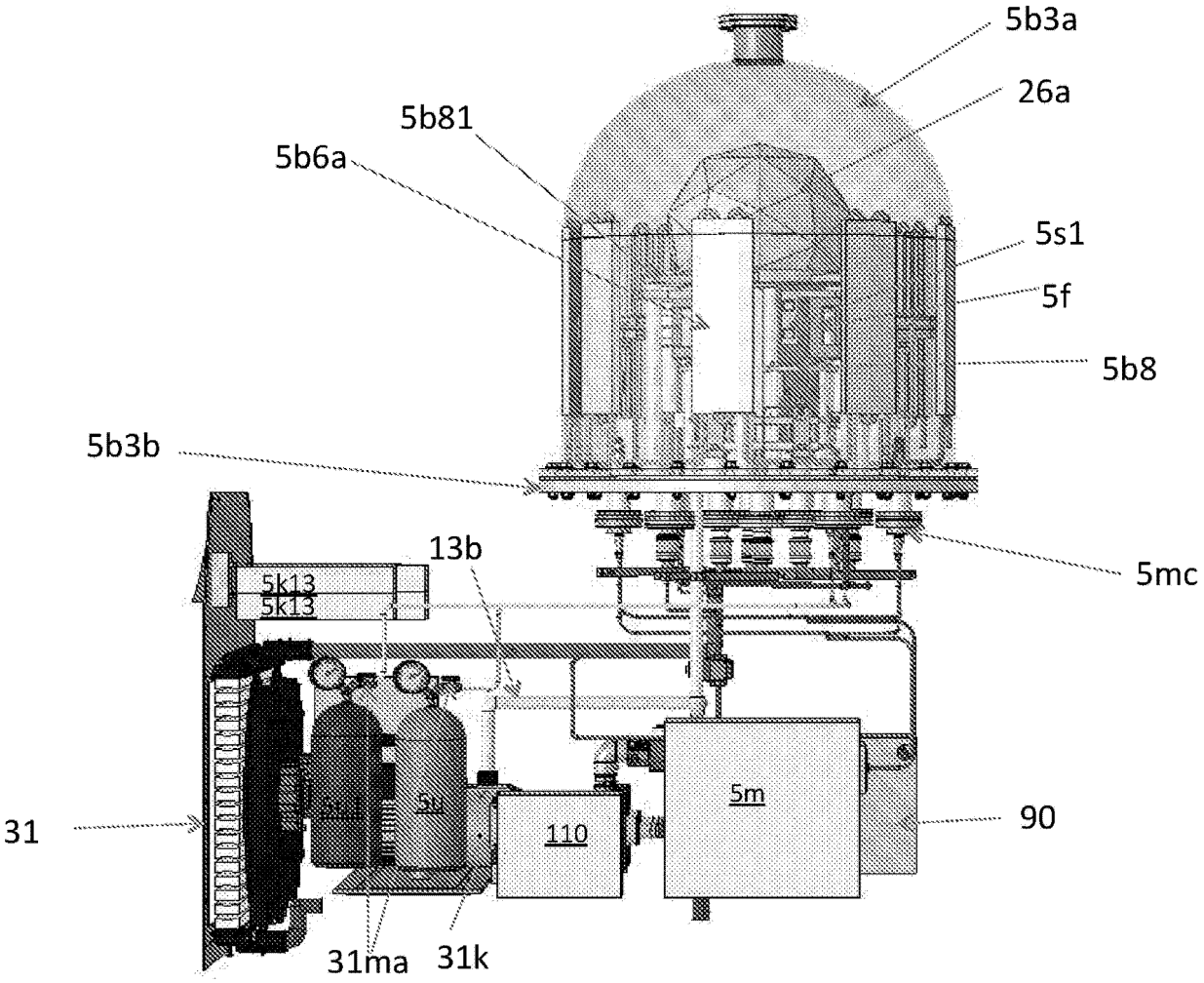
Фиг. 1 (2I90)



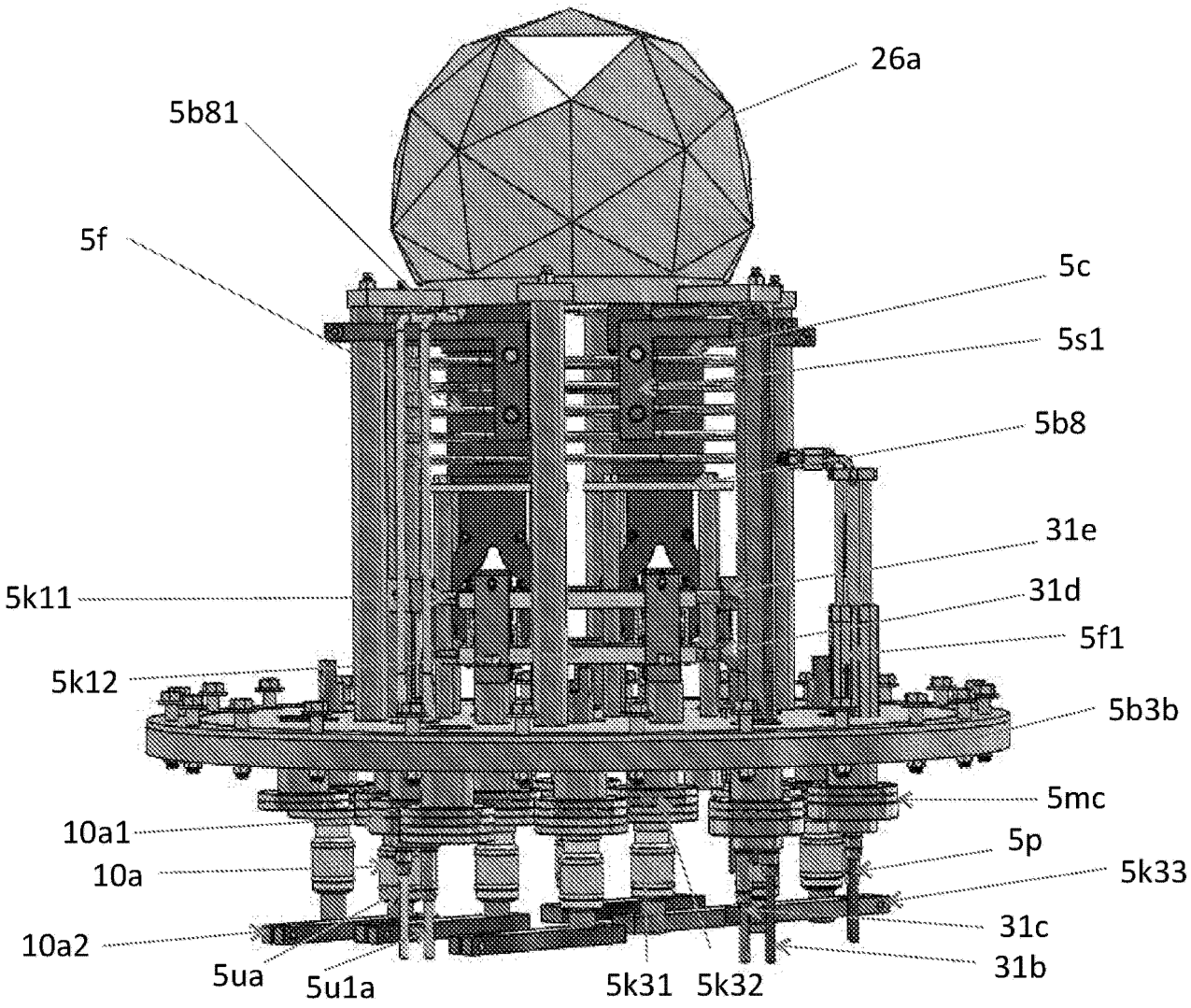
Фиг. 1 (2I91)


26a
5b81
5b3a
5s1
5f
5b8
5p
5p
31m
90
5m
110
5k13
5k13
31
31k
13b
13a

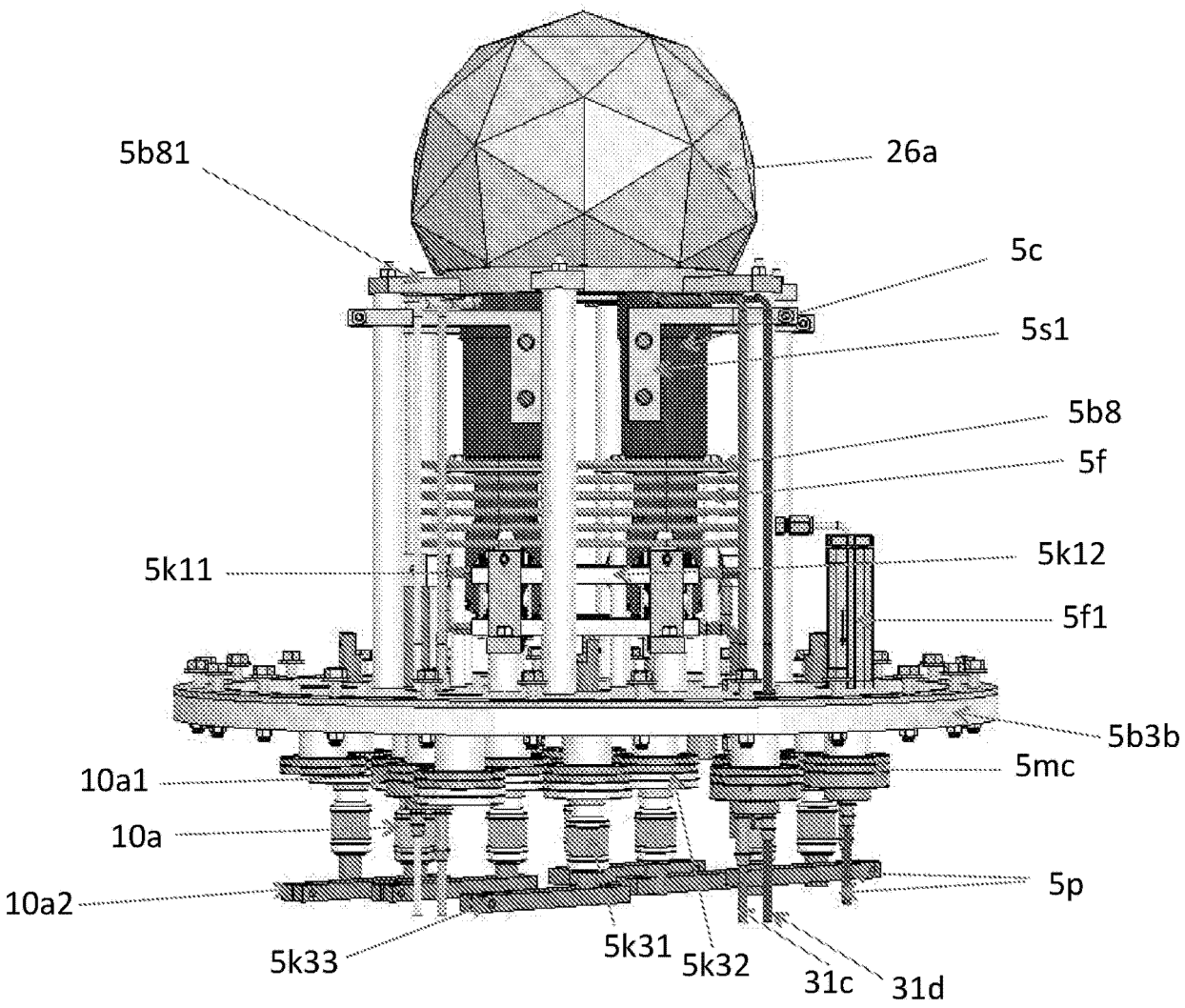
Фиг. 1 (2I92)


5b3a
26a
5b81
5b6a
5s1
5f
5b8
5b3b
13b
5mc
5k13
5k13
5m
5u
110
90
31
31ma
31k

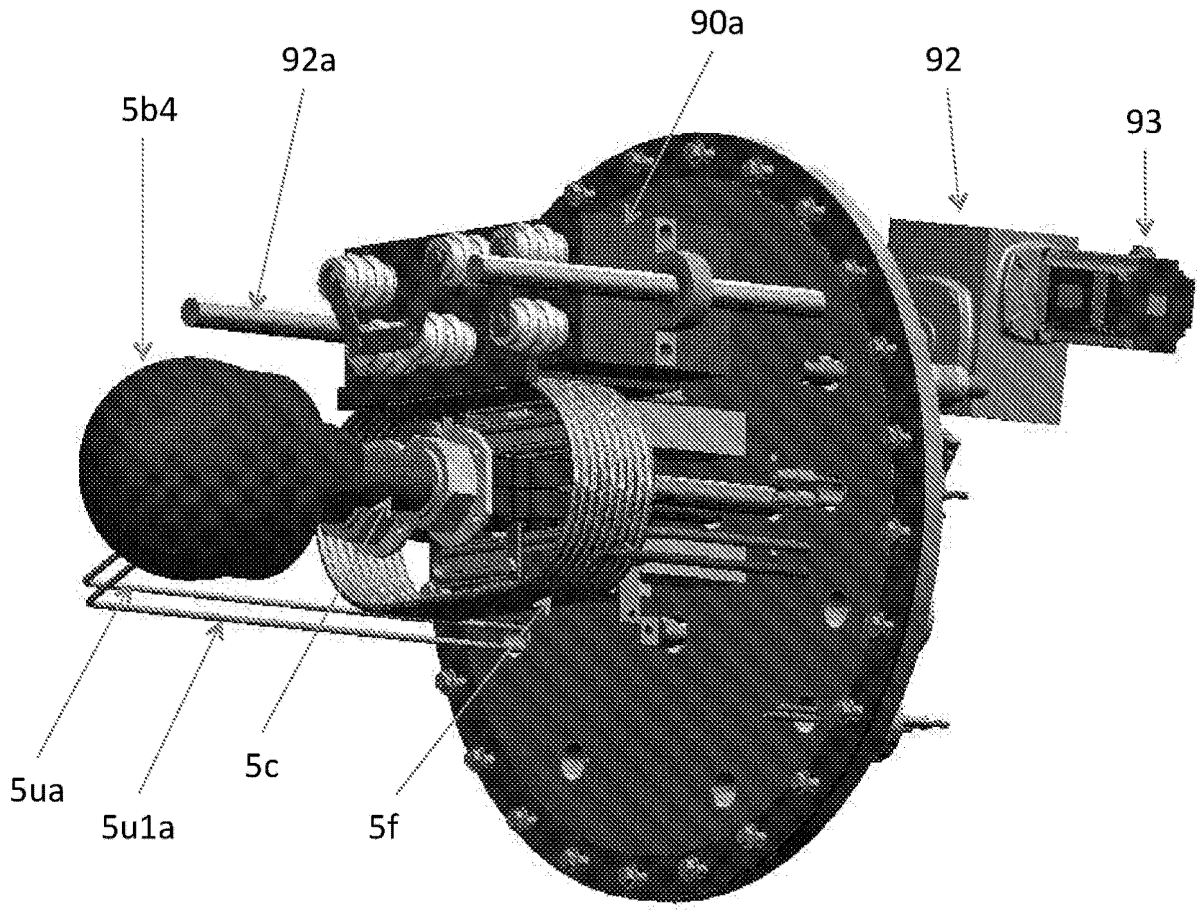
Фиг. 1 (2I93)


26a
5b81
5f
5c
5s1
5b8
31e
5k11
31d
5f1
5k12
5b3b
5mc
10a1
5p
10a
5k33
31c
10a2
31b
5ua
5u1a
5k31
5k32

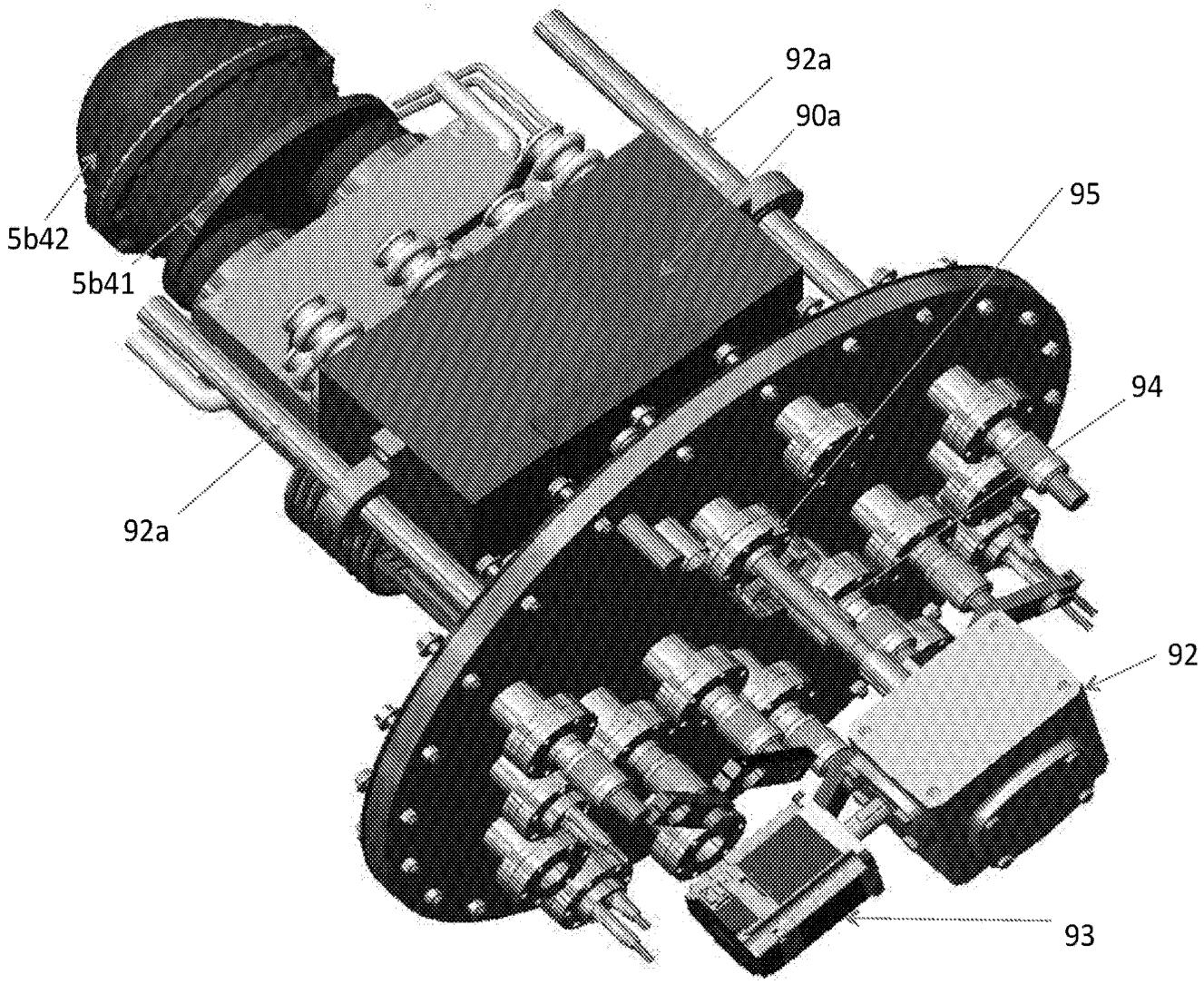
Фиг. 1 (2I94)


5b81
26a
5c
5s1
5b8
5f
5k11
5k12
5f1
5b3b
10a1
5mc
10a
10a2
5p
5k33
5k31
5k32
31c
31d

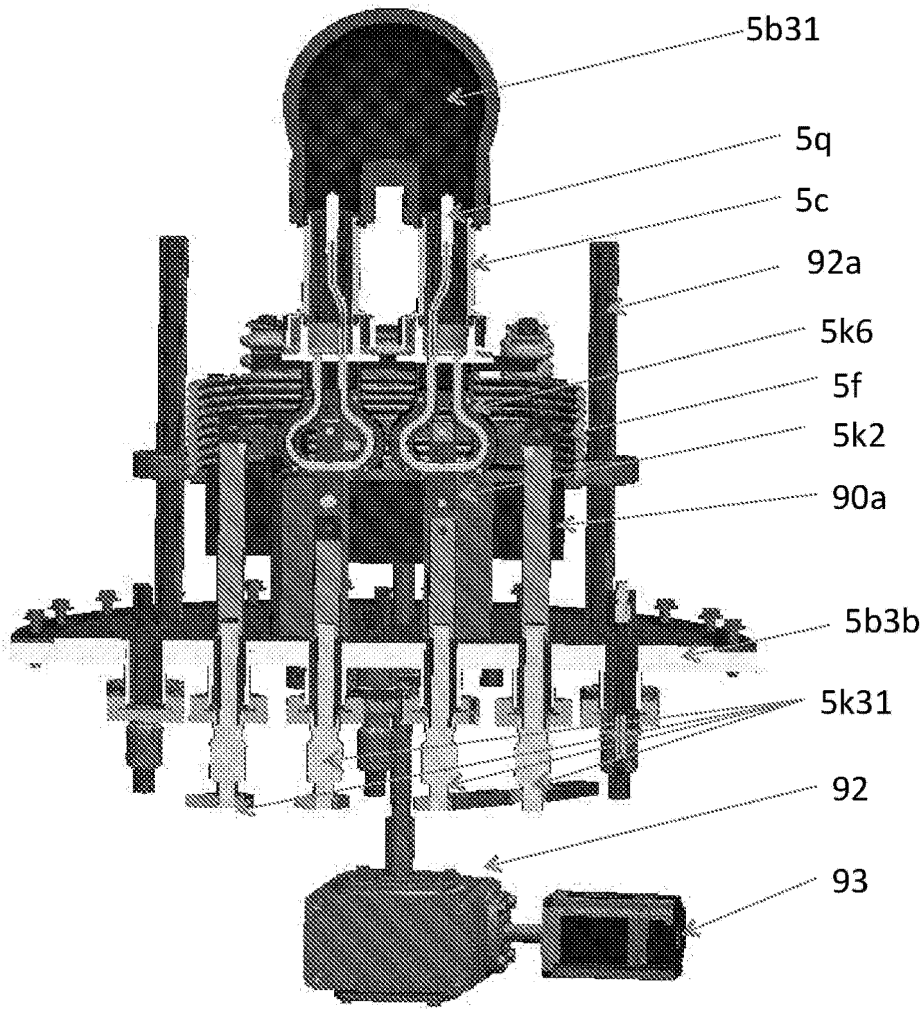
Фиг. 1 (2195)



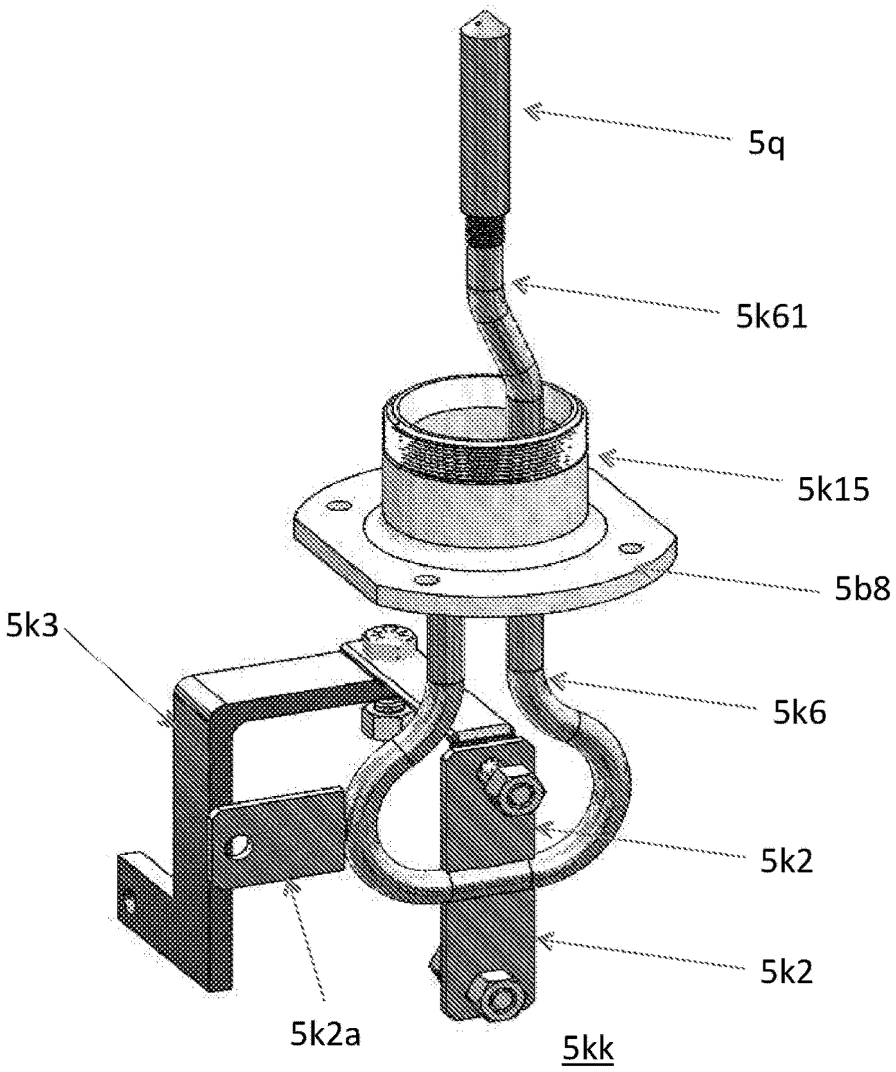
Фиг. 1 (2I96)



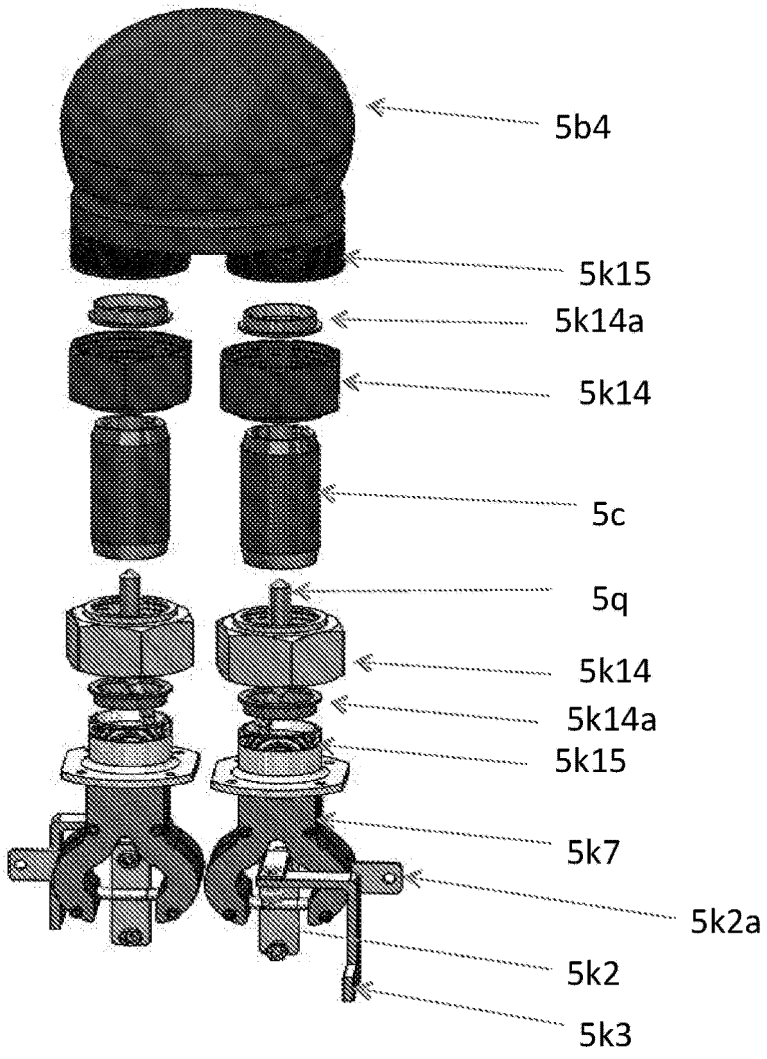
Фиг. 1 (2I97)



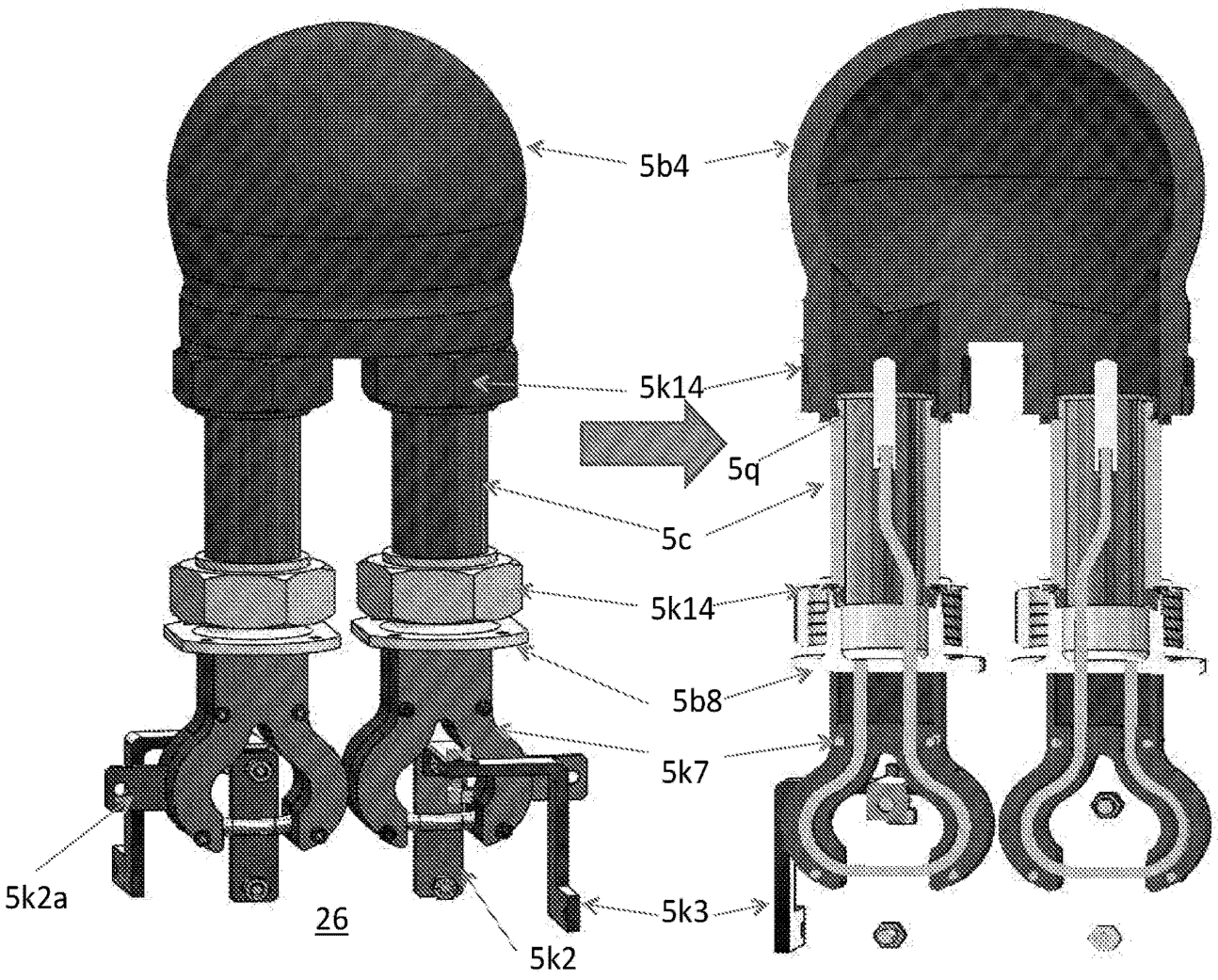
Фиг. 1 (2I98)



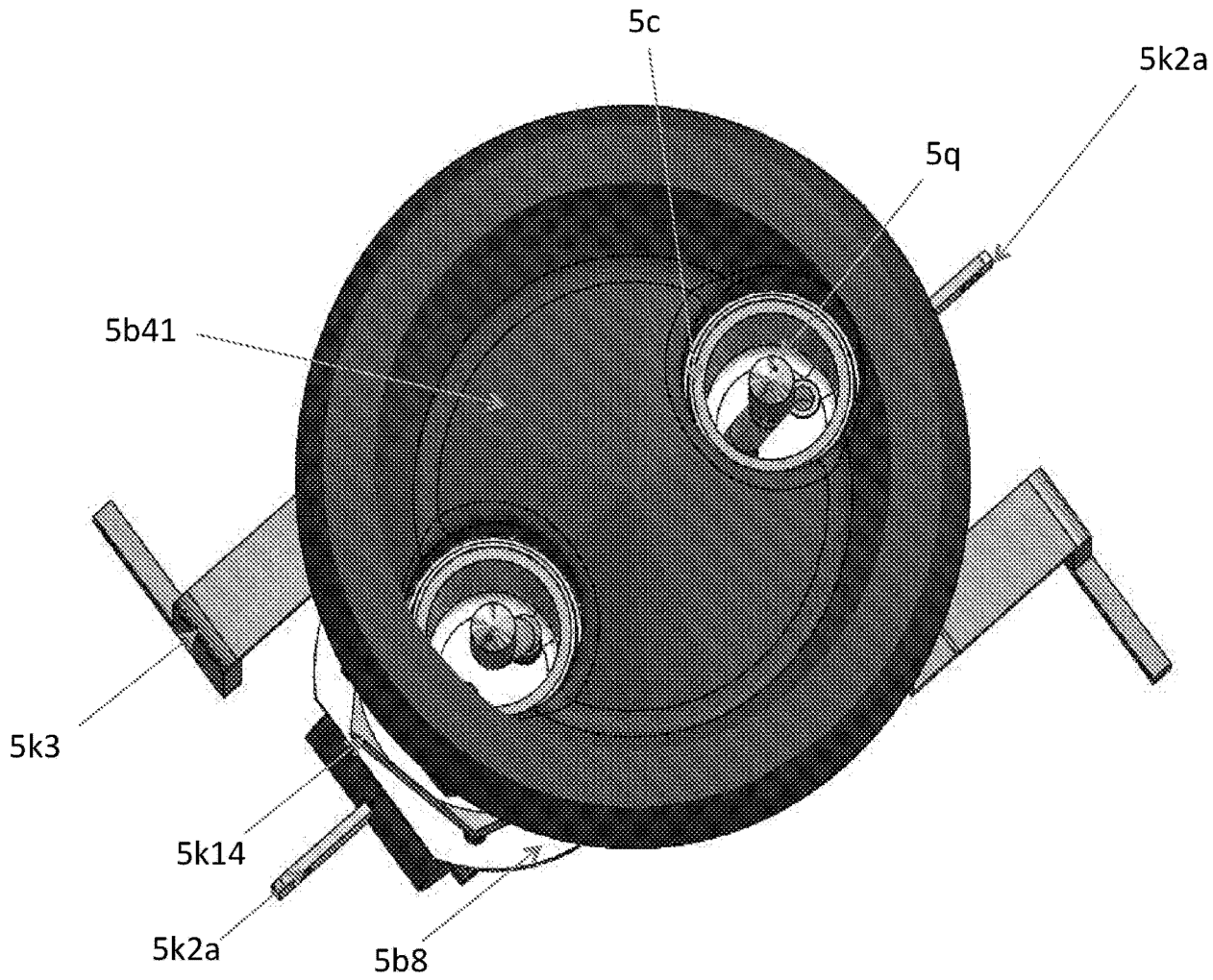
Фиг. 1 (2I99)



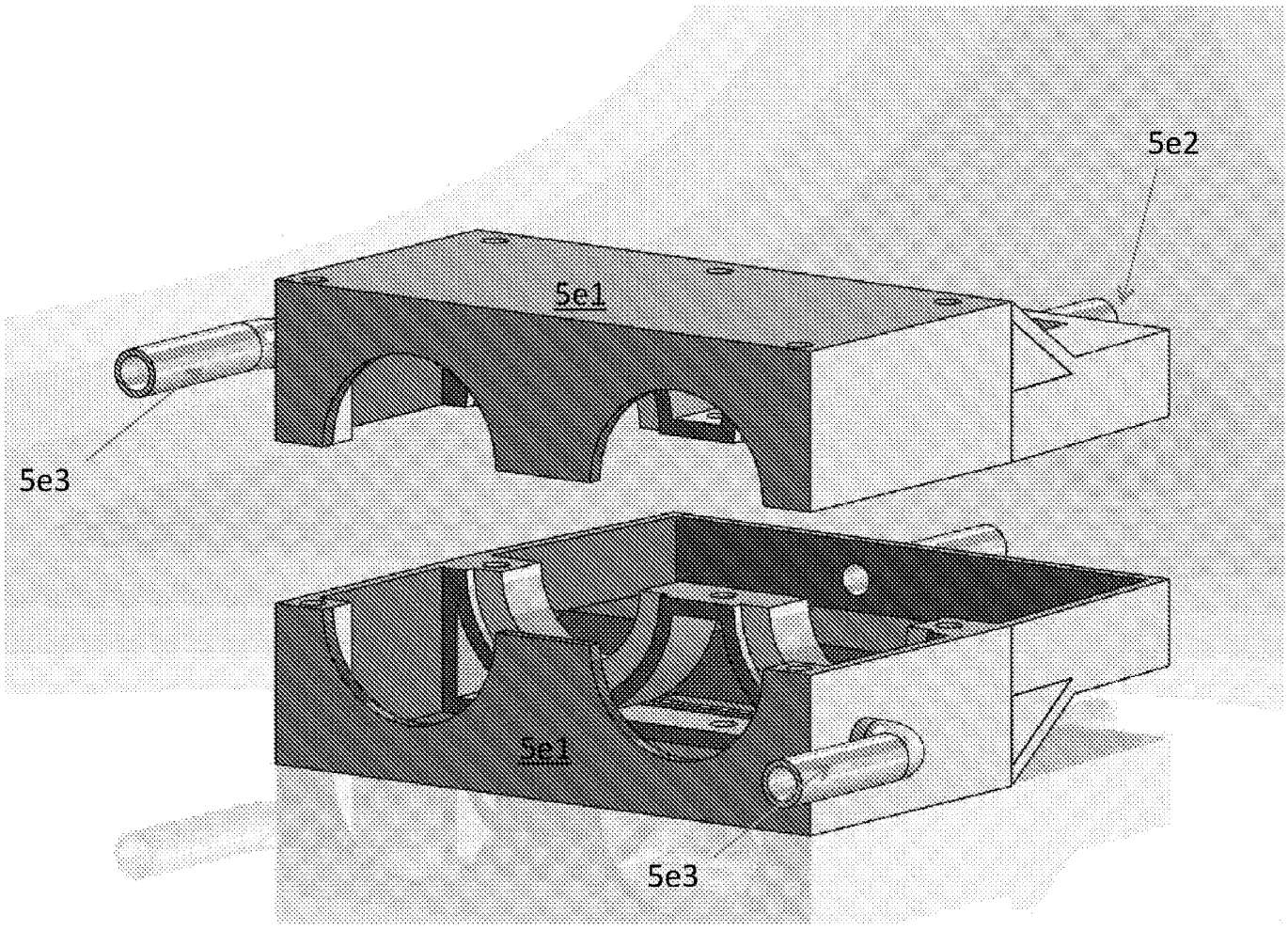
Фиг. 1 (2I100)



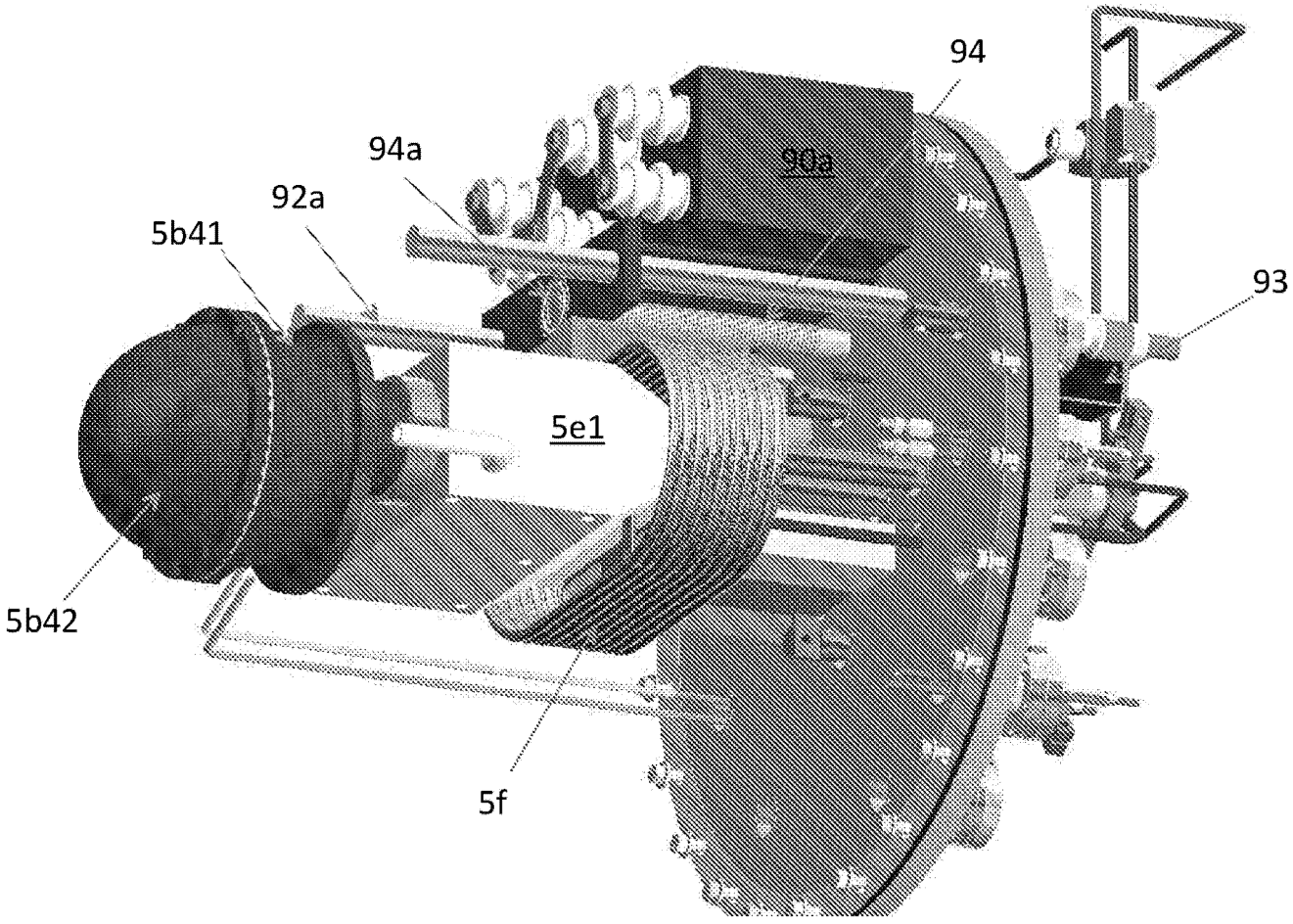
Фиг. 1 (2I101)



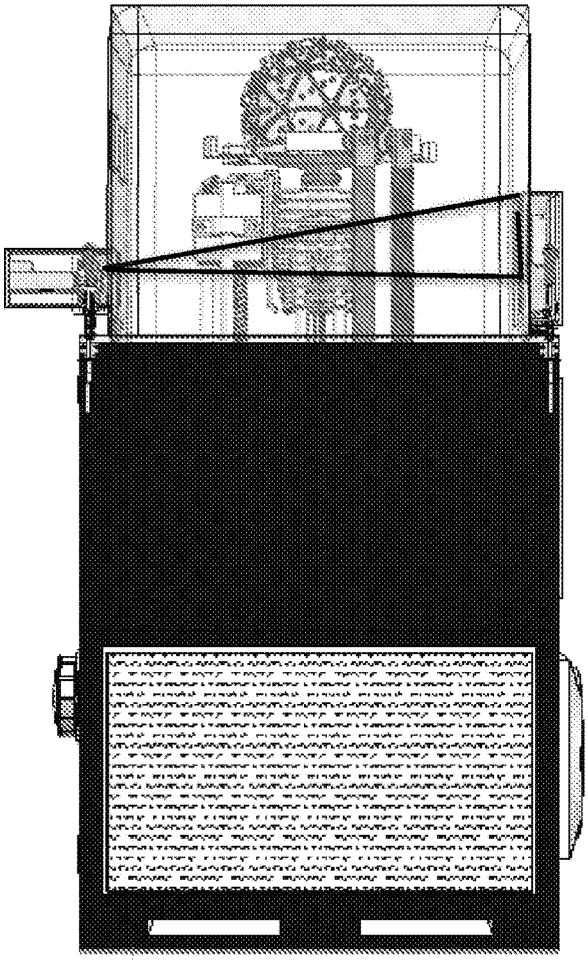
Фиг. 1 (2I102)



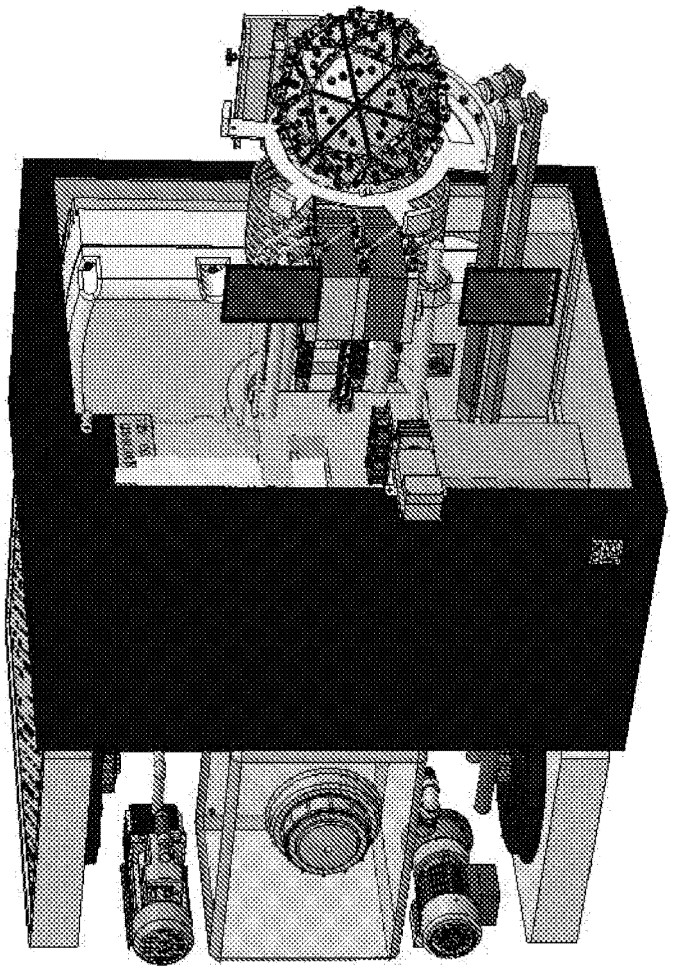
Фиг. 1 (2I103)



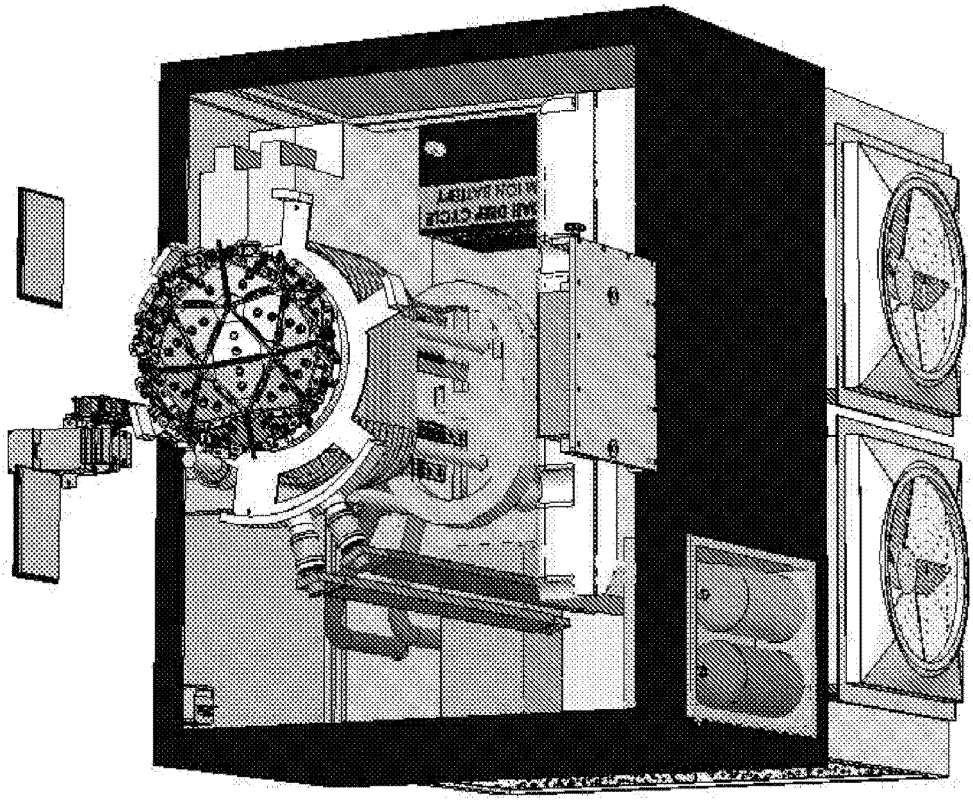
Фиг. 1 (2I104)



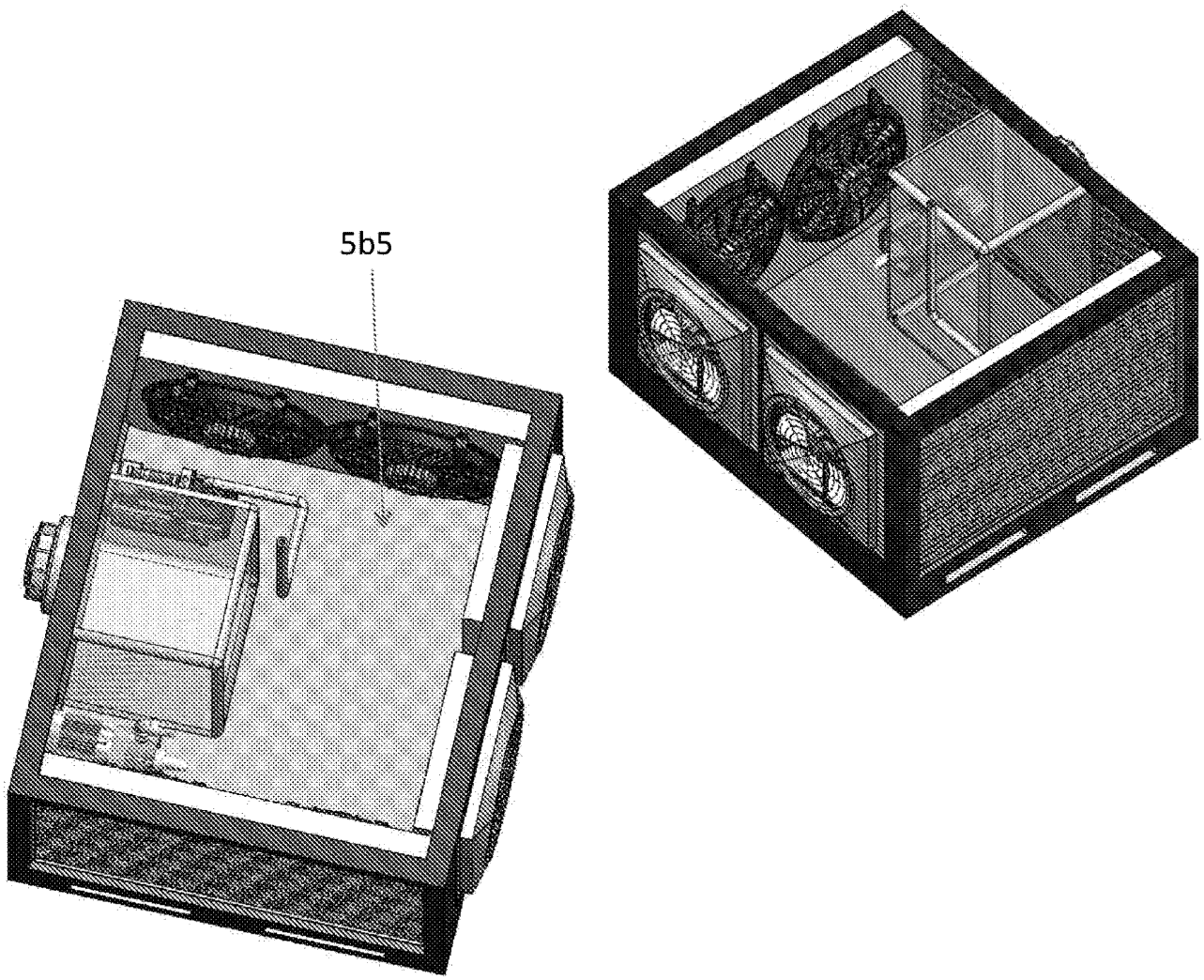
Фиг. 1 (2I105)



Фиг. 1 (2I106)

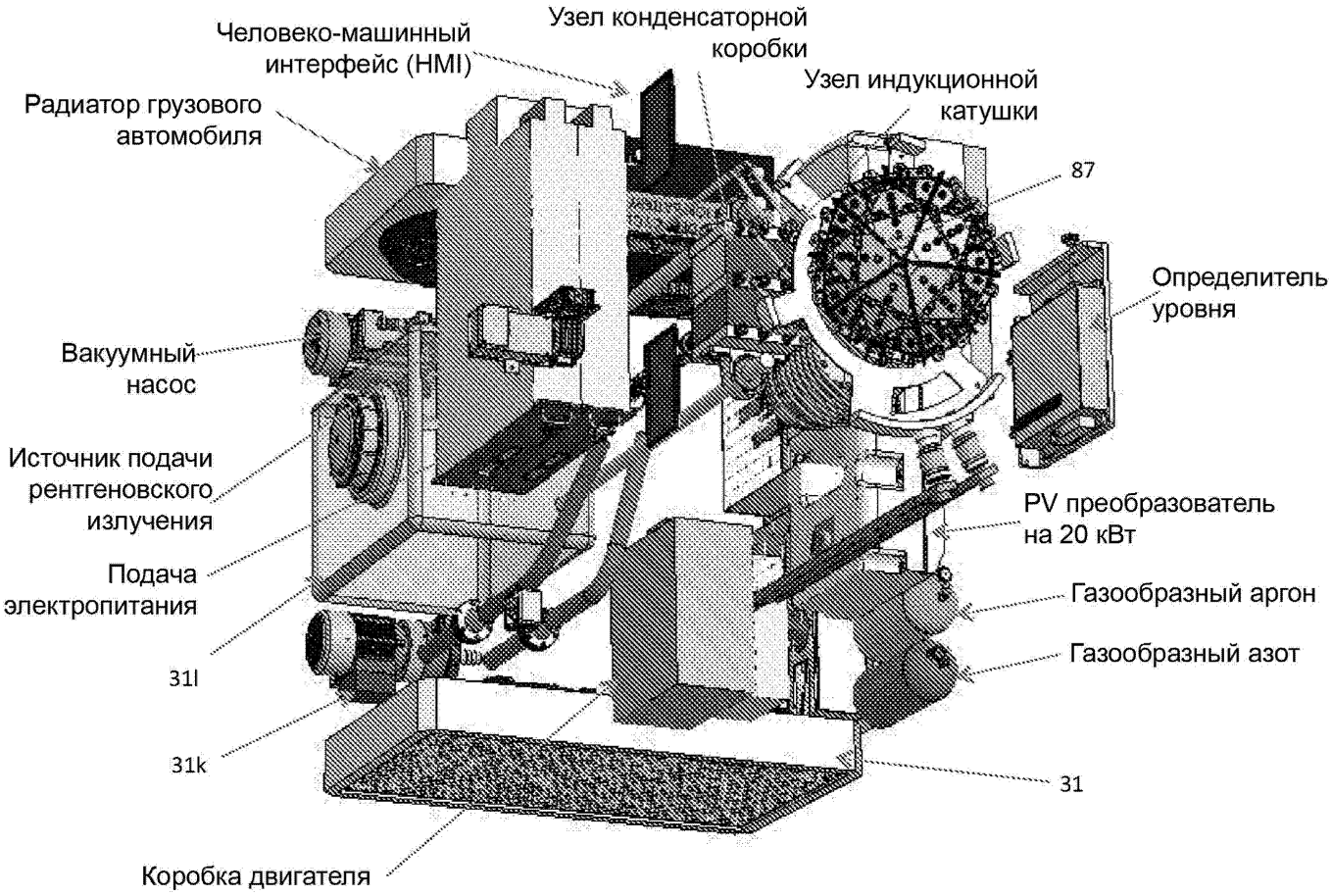


Фиг. 1 (2I107)



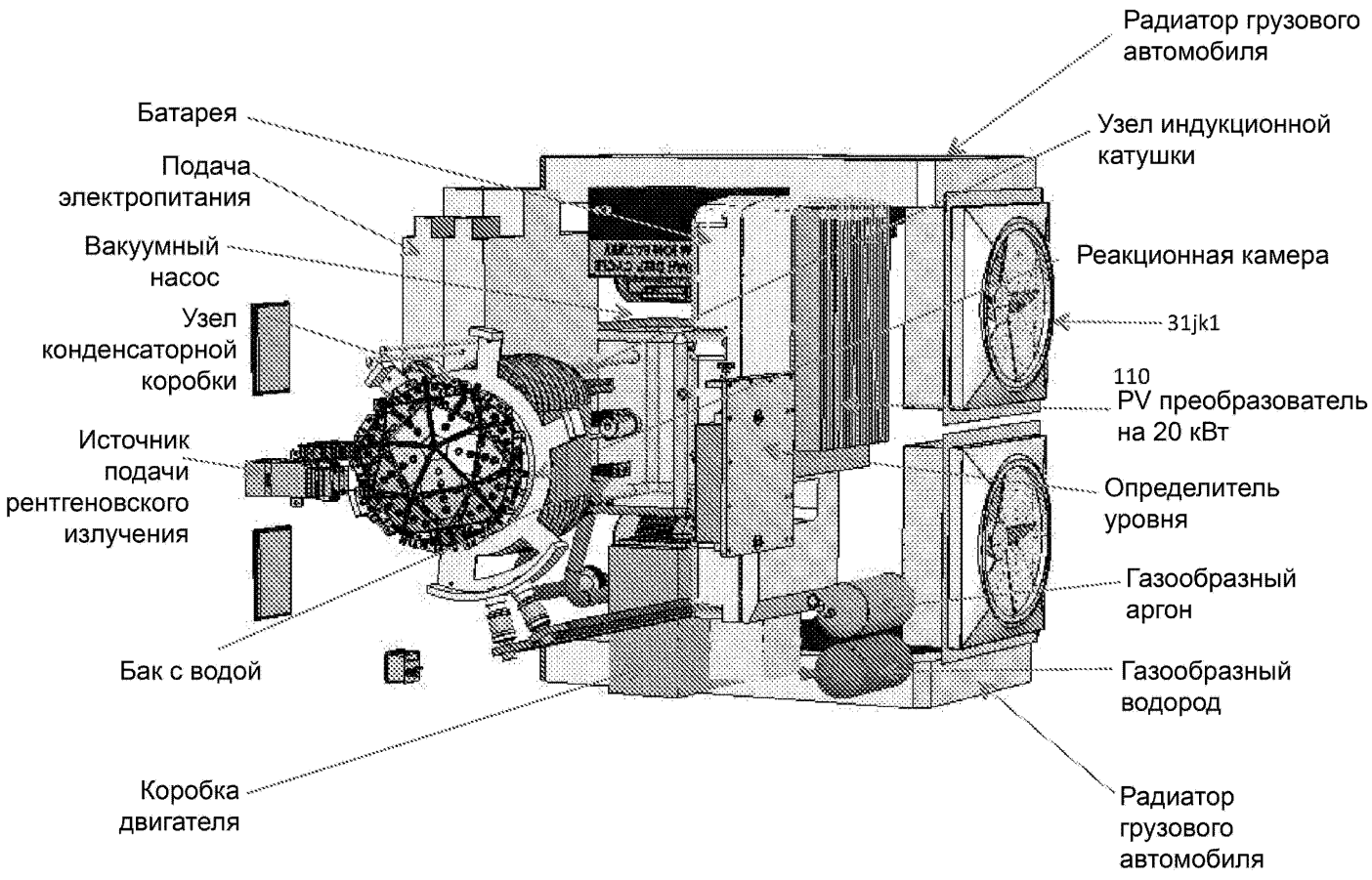
Фиг. 1 (2I108)

Чертёж устройства SUN CELL (вид сверху)



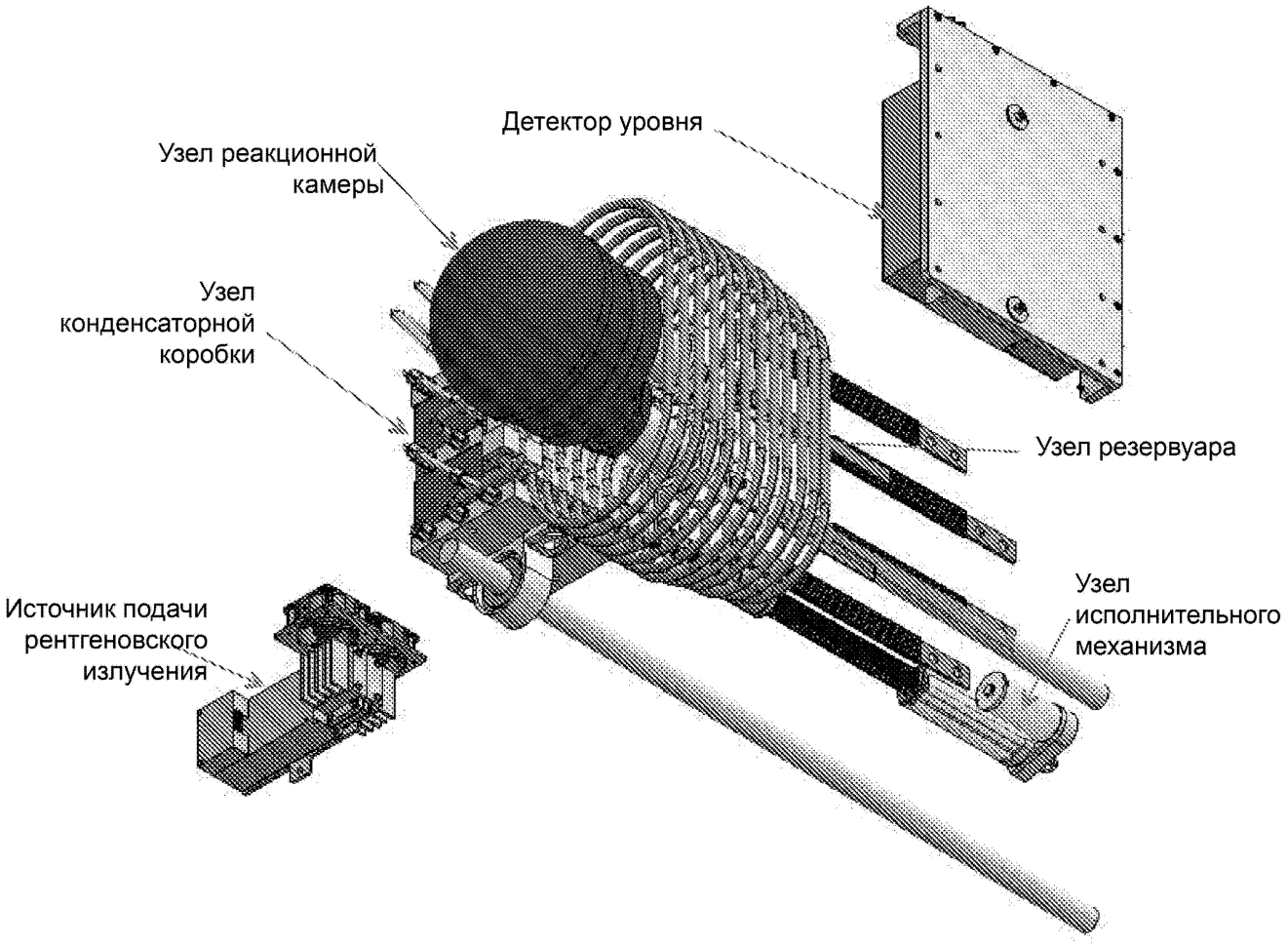
Фиг. 1 (2I109)

Чертёж устройства SUN CELL (вид сверху)



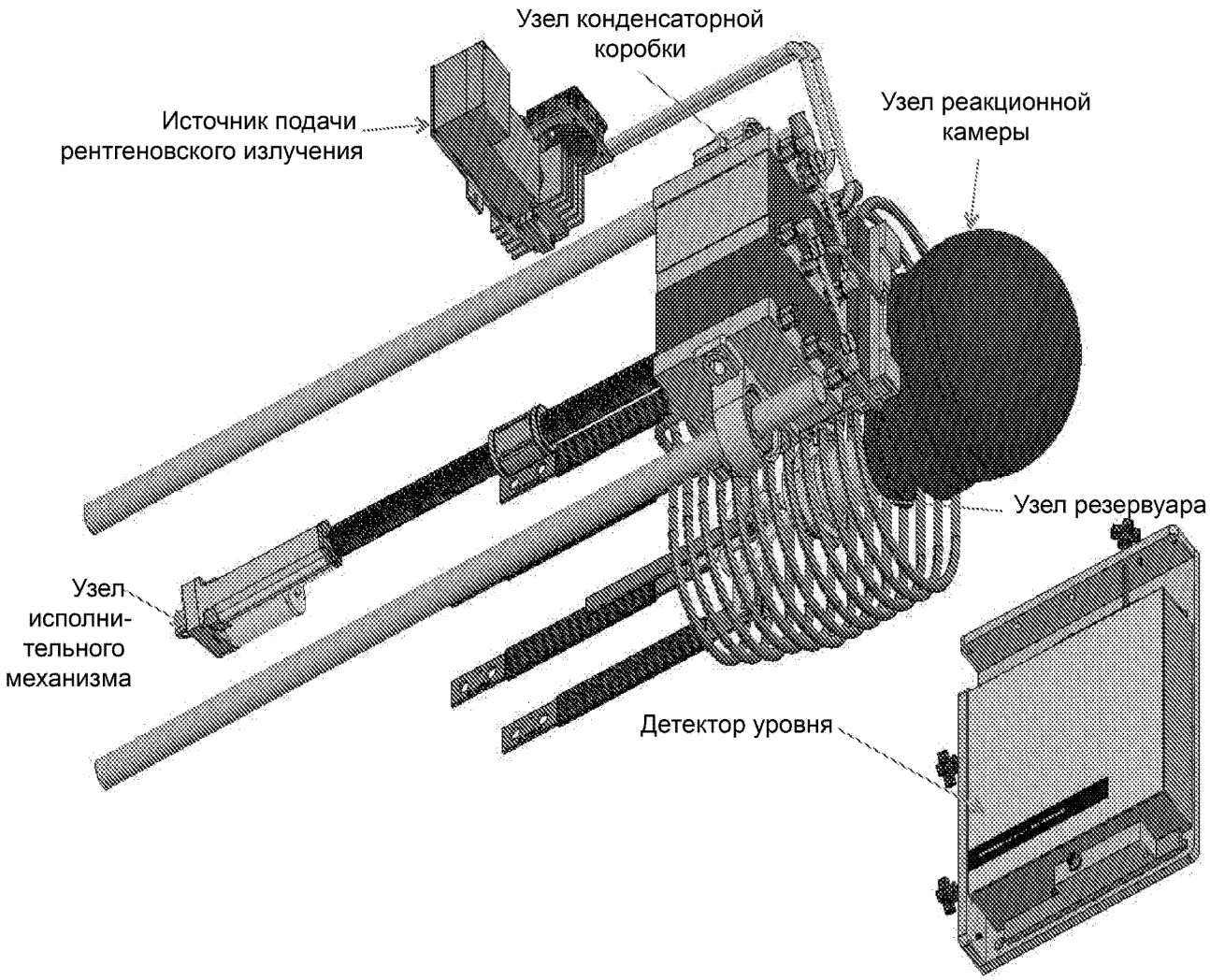
Фиг. 1 (2I110)

Рентгеновский датчик уровня для узла резервуара

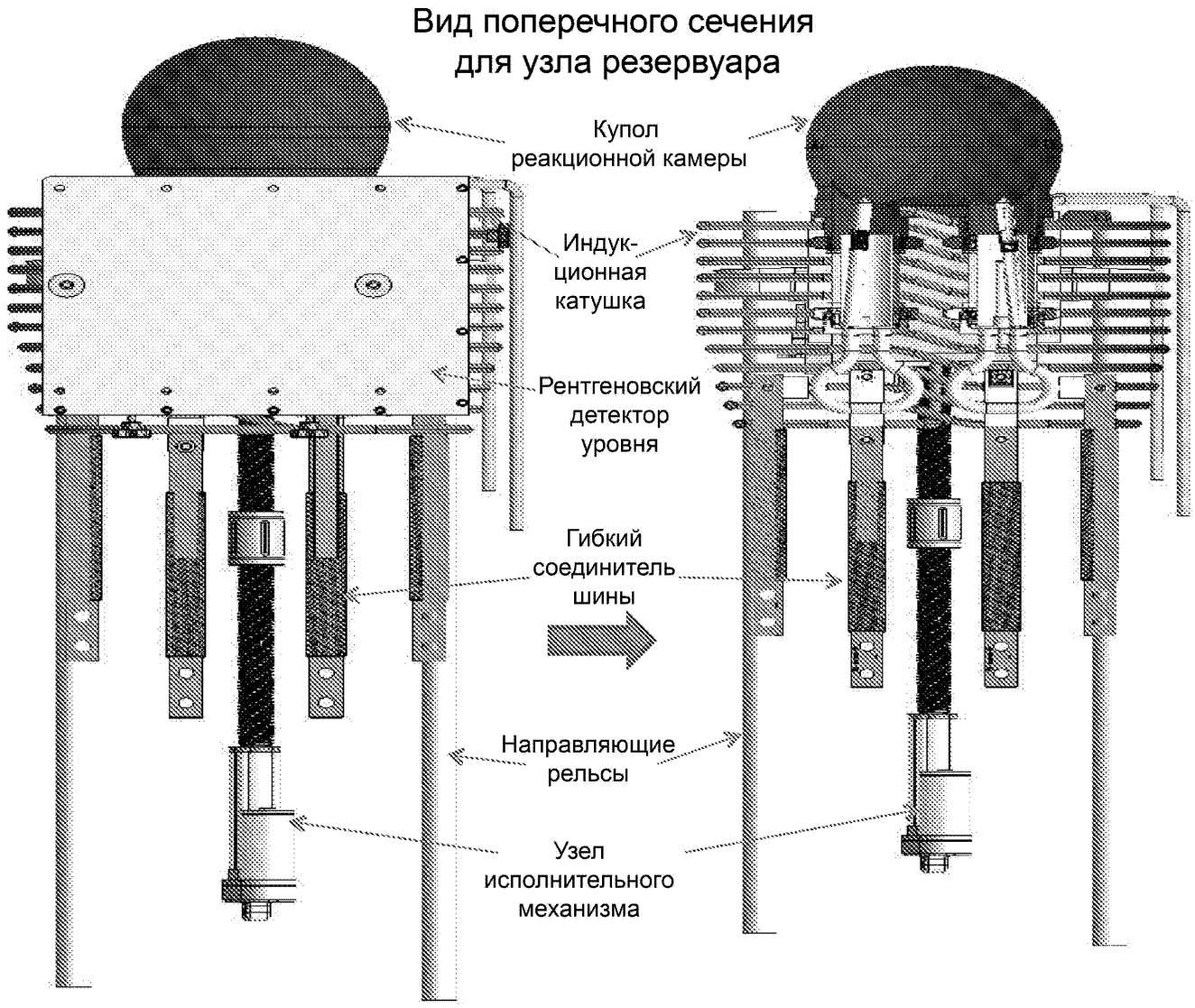


Фиг. 1 (2I111)

Рентгеновский датчик уровня для узла резервуара

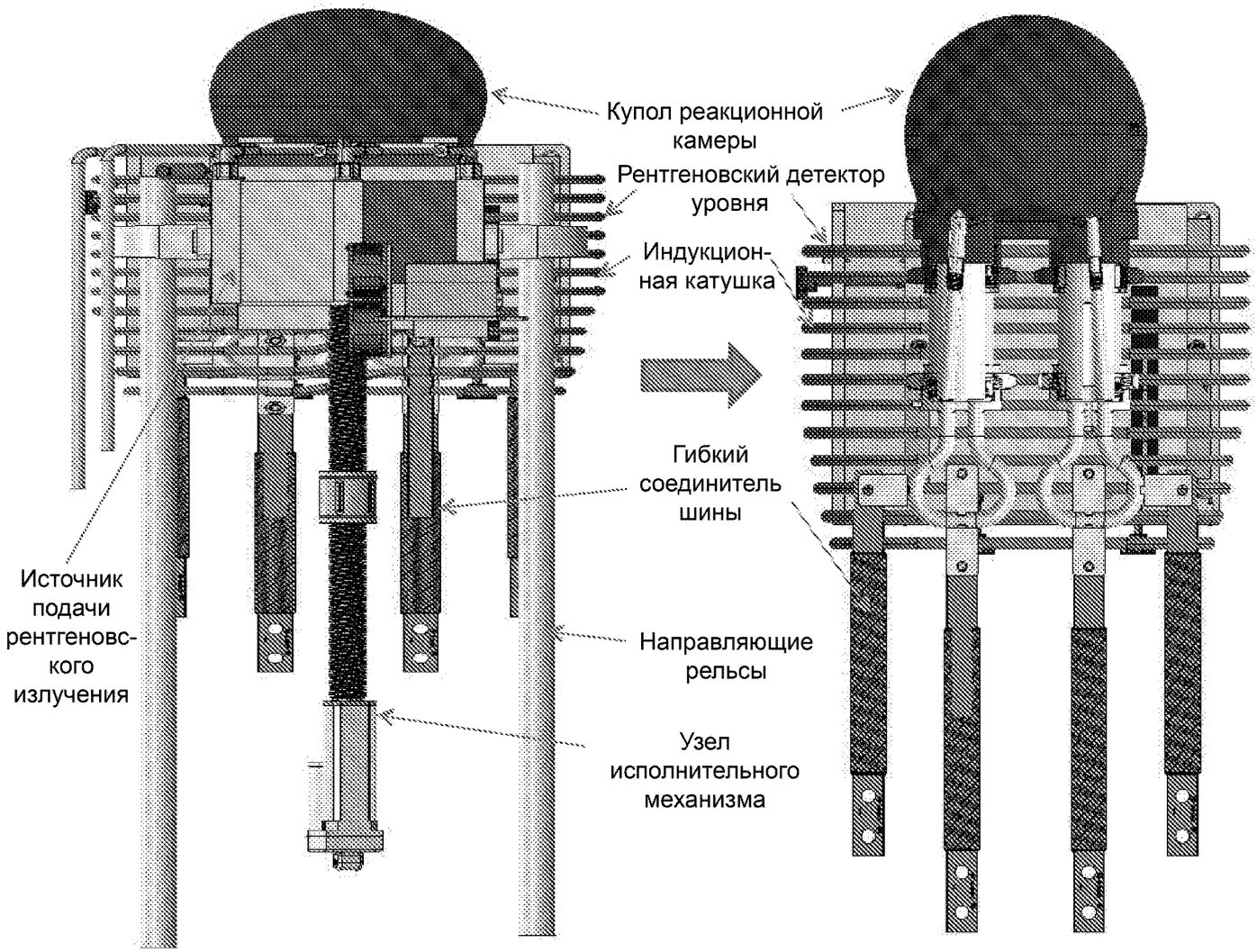


Фиг. 1 (2I112)


Вид поперечного сечения
для узла резервуара
Купол
реакционной камеры
Индук-
ционная
катушка
Рентгеновский
детектор
уровня
Гибкий
соединитель
шины
Направляющие
рельсы
Узел
исполнительного
механизма

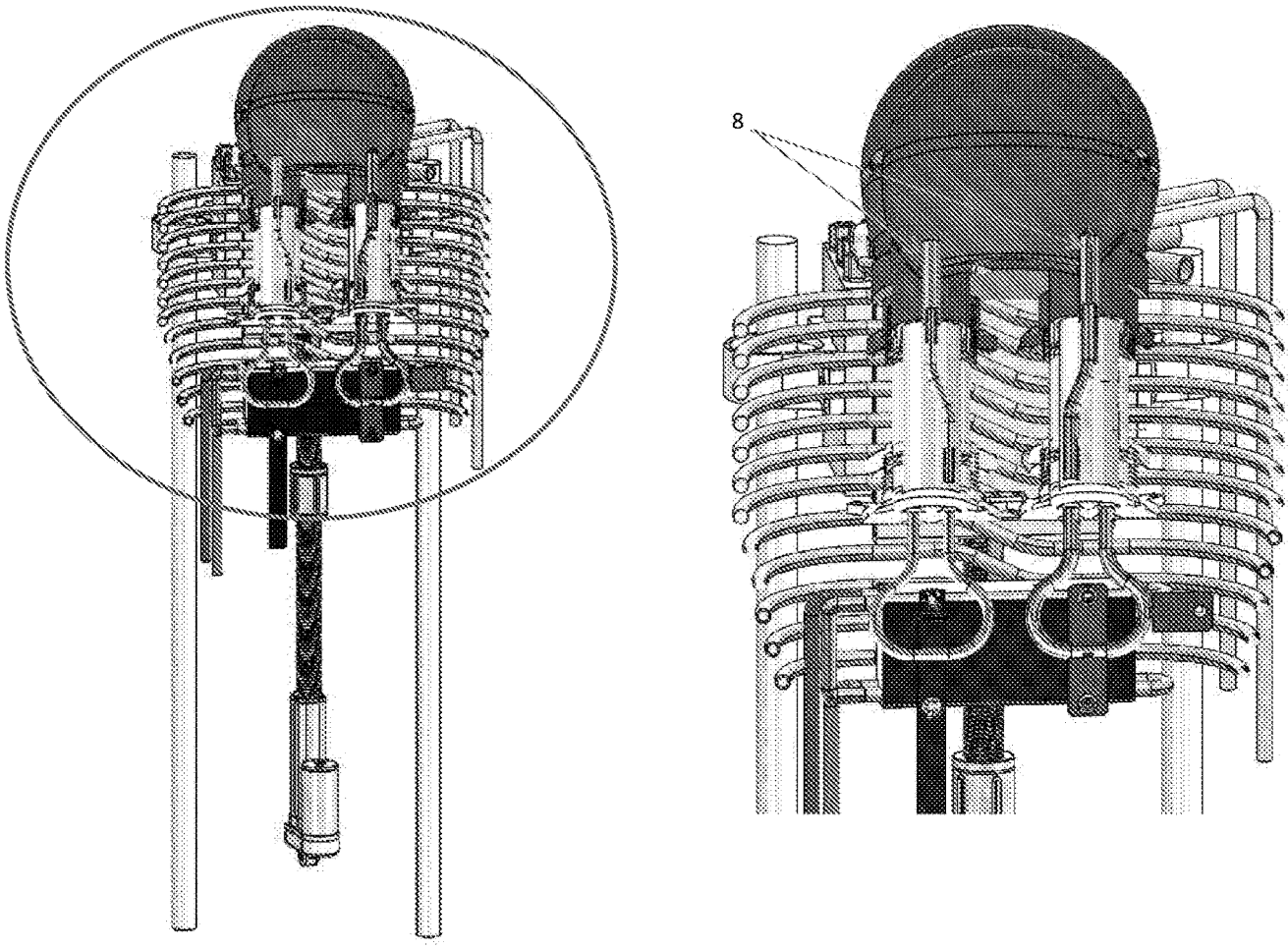
Фиг. 1 (2I113)

Вид поперечного сечения для узла резервуара

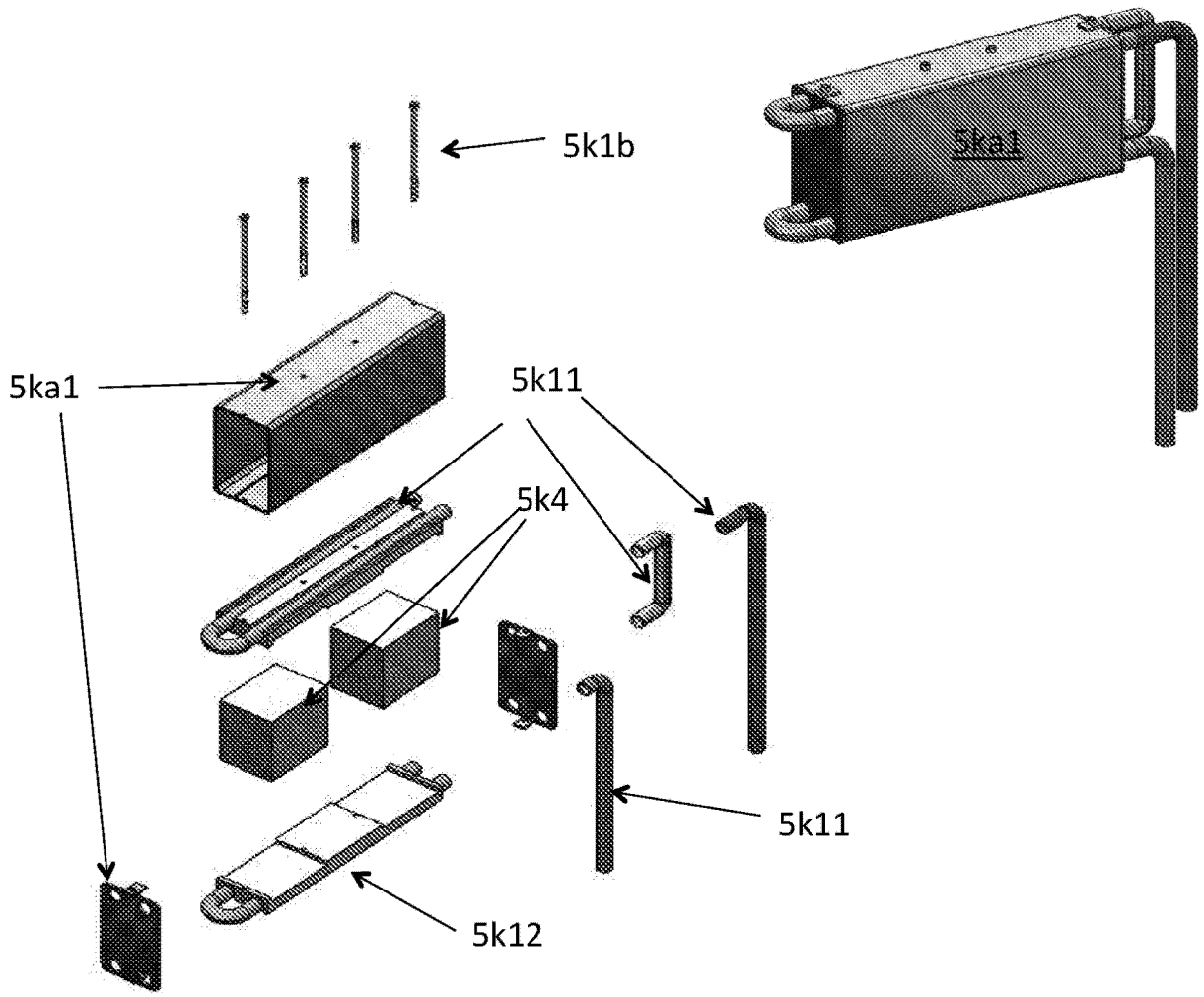


Фиг. 1 (2I114)

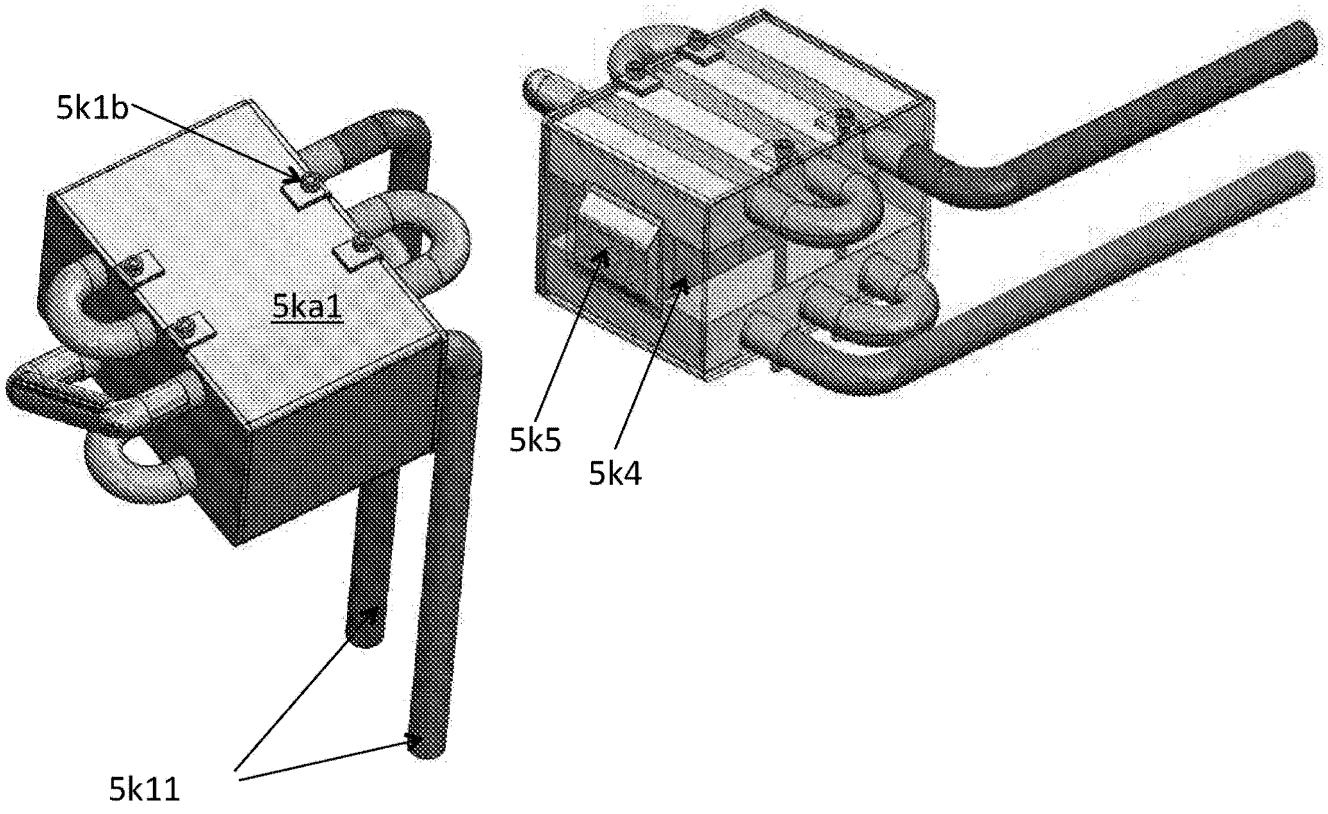
Подробный вид поперечного сечения
для узла резервуара



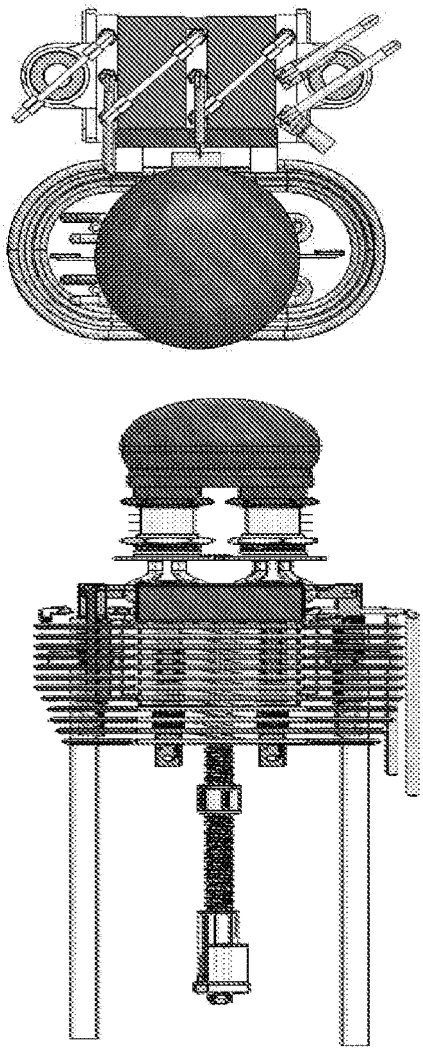
Фиг. 1 (2I115)



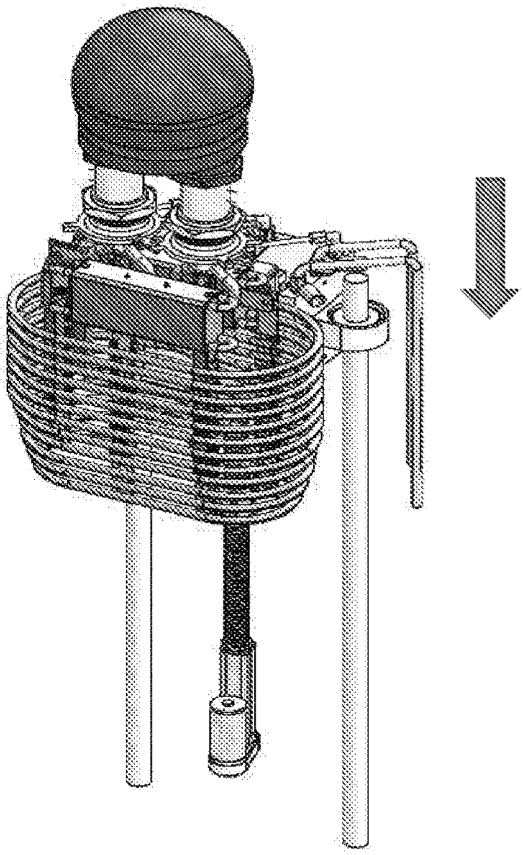
Фиг. 1 (2I116)



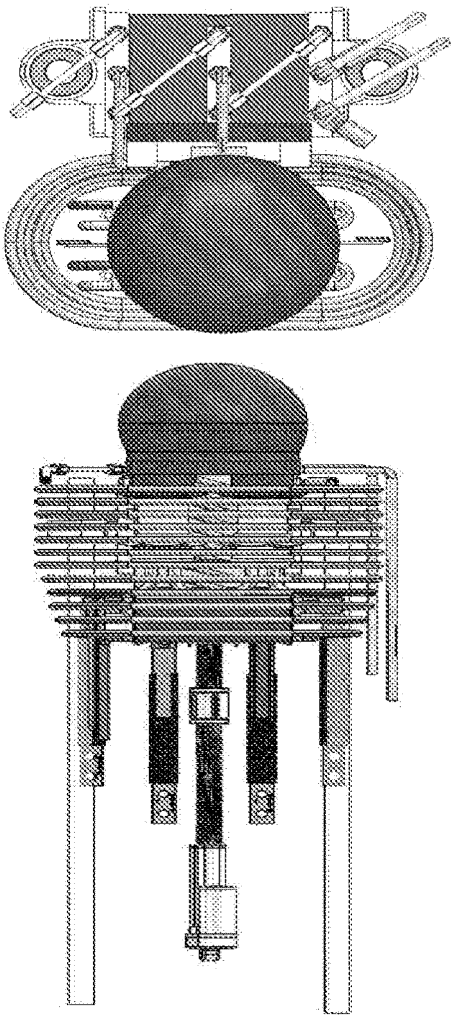
Фиг. 1 (2I117)



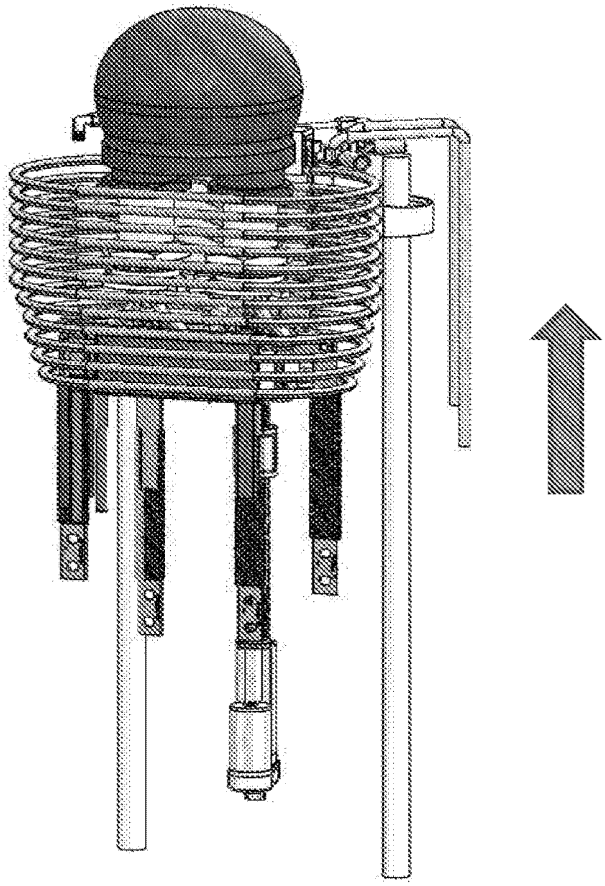
Положение индукционной катушки
(место базирования)



Фиг. 1 (2I118)

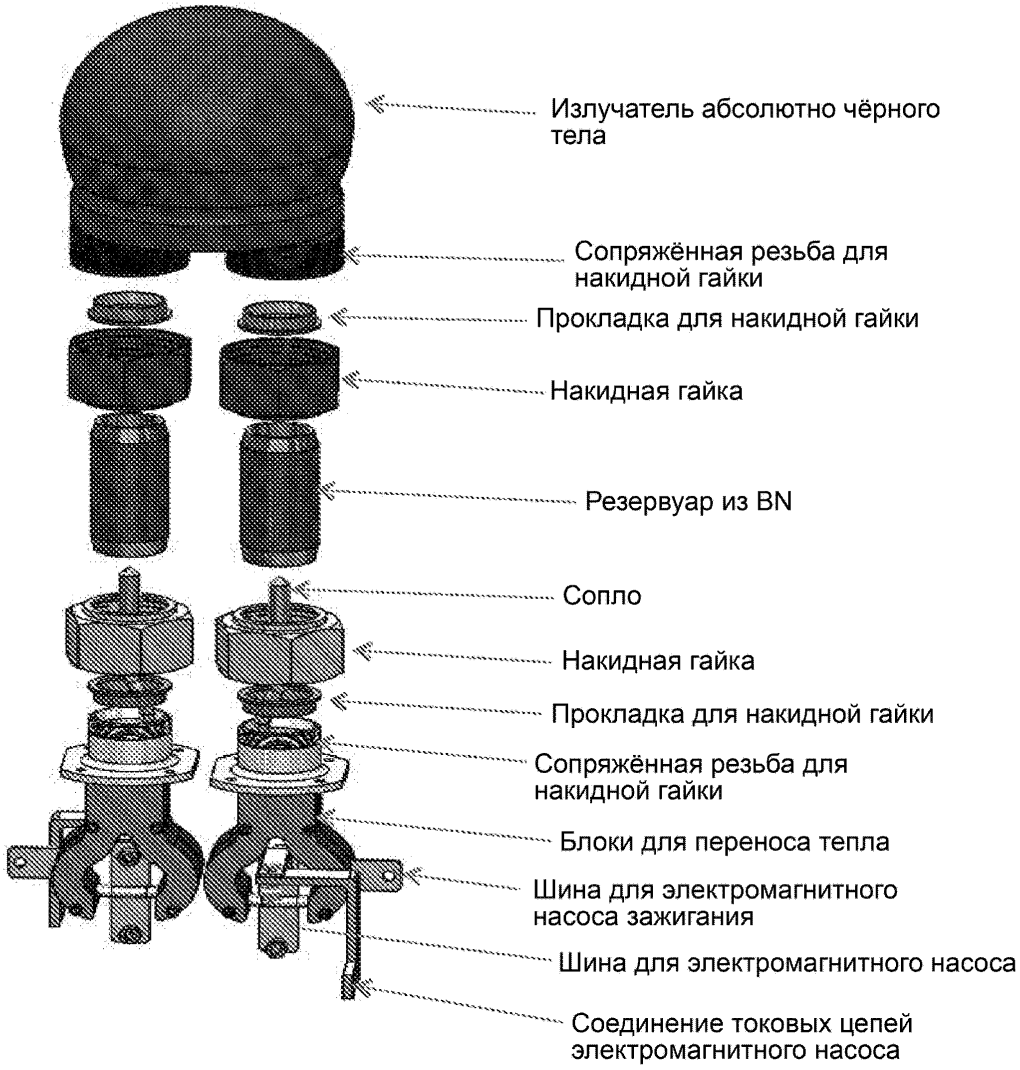


Положение индукционной катушки
(во время работы)



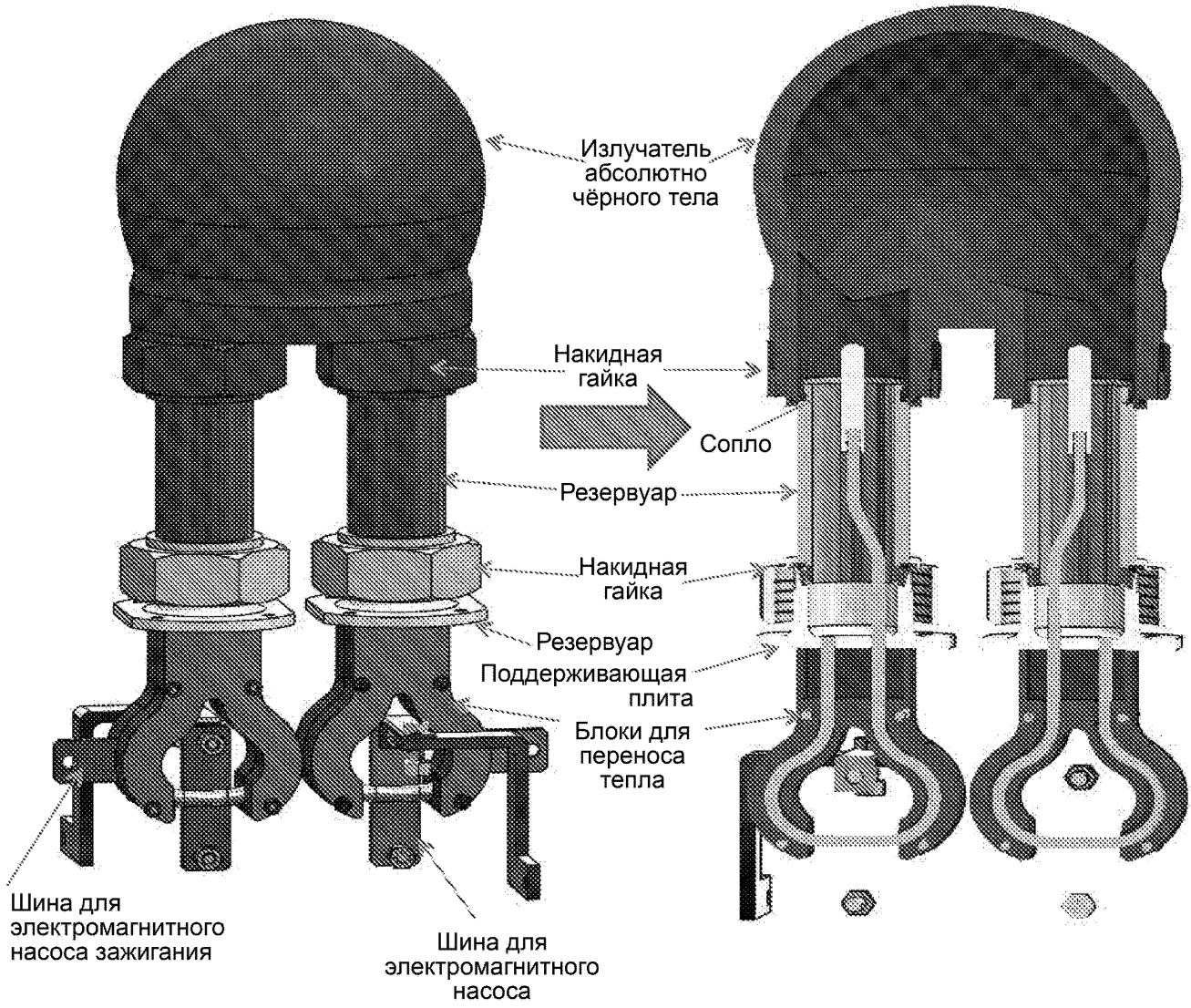
Фиг. 1 (2I119)

Резервуар и реакционная камера
с прикреплением посредством накидной гайки



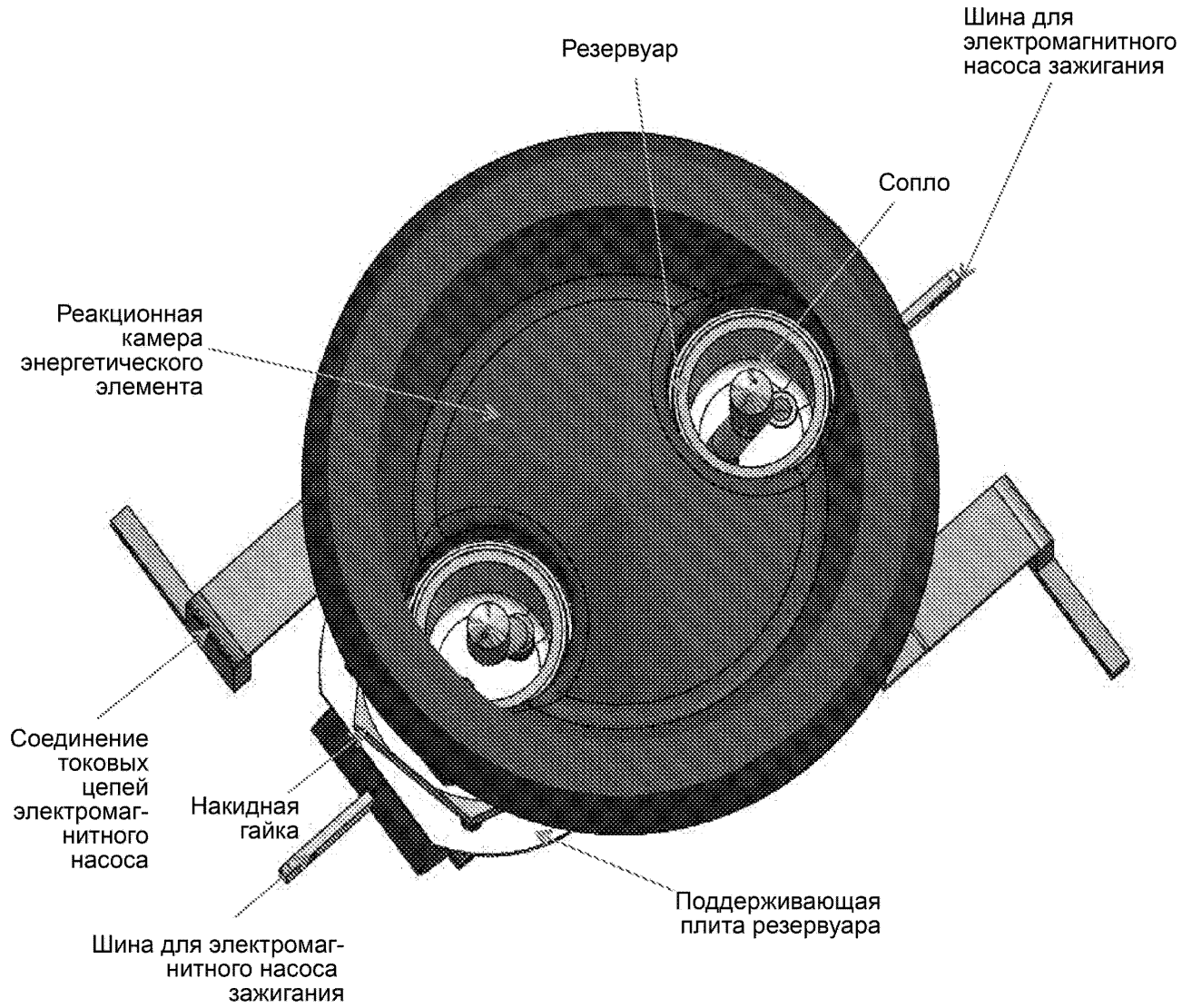
Фиг. 1 (2I120)

Резервуар и реакционная камера с прикреплением посредством накидной гайки

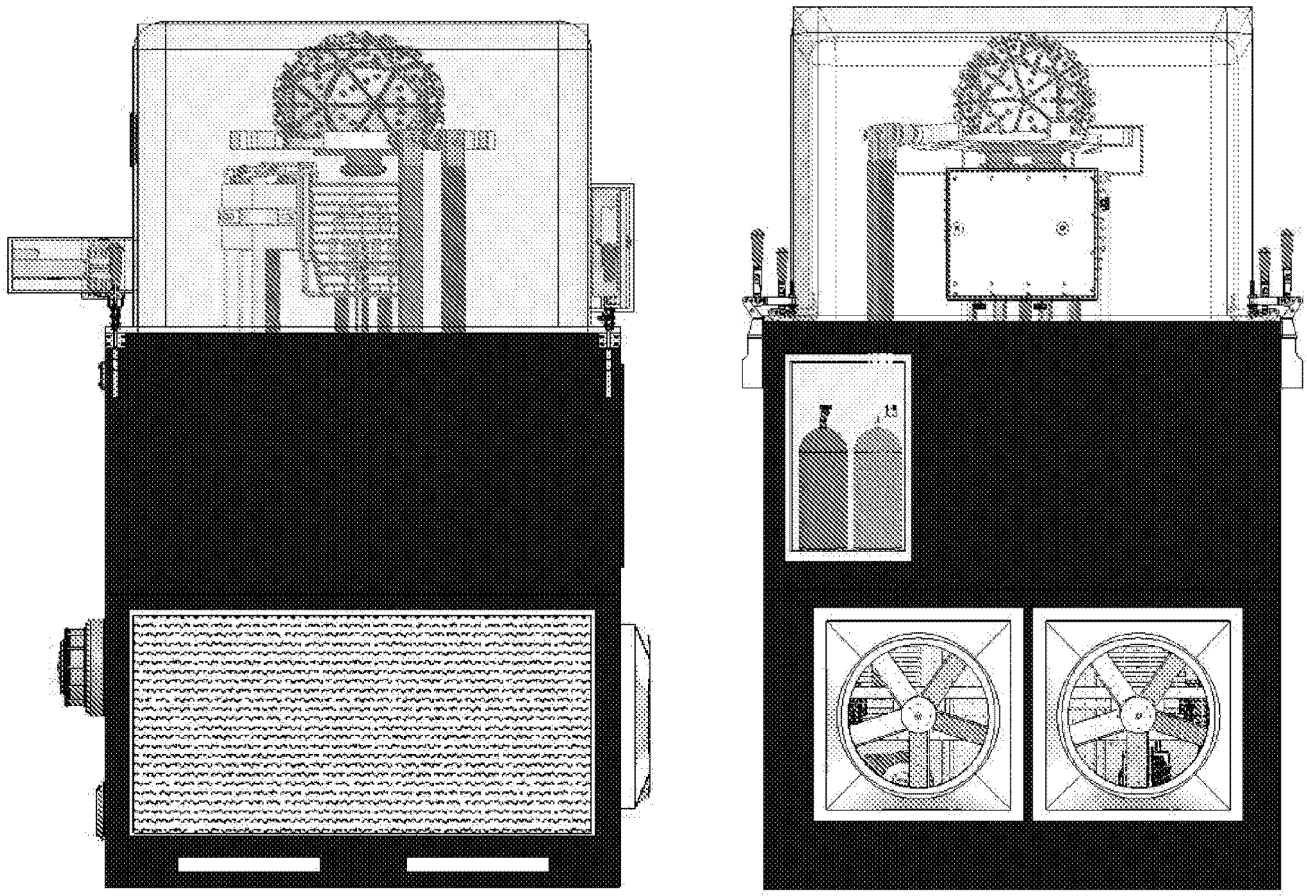


Фиг. 1 (2I121)

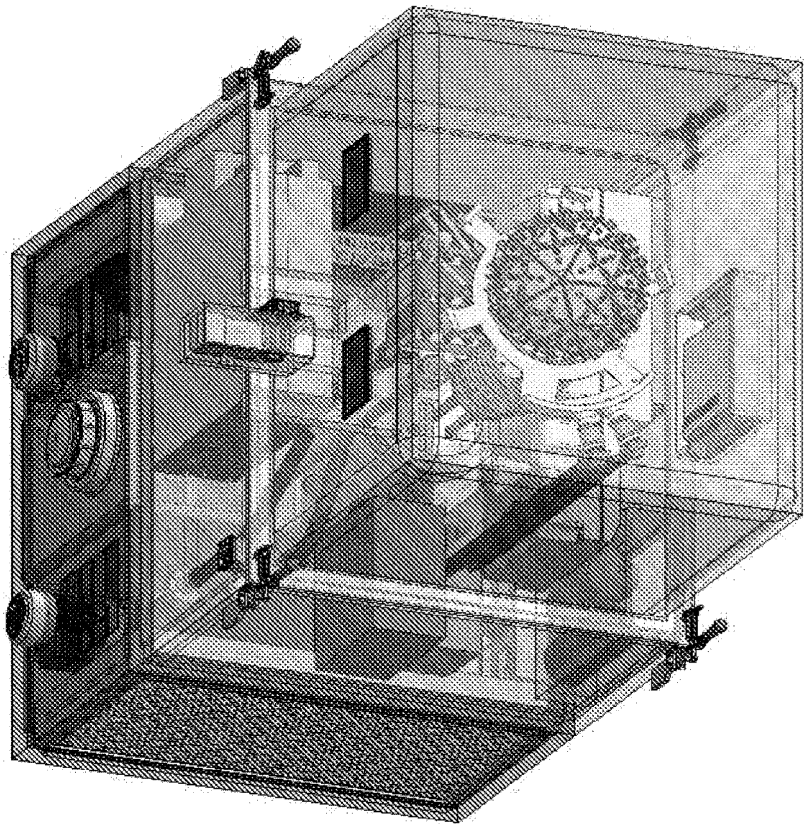
Вид поперечного сечения реакционной камеры



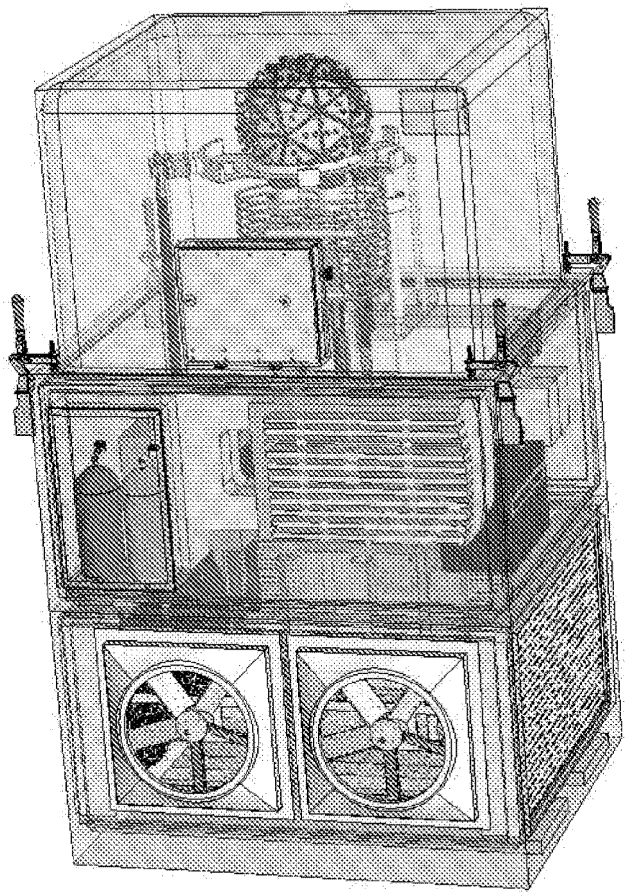
Фиг. 1 (2I122)



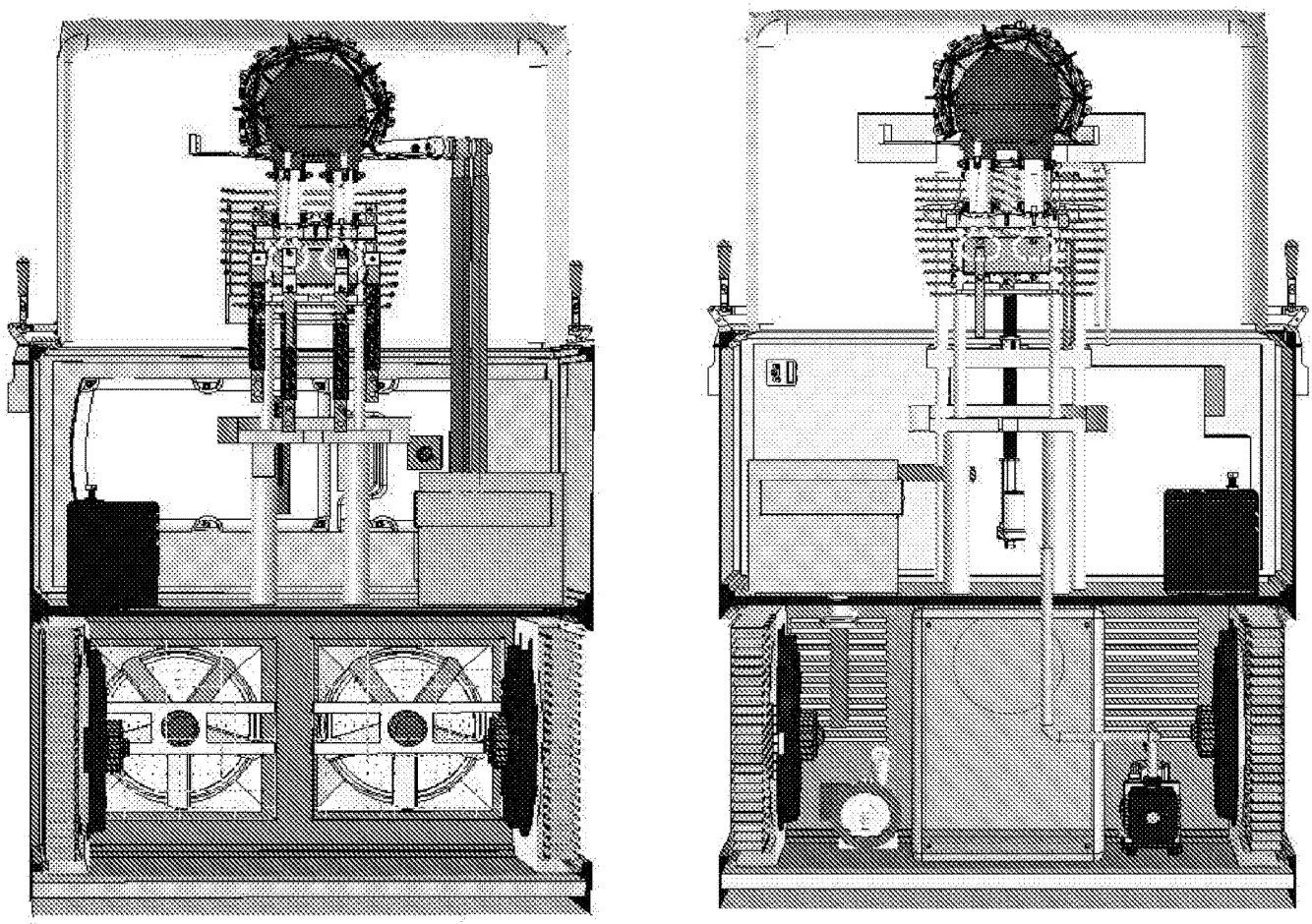
Фиг. 1 (2I123)



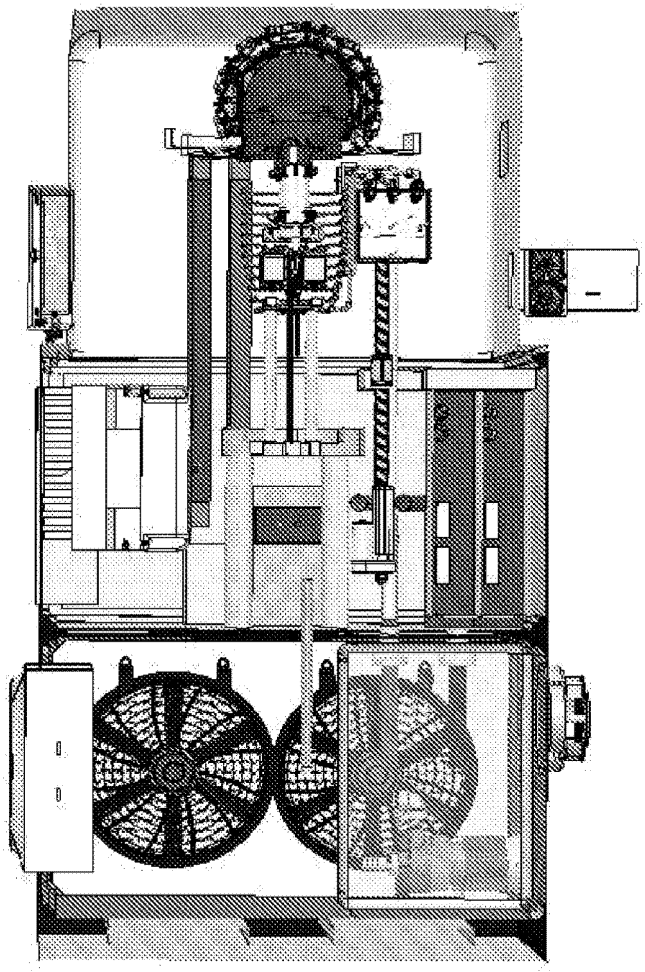
Фиг. 1 (2I124)



Фиг. 1 (2I125)

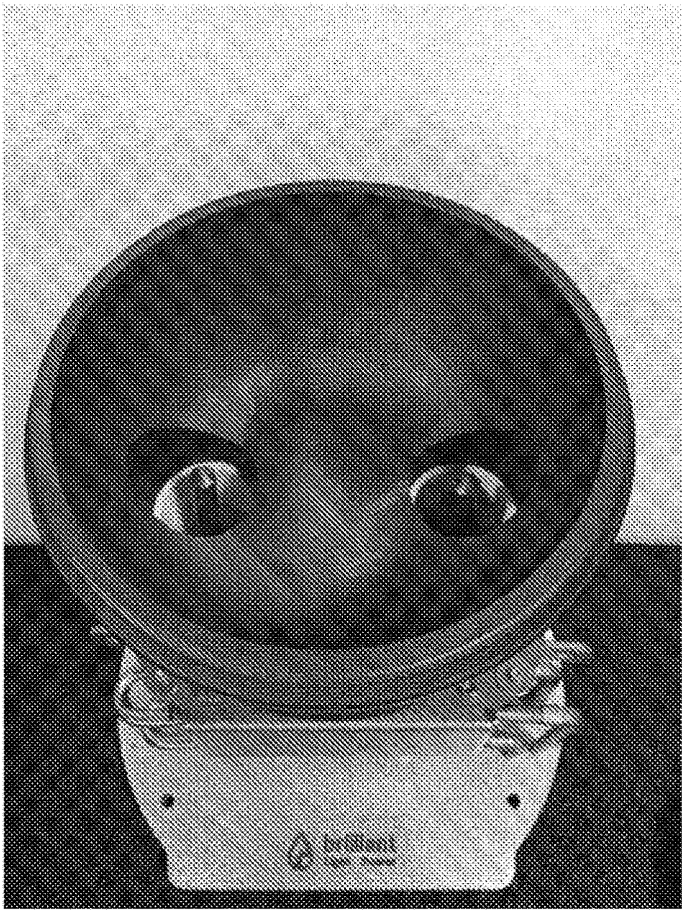


Фиг. 1 (2I126)



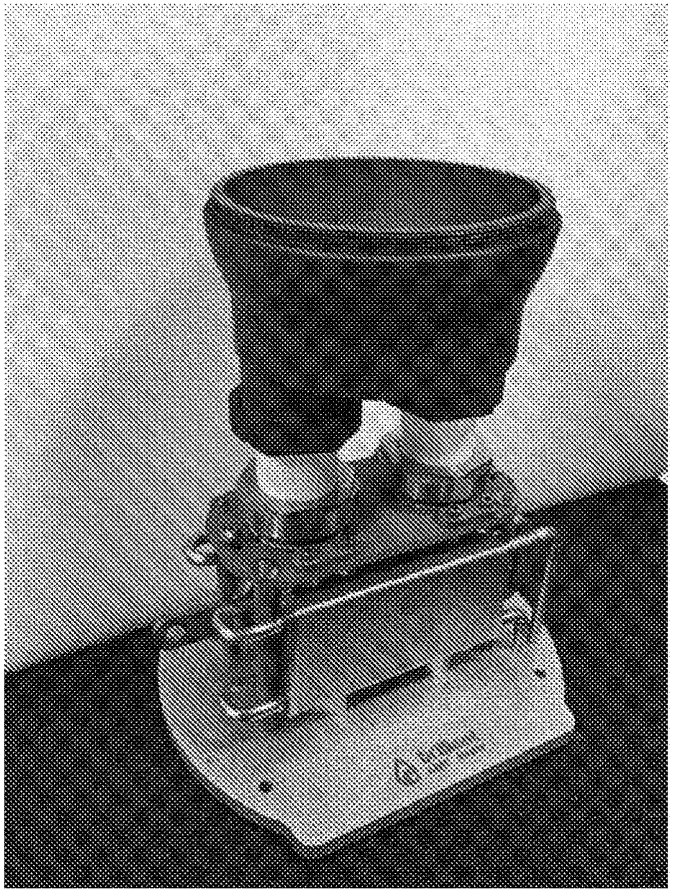
Фиг. 1 (2I127)

Прототип SUN CELL



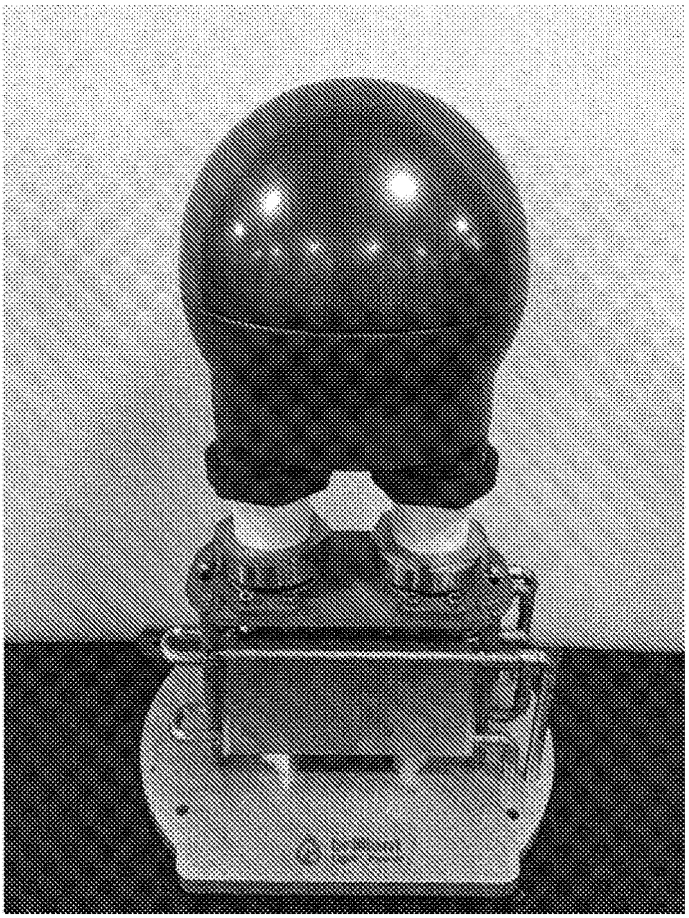
Фиг. 1 (2I128)

Прототип SUN CELL (продолжение)



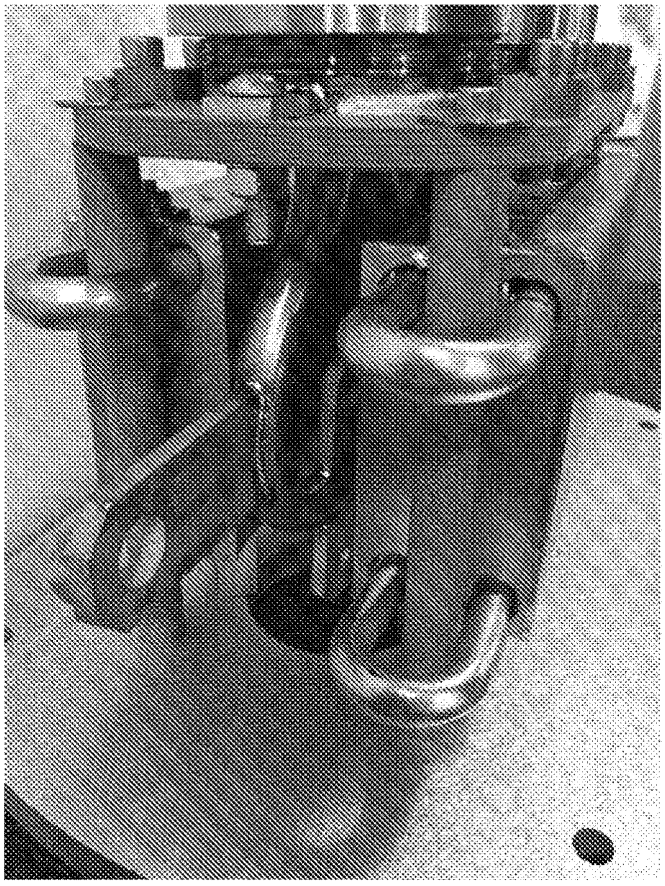
Фиг. 1 (2I129)

Прототип SUN CELL (продолжение)



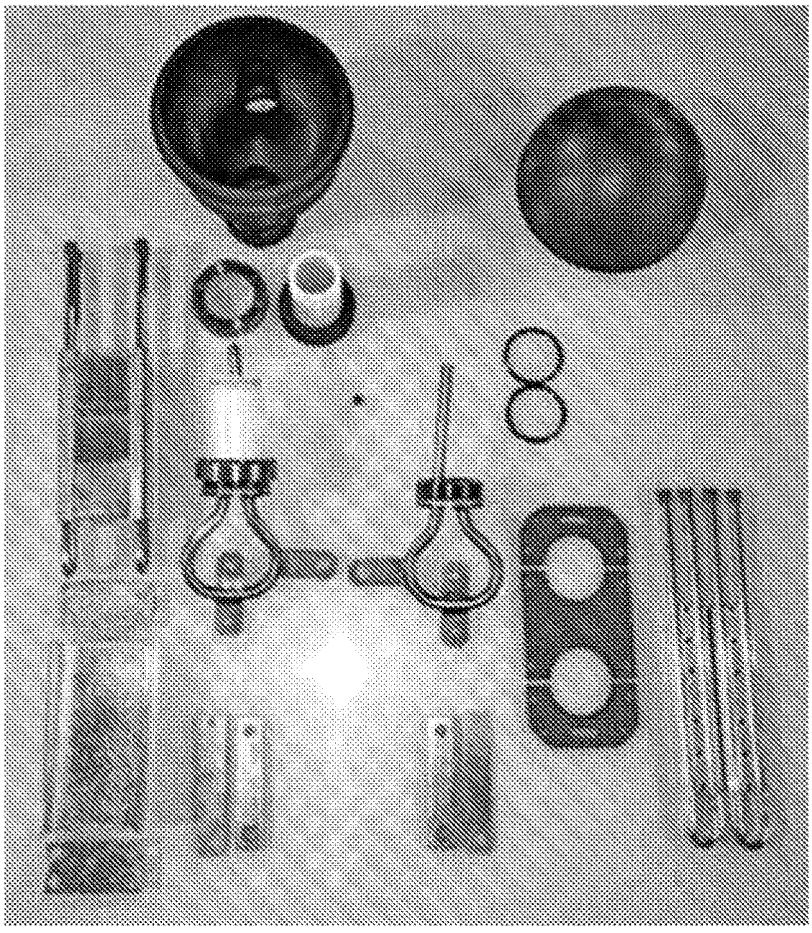
Фиг. 1 (2I130)

Прототип SUN CELL (продолжение)

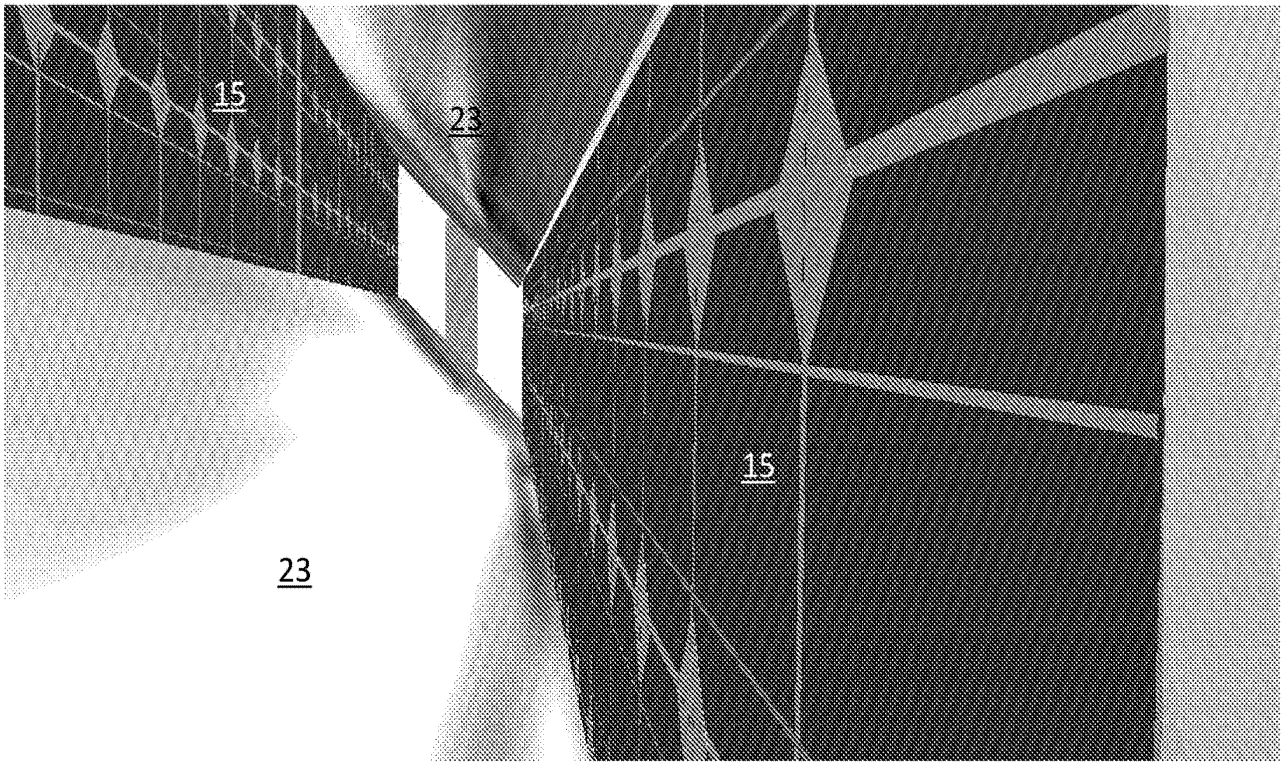


Фиг. 1 (2I131)

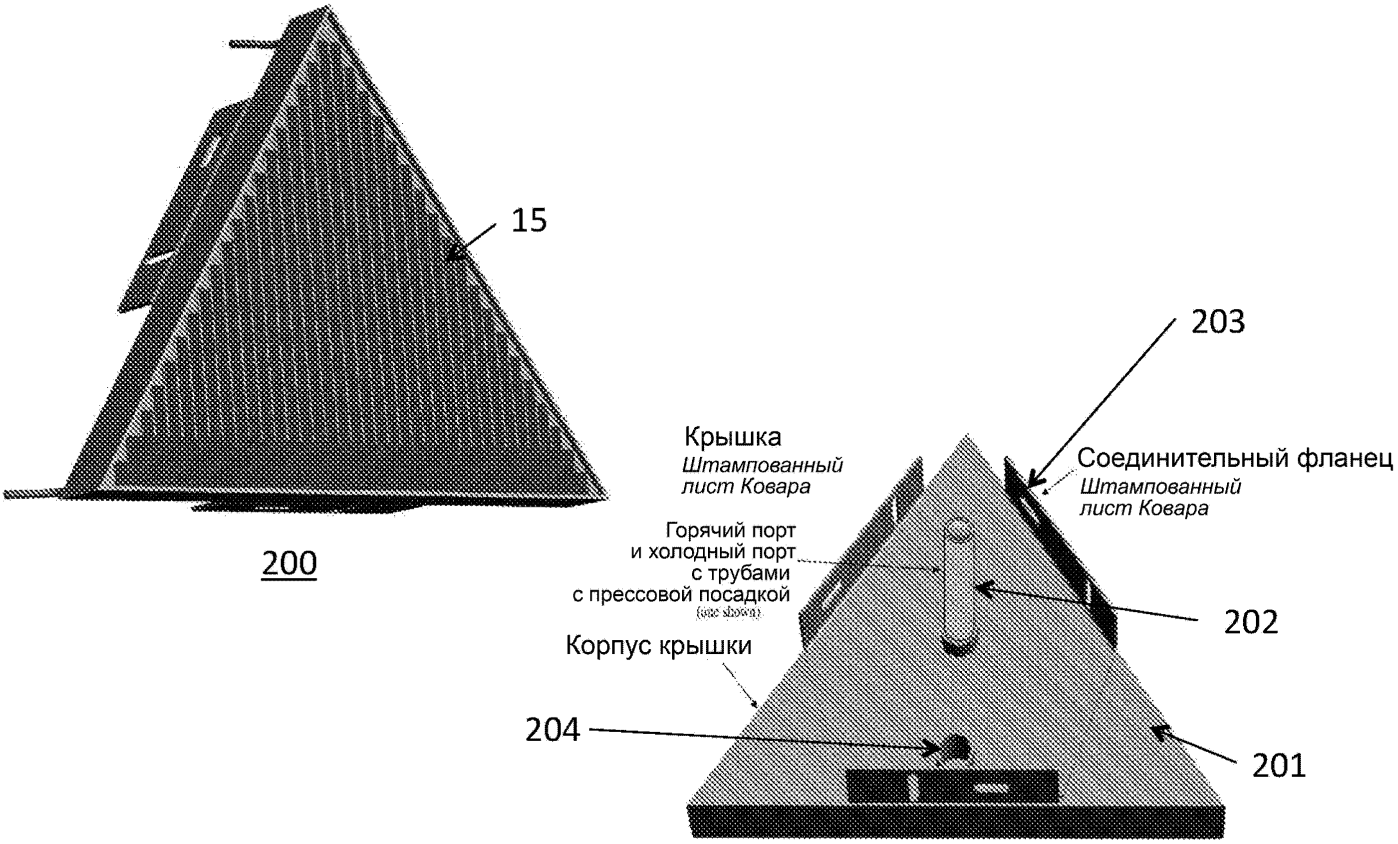
Детали прототипа SUN CELL



Фиг. 1 (2I132)

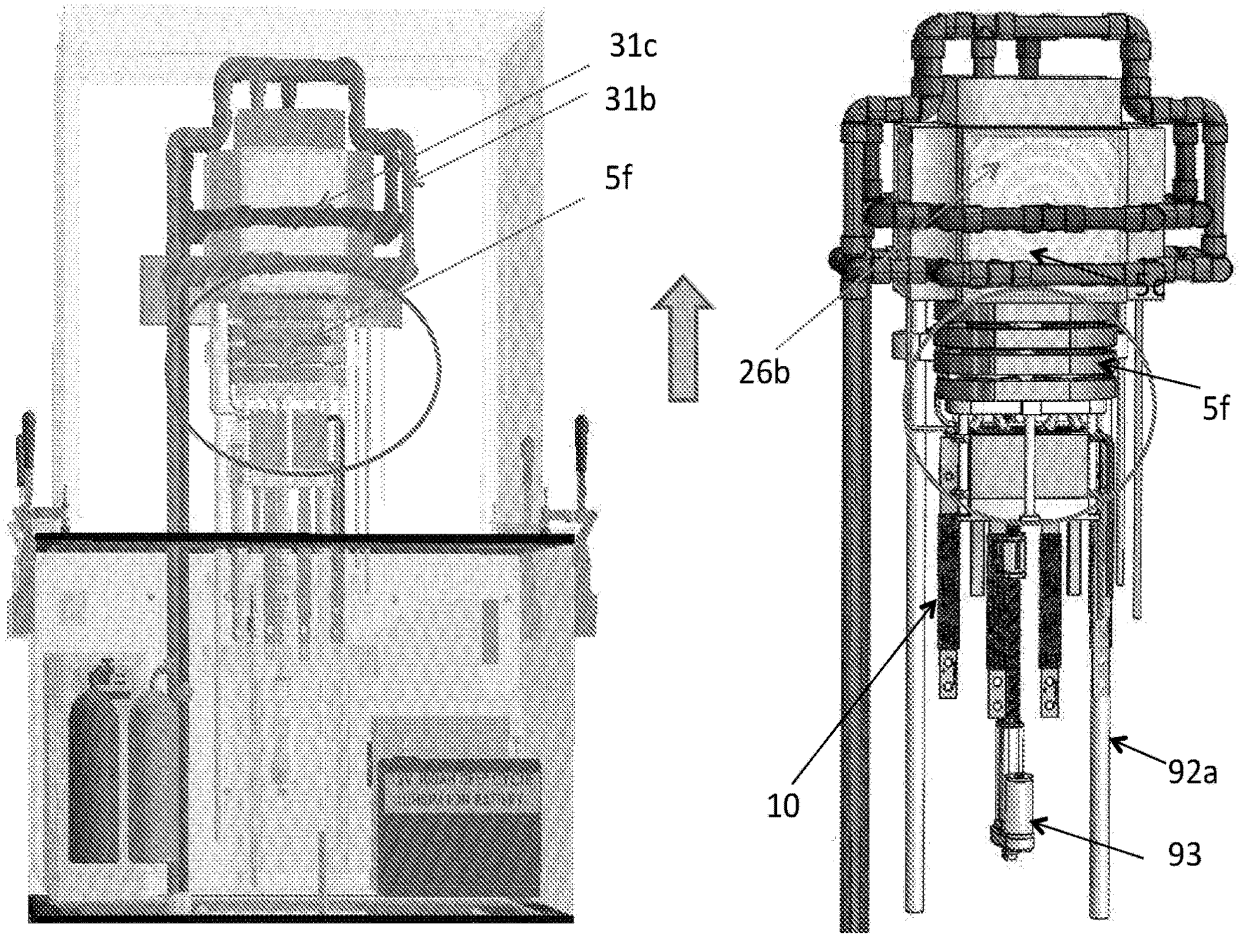


Фиг. 1 (2I133)

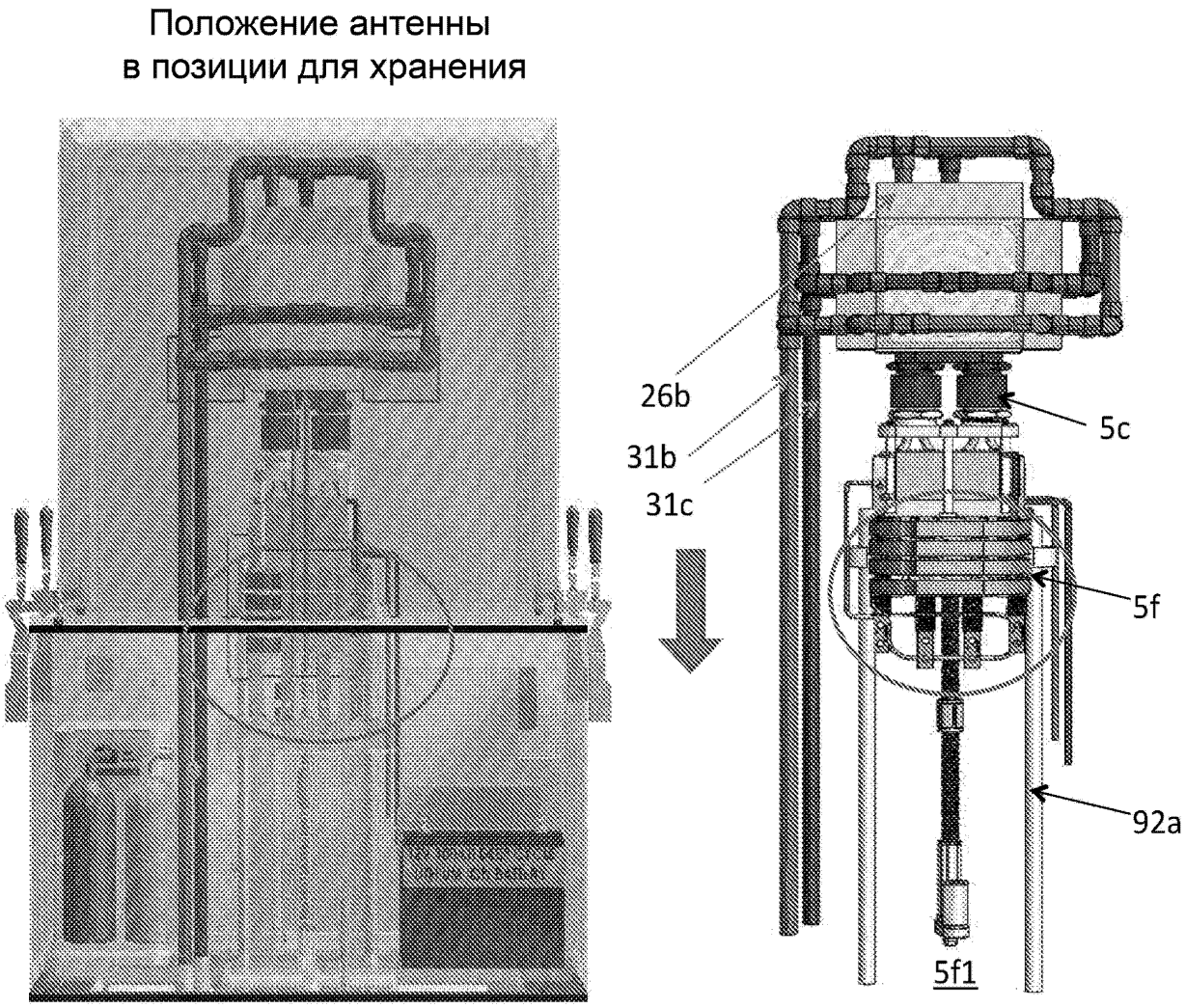

15
200
203
Крышка
Штампованный лист Ковара
Соединительный фланец
Штампованный лист Ковара
Горячий порт и холодный порт с трубами с прессовой посадкой
202
Корпус крышки
204
201

Фиг. 1 (2I134)

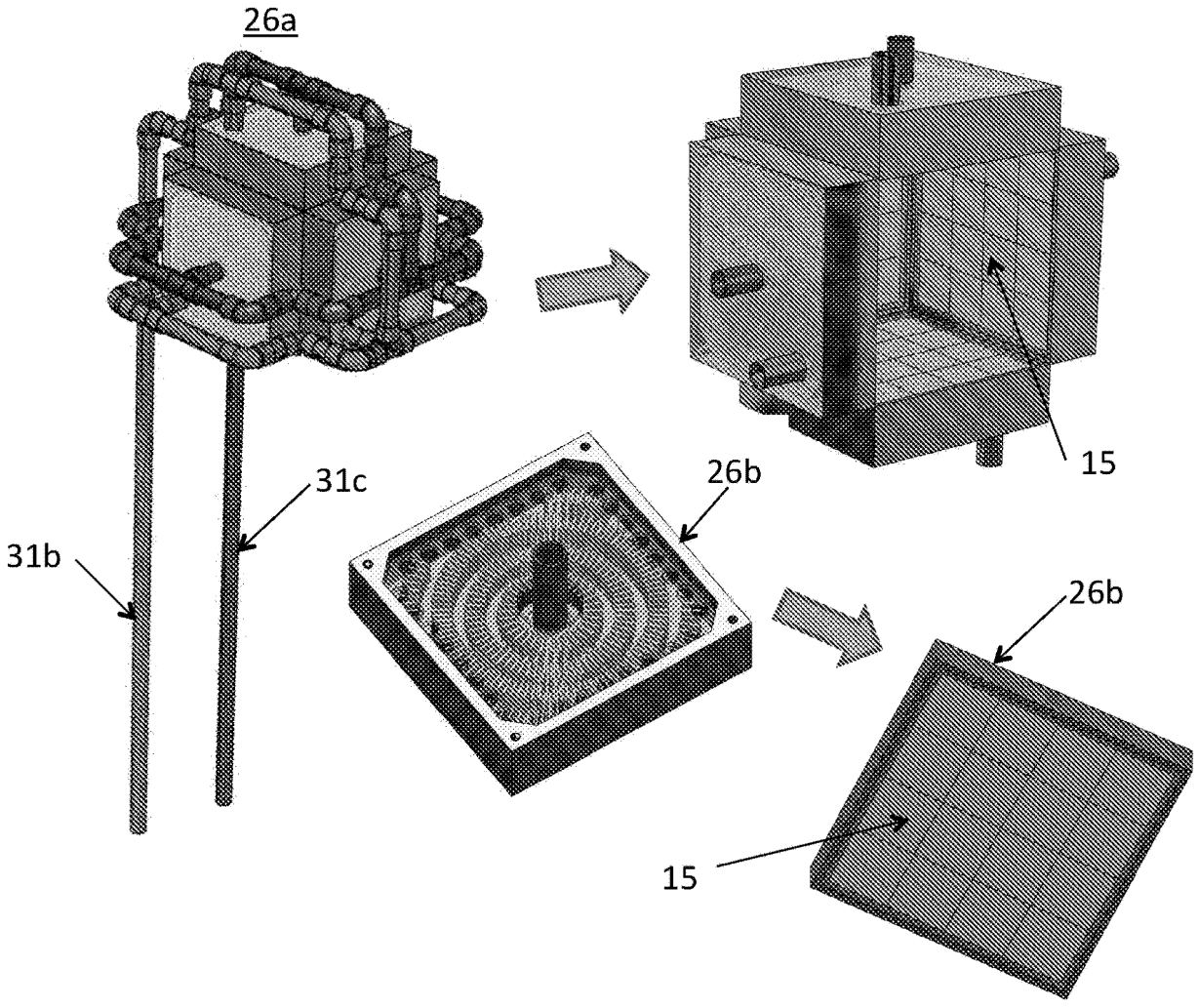
Положение антенны индуктивно связанного нагревателя во время нагревания



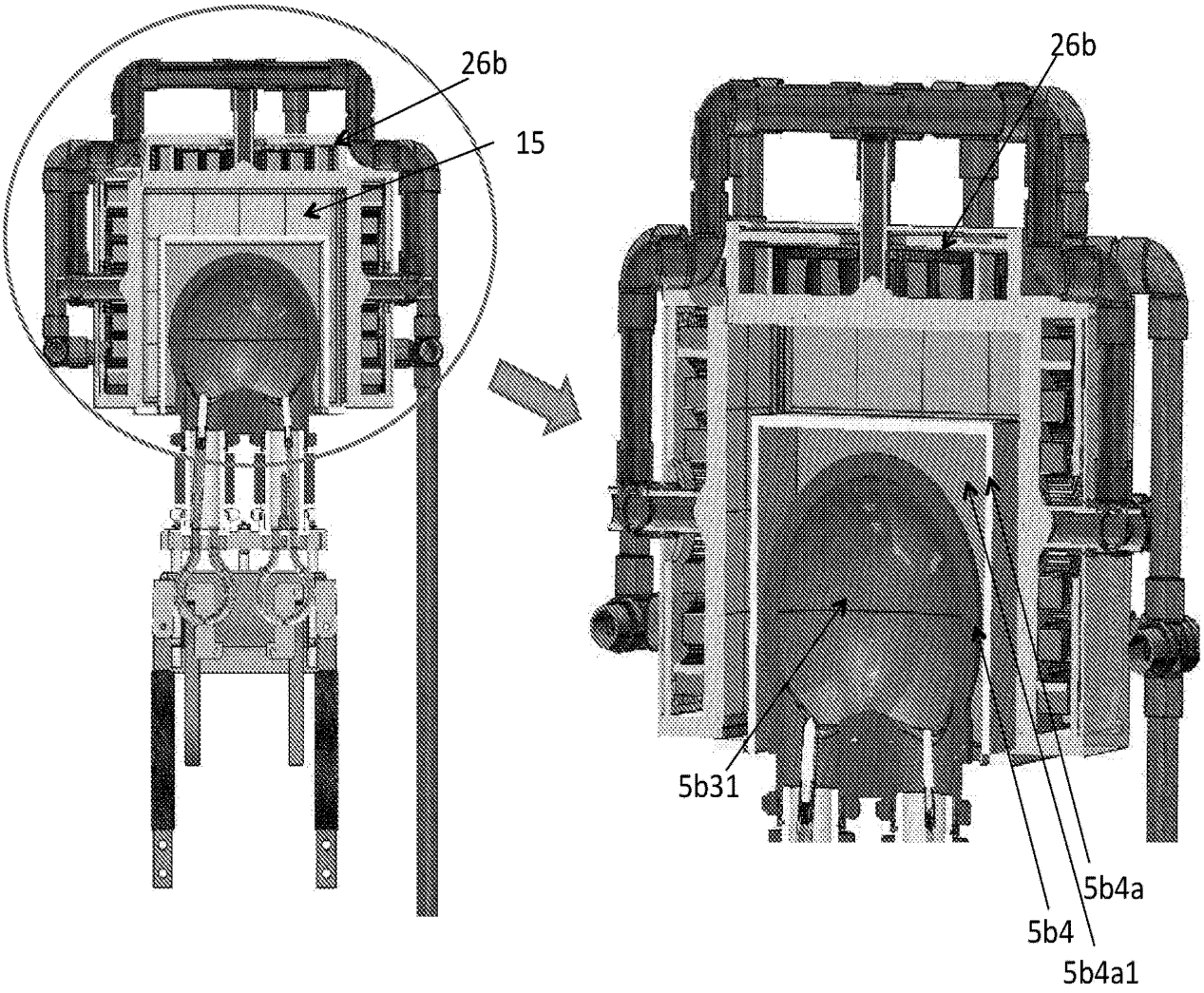
Фиг. 1 (2I135)


Положение антенны
в позиции для хранения
26b
31b
31c
5c
5f
92a
5f1

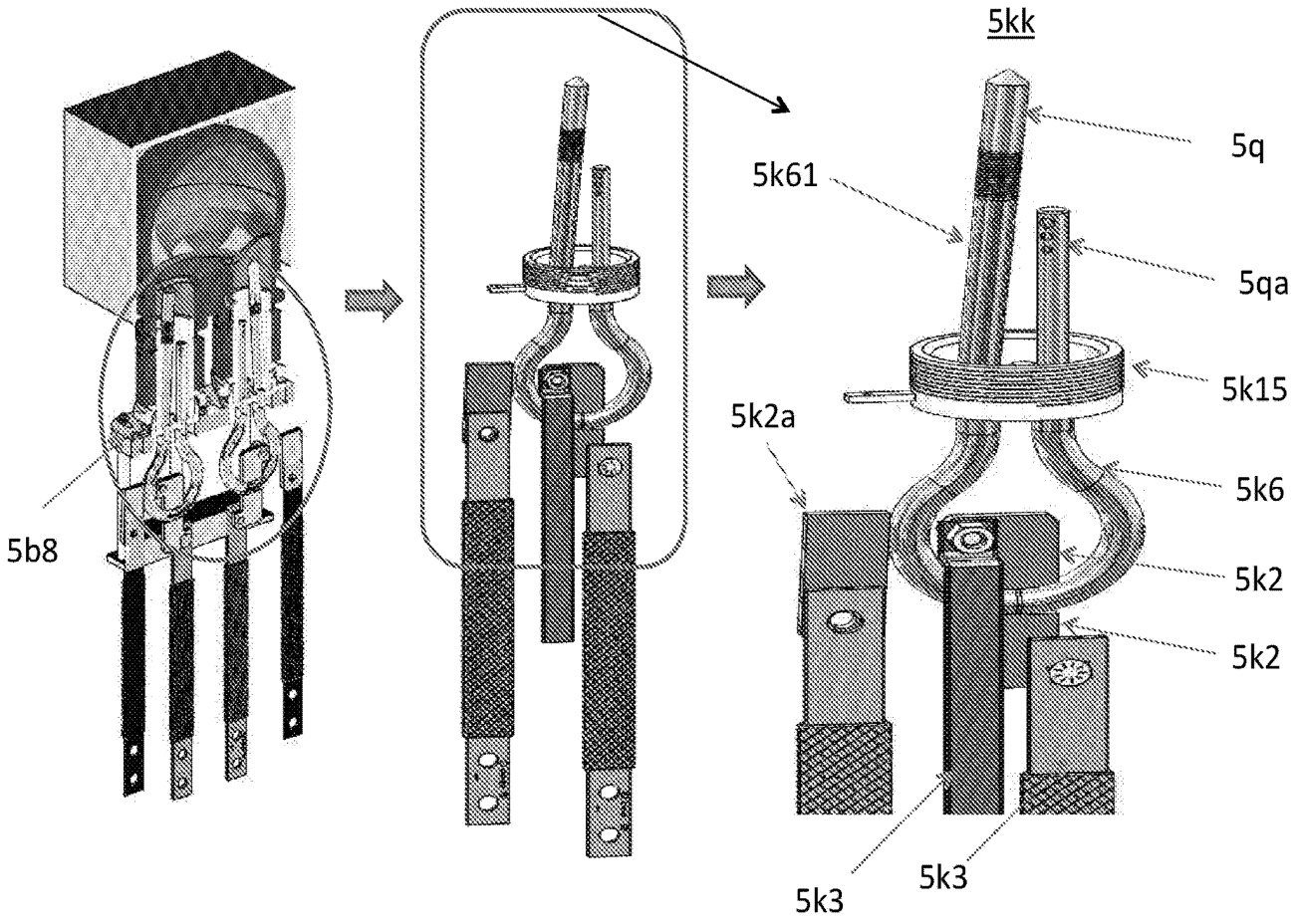
Фиг. 1 (2I136)



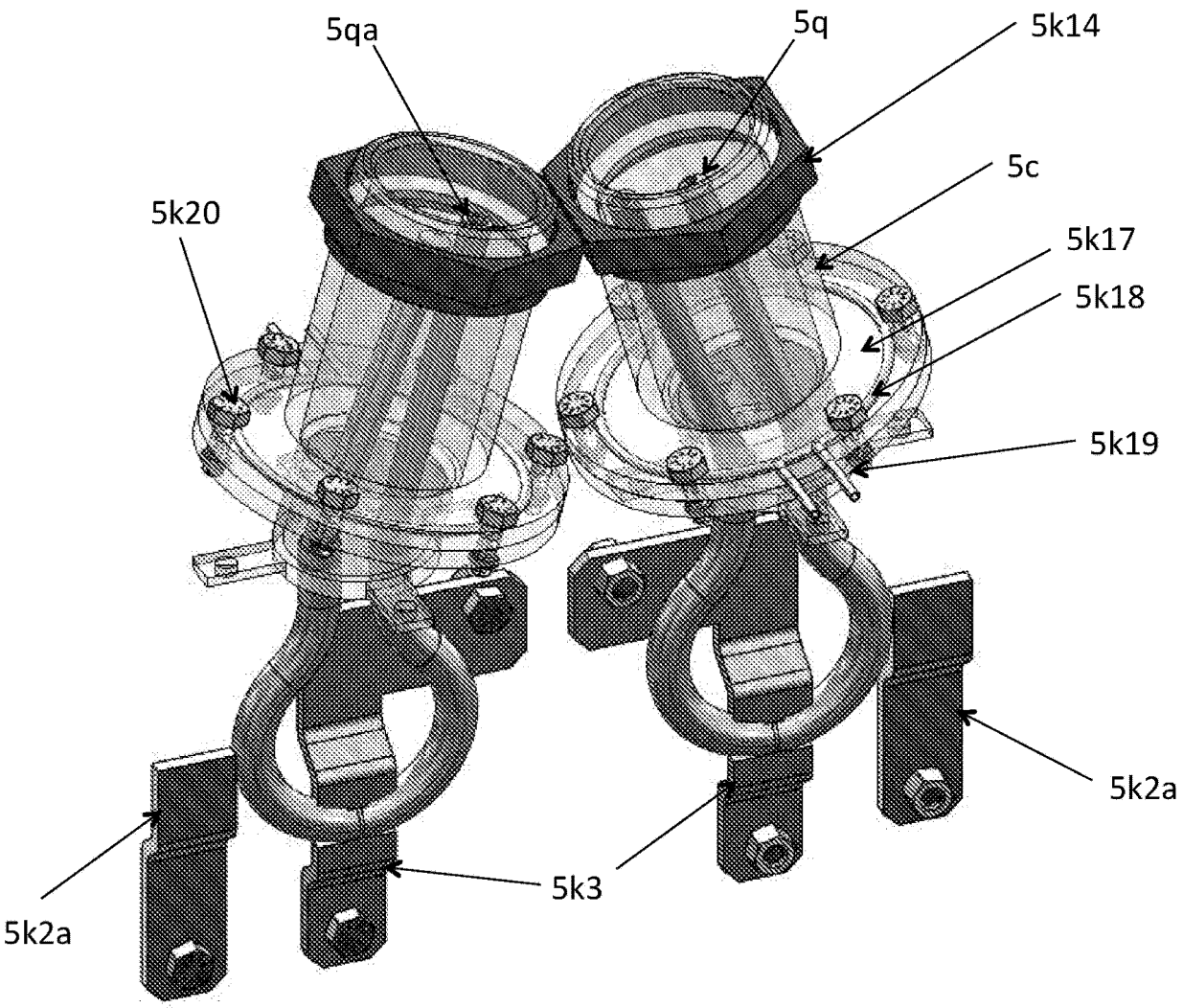
Фиг. 1 (2I137)



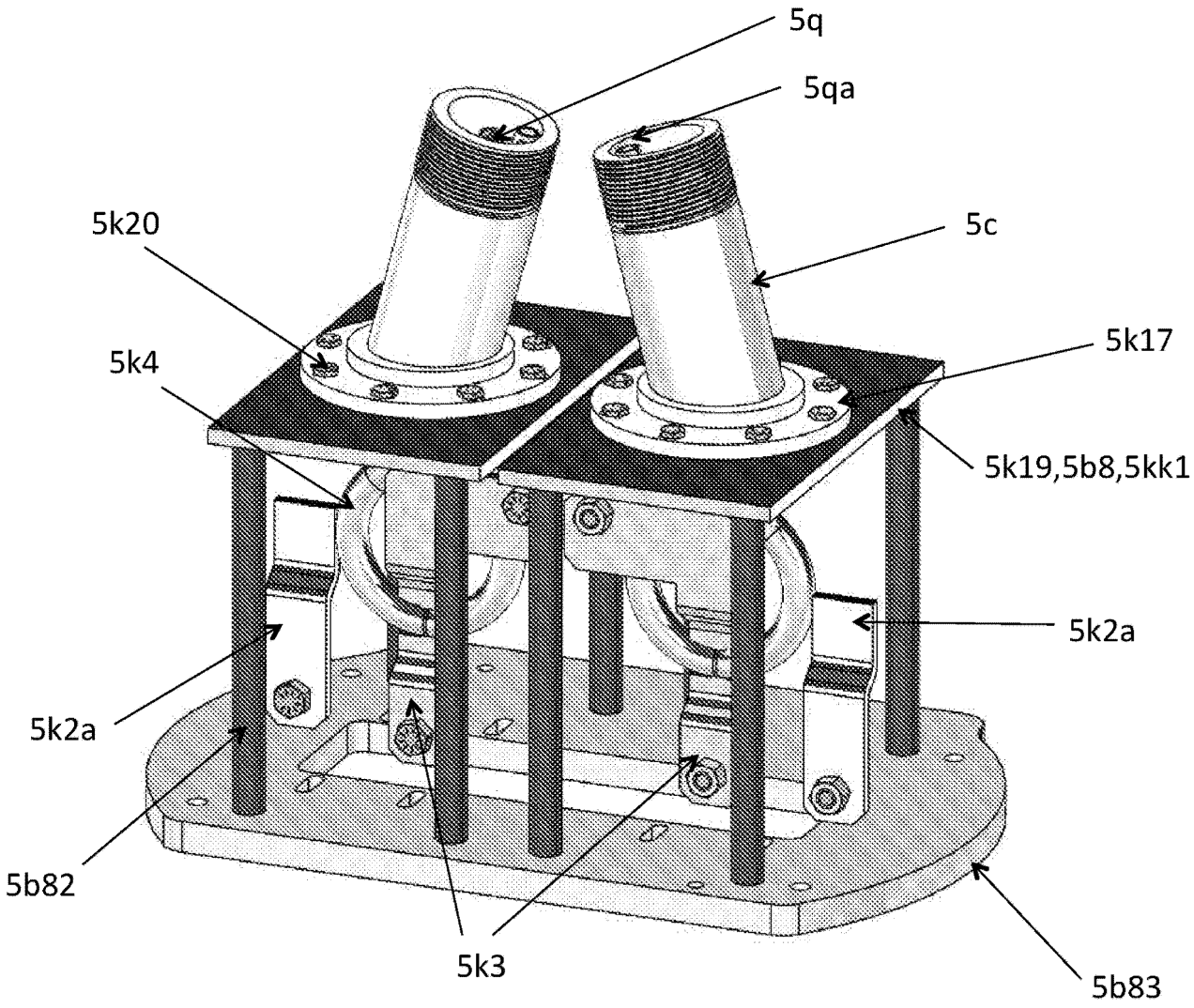
Фиг. 1 (2I138)



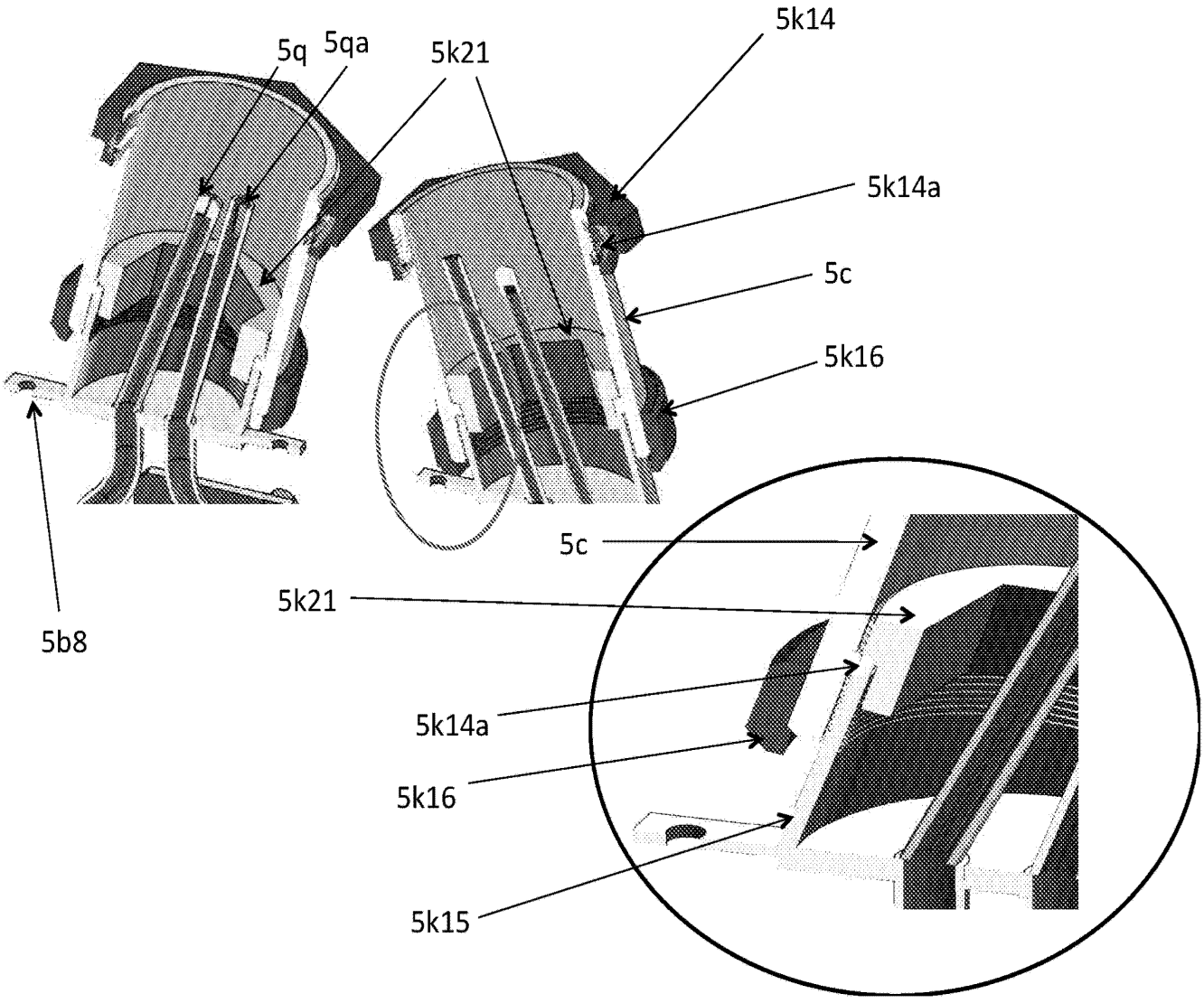
Фиг. 1 (2I139)



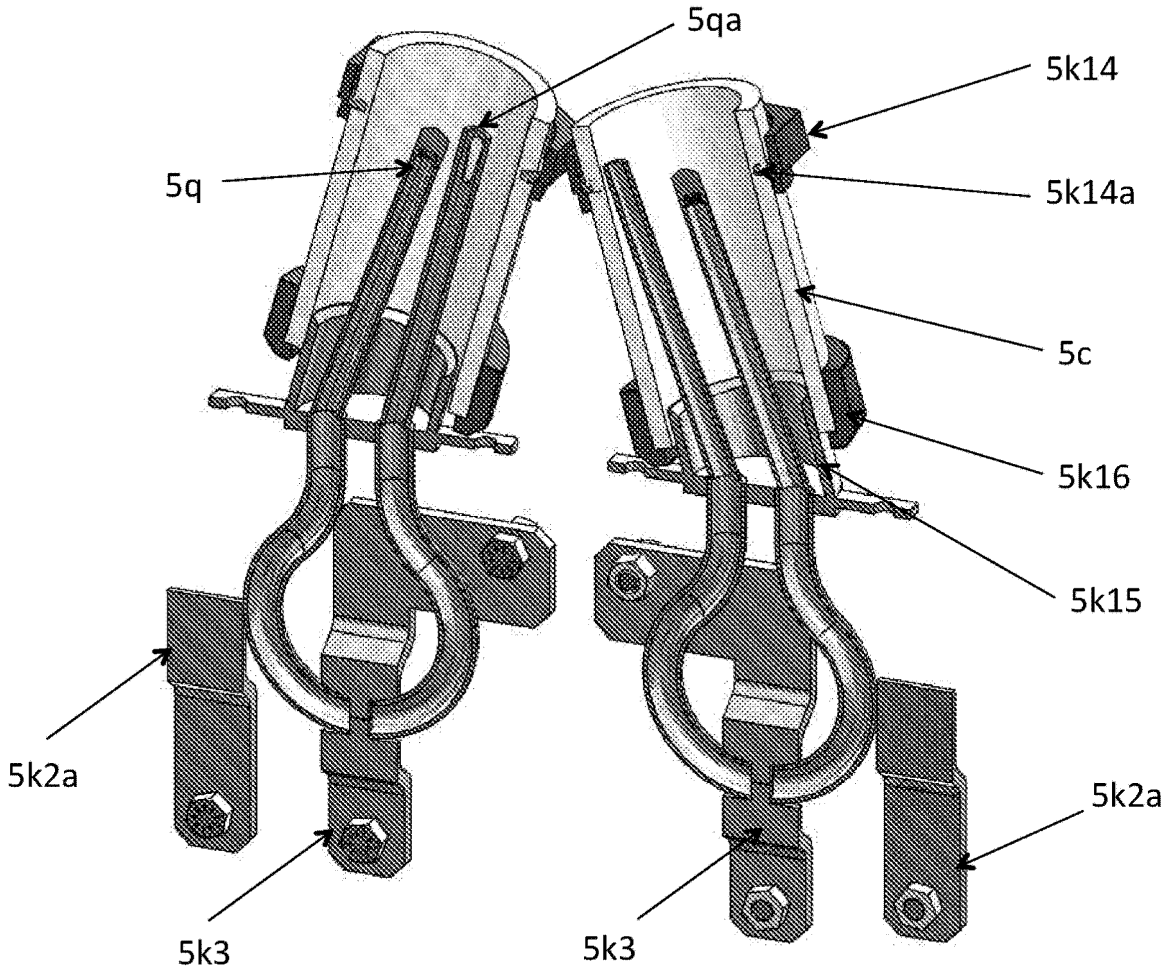
Фиг. 1 (2I140)



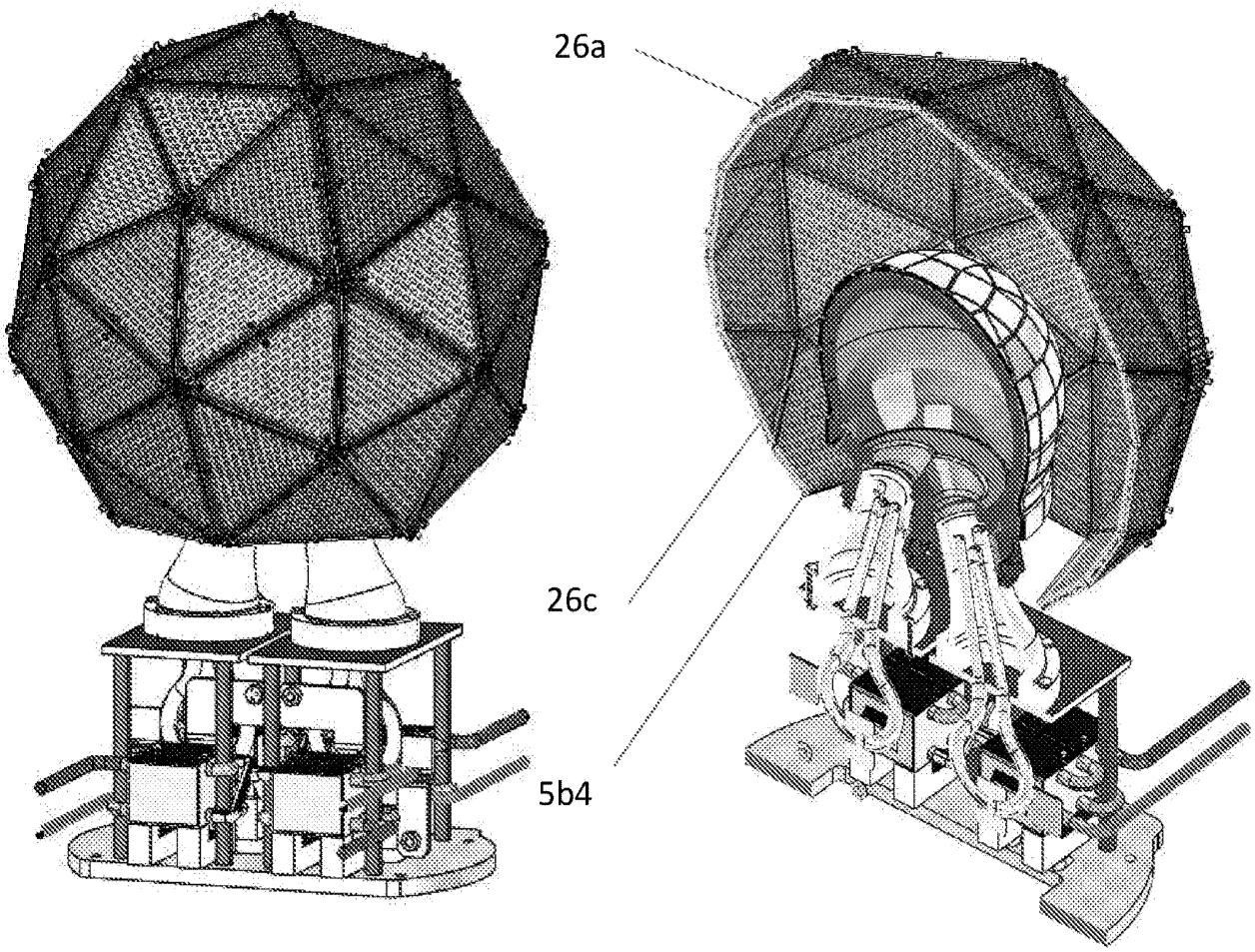
Фиг. 1 (2I141)



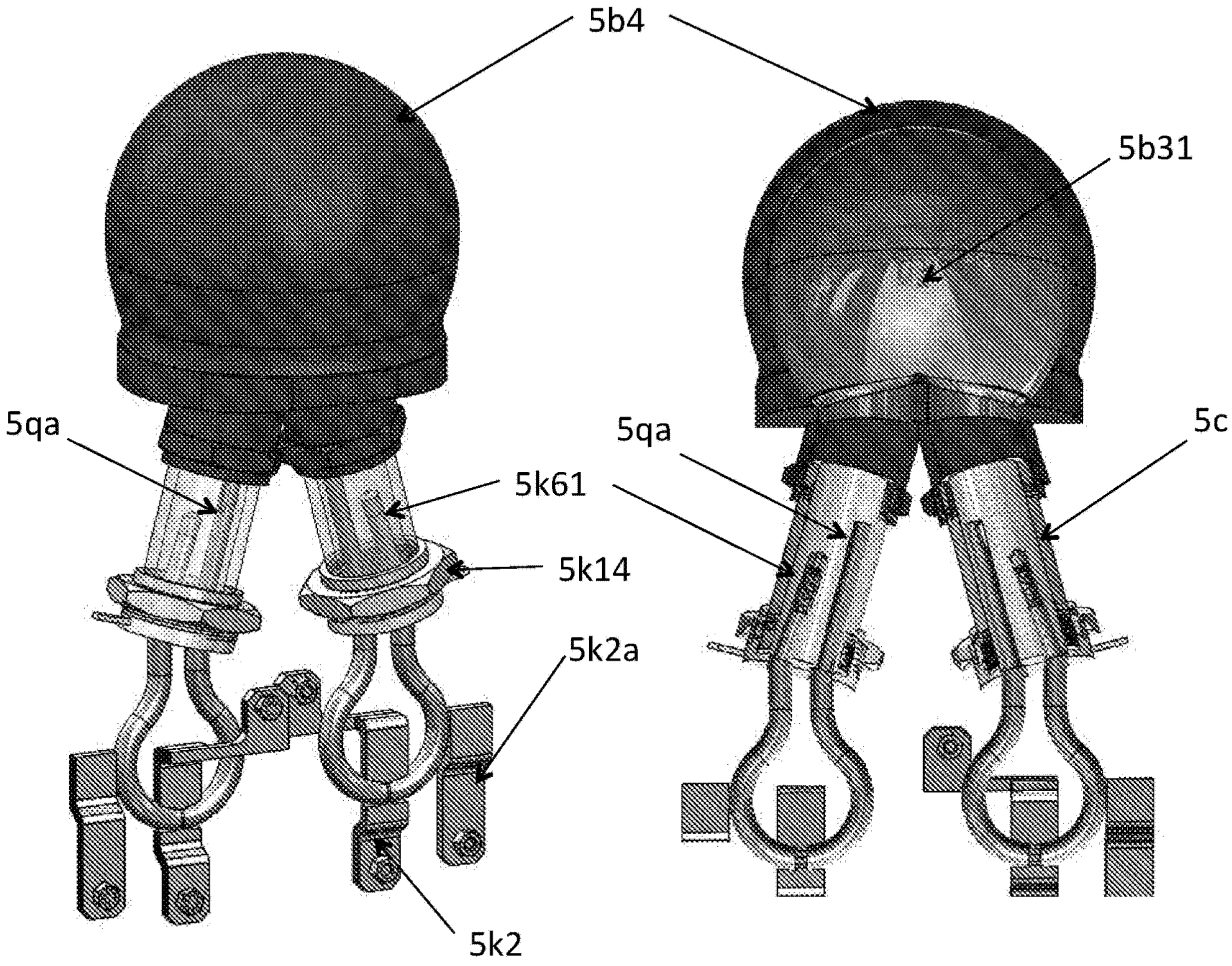
Фиг. 1 (2I142)



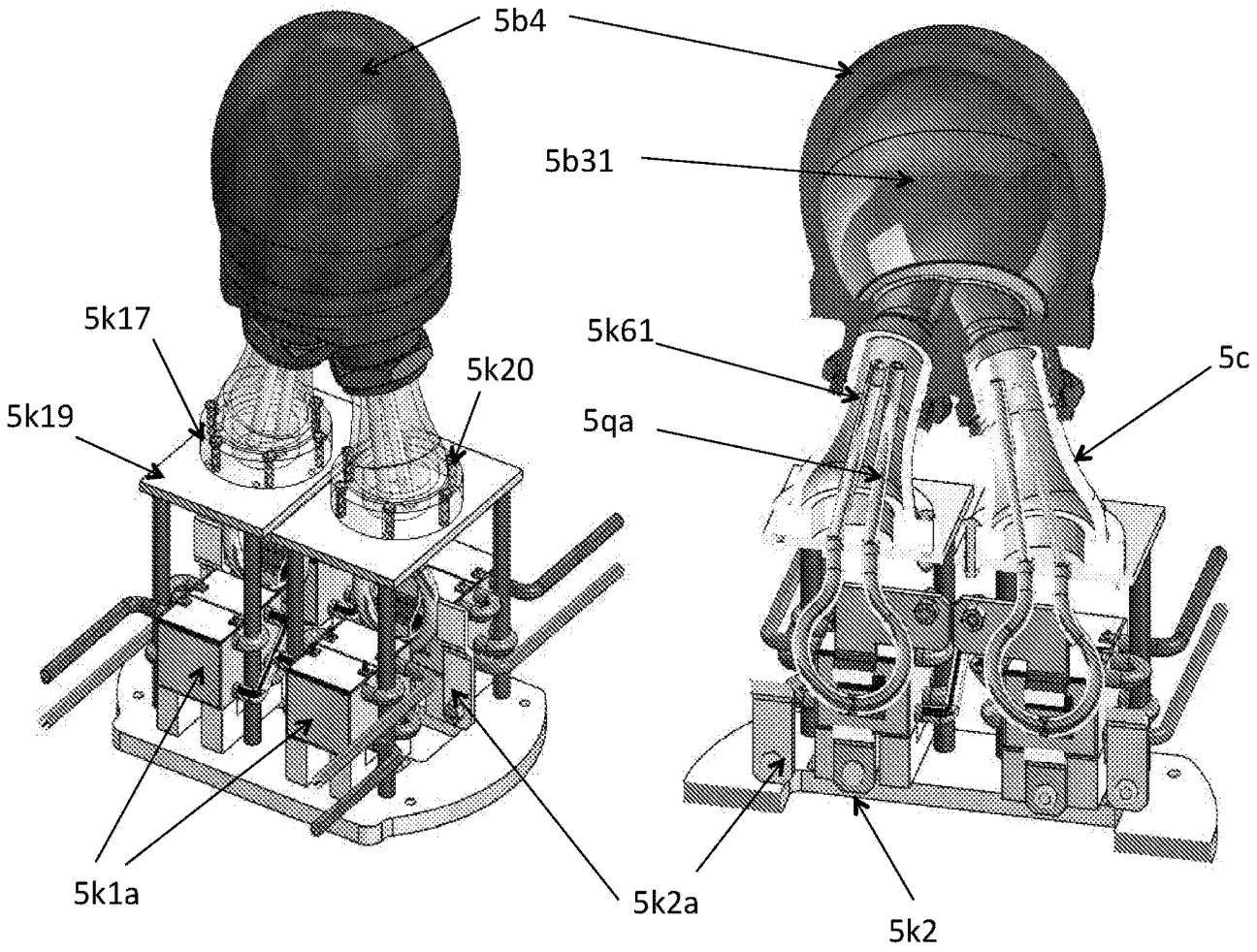
Фиг. 1 (2I143)



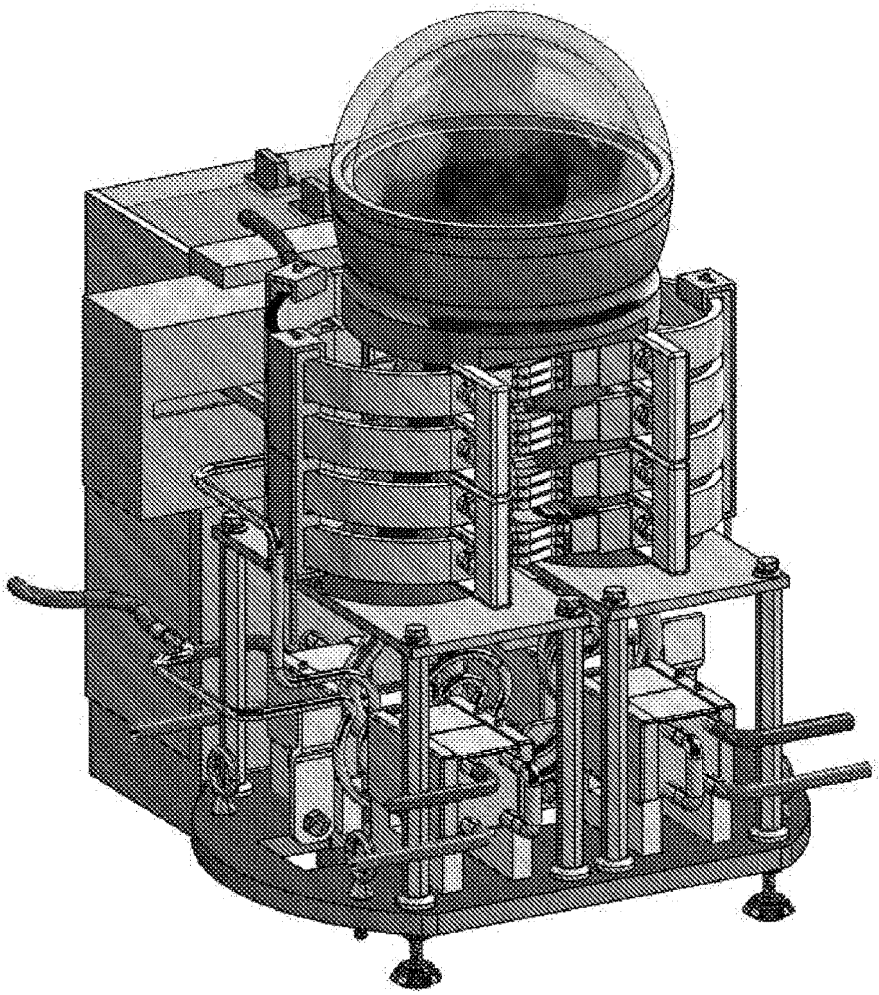
Фиг. 1 (2l144)



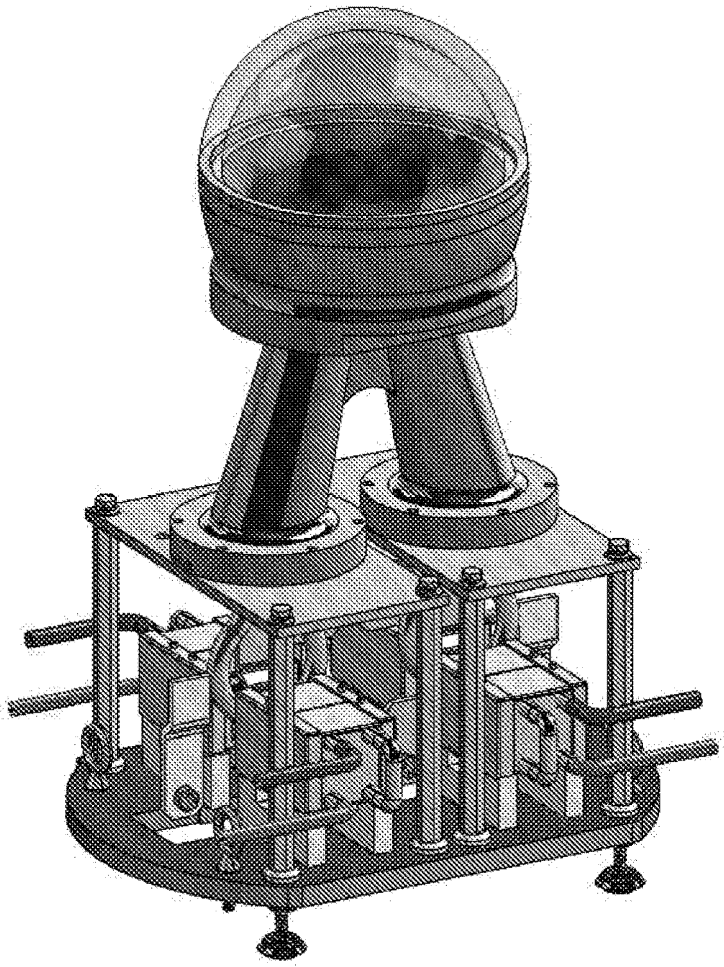
Фиг. 1 (2I145)



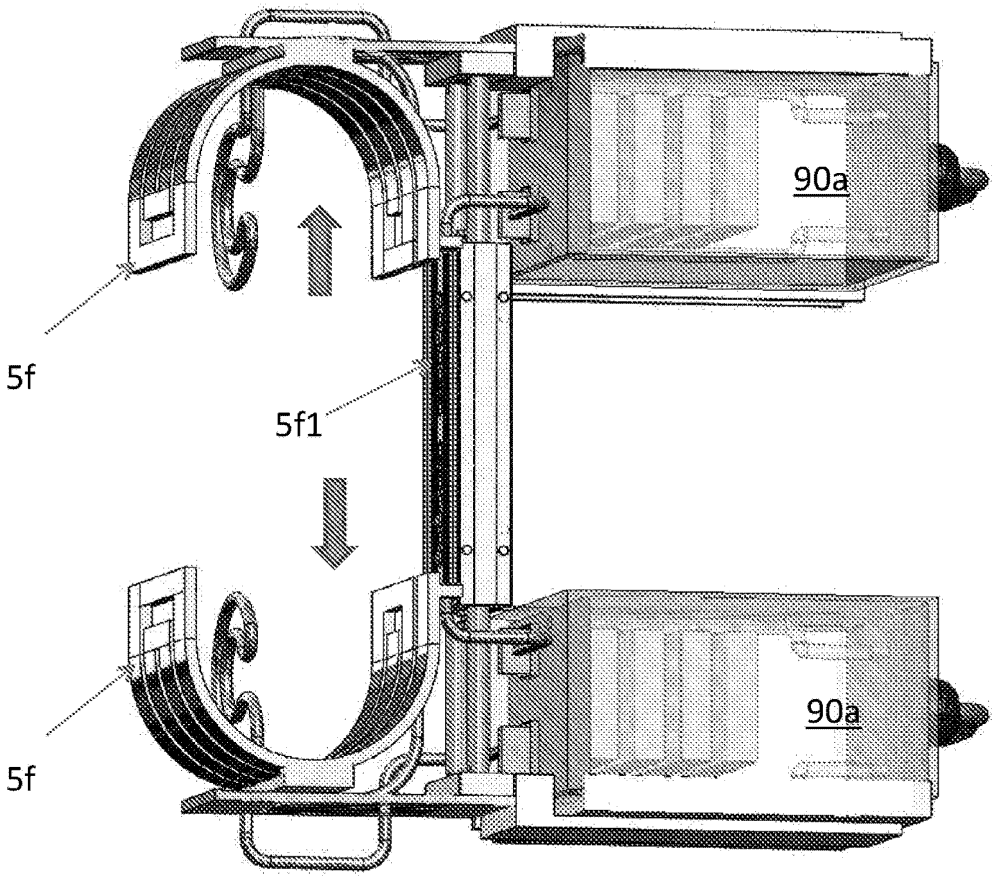
Фиг. 1 (2I146)



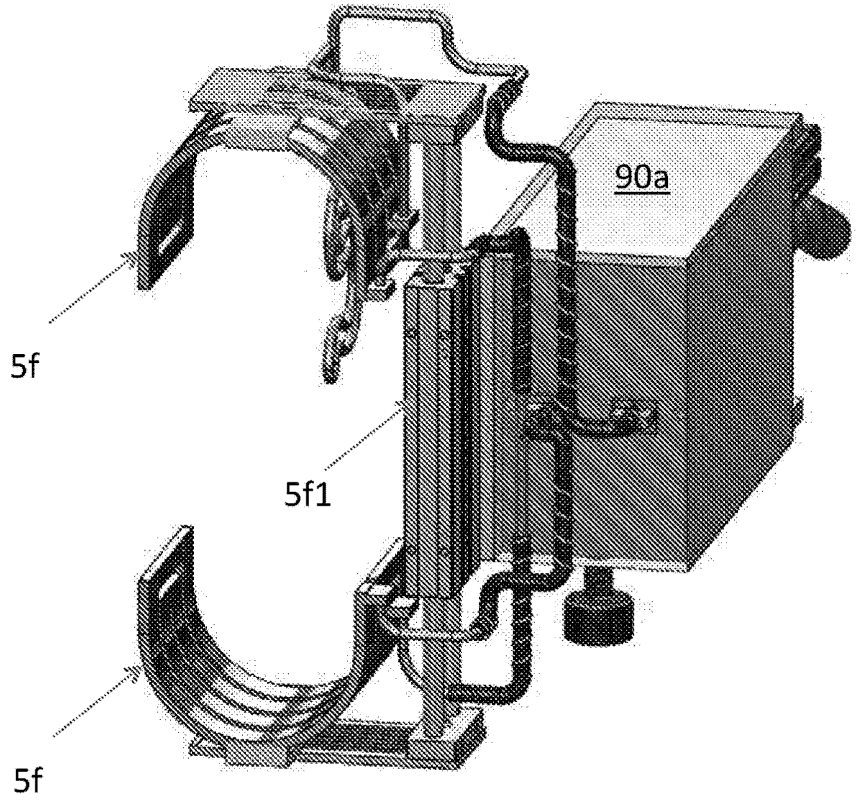
Фиг. 1 (2I147)



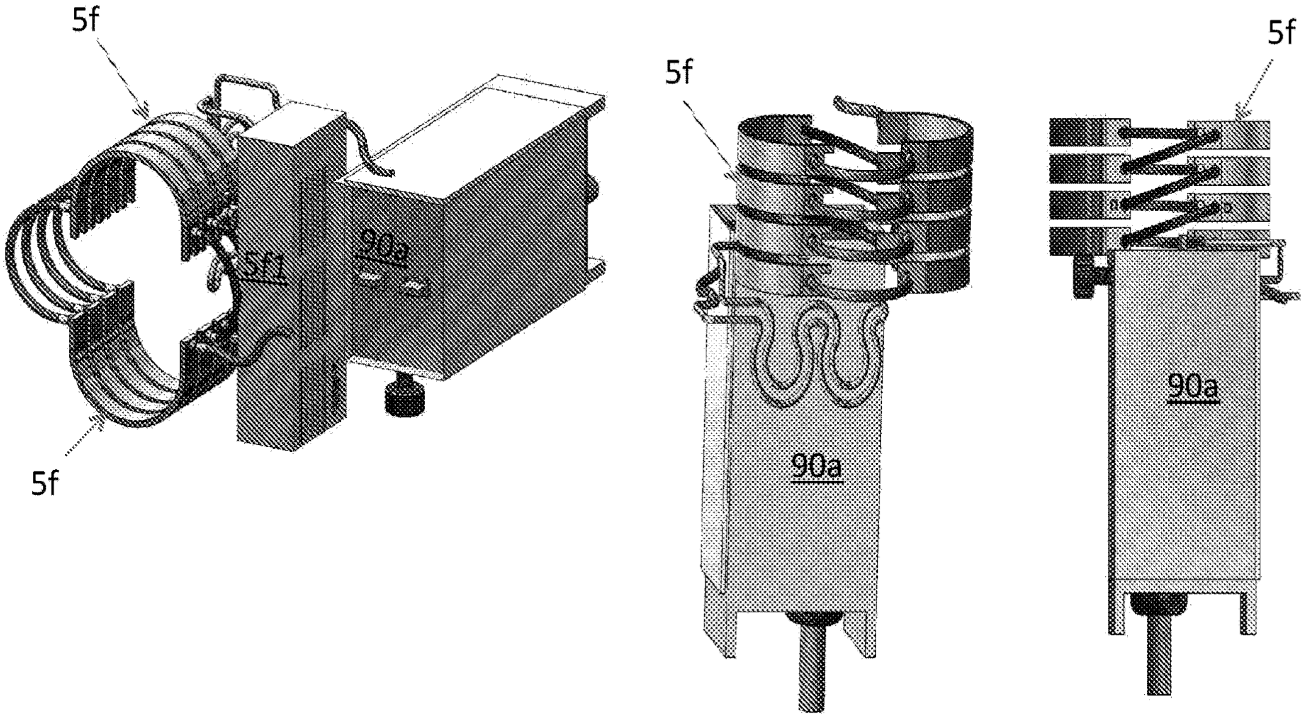
Фиг. 1 (2I148)



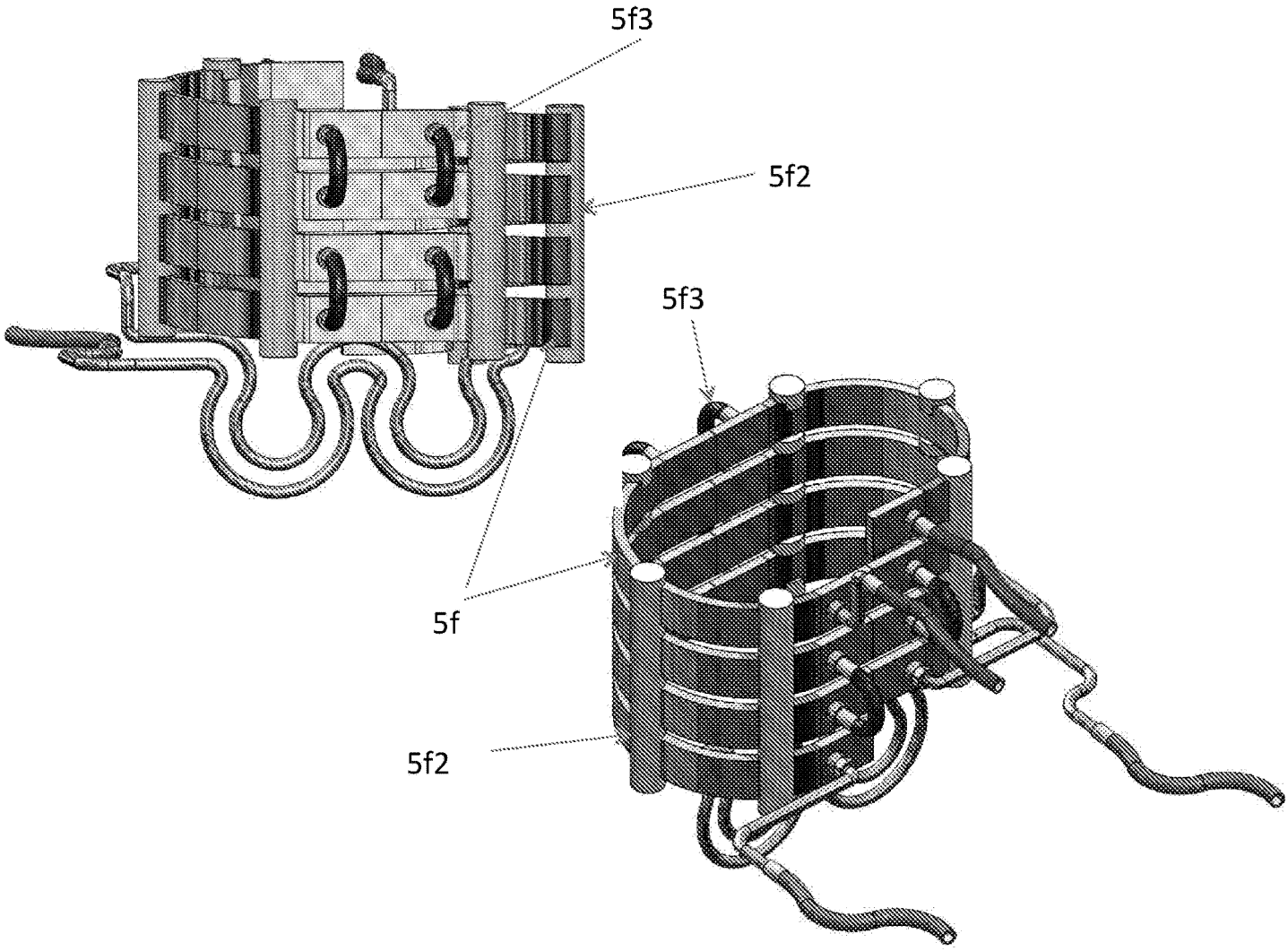
Фиг. 1 (2I149)



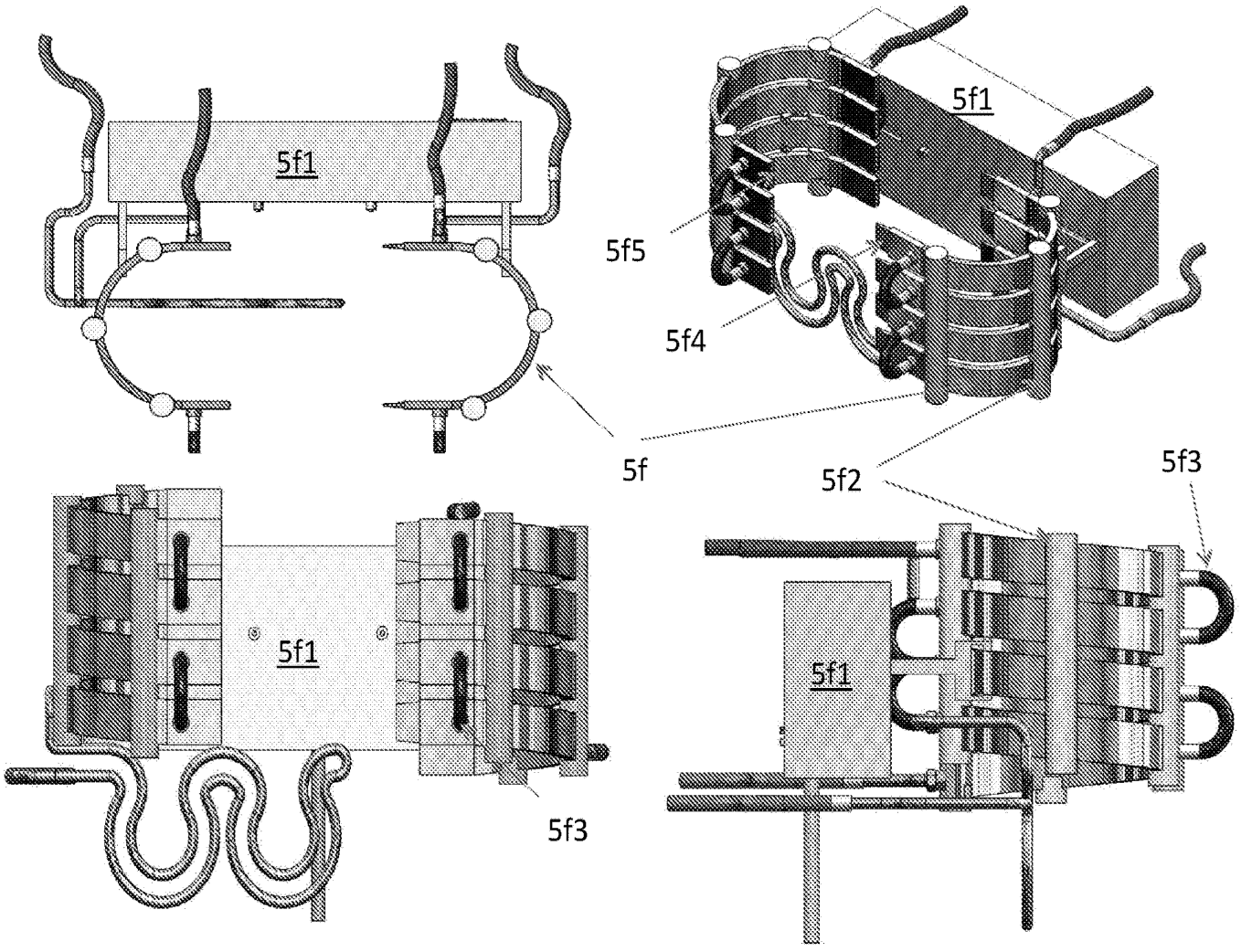
Фиг. 1 (2I150)



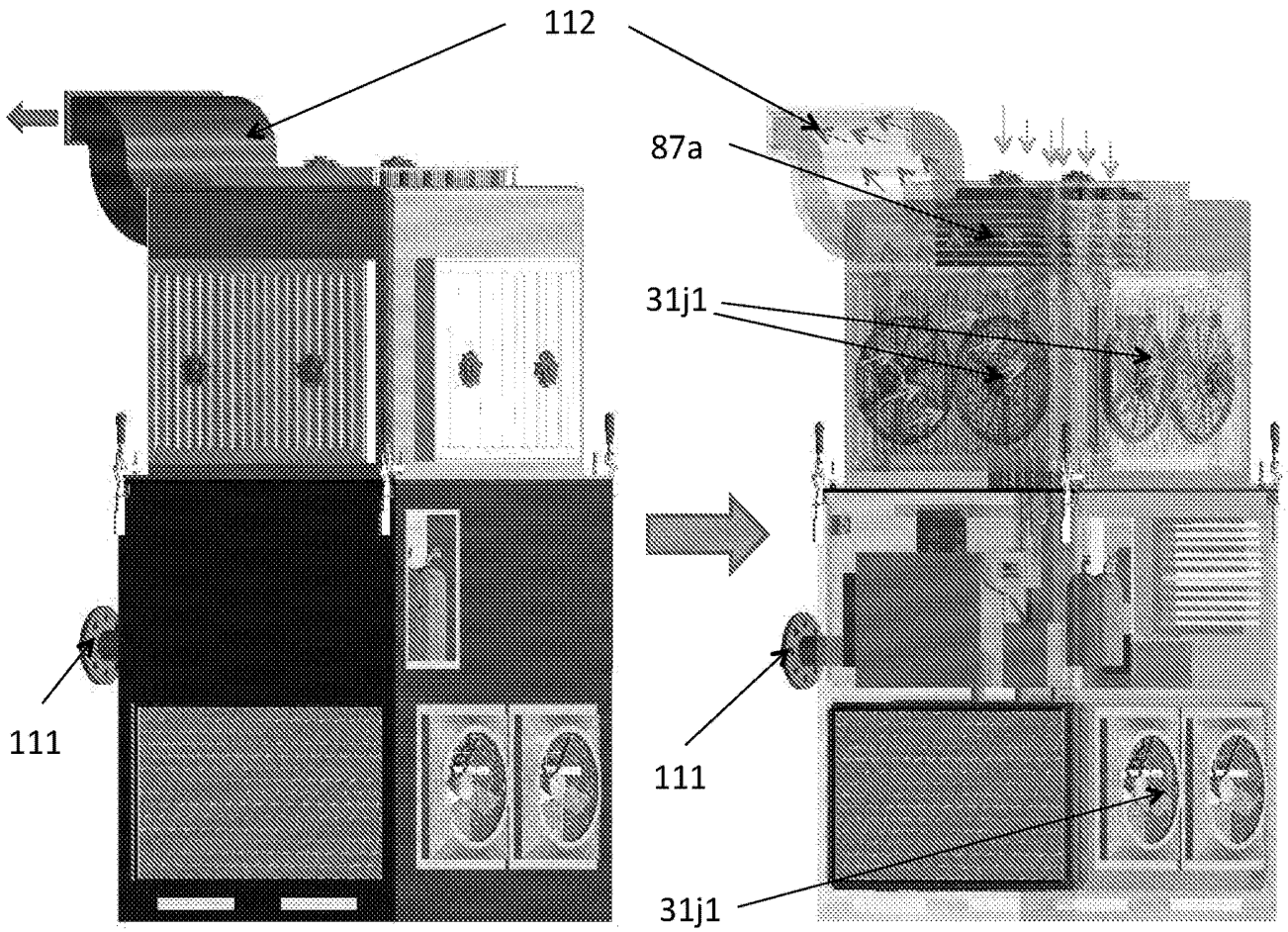
Фиг. 1 (2I151)



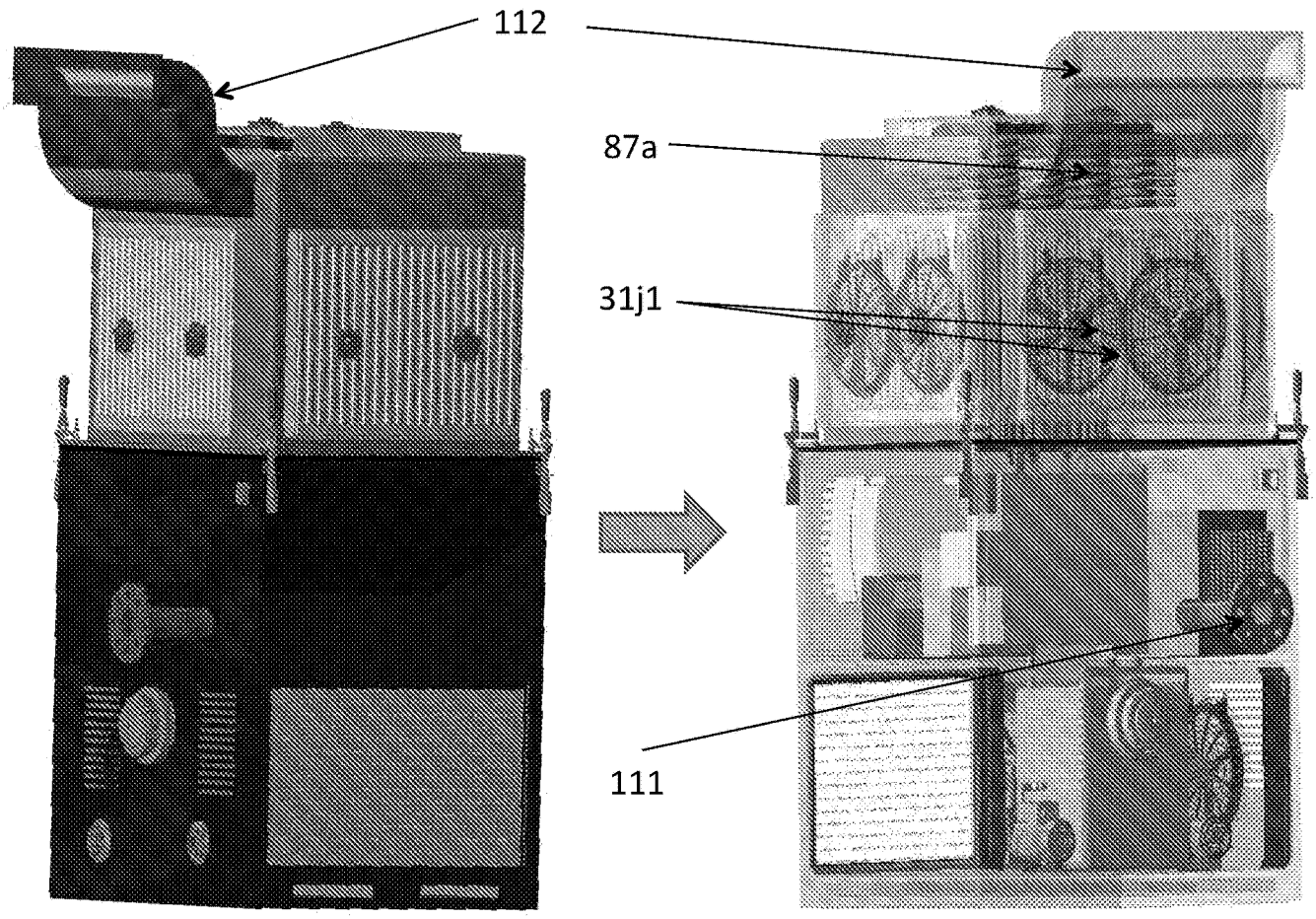
Фиг. 1 (2I152)



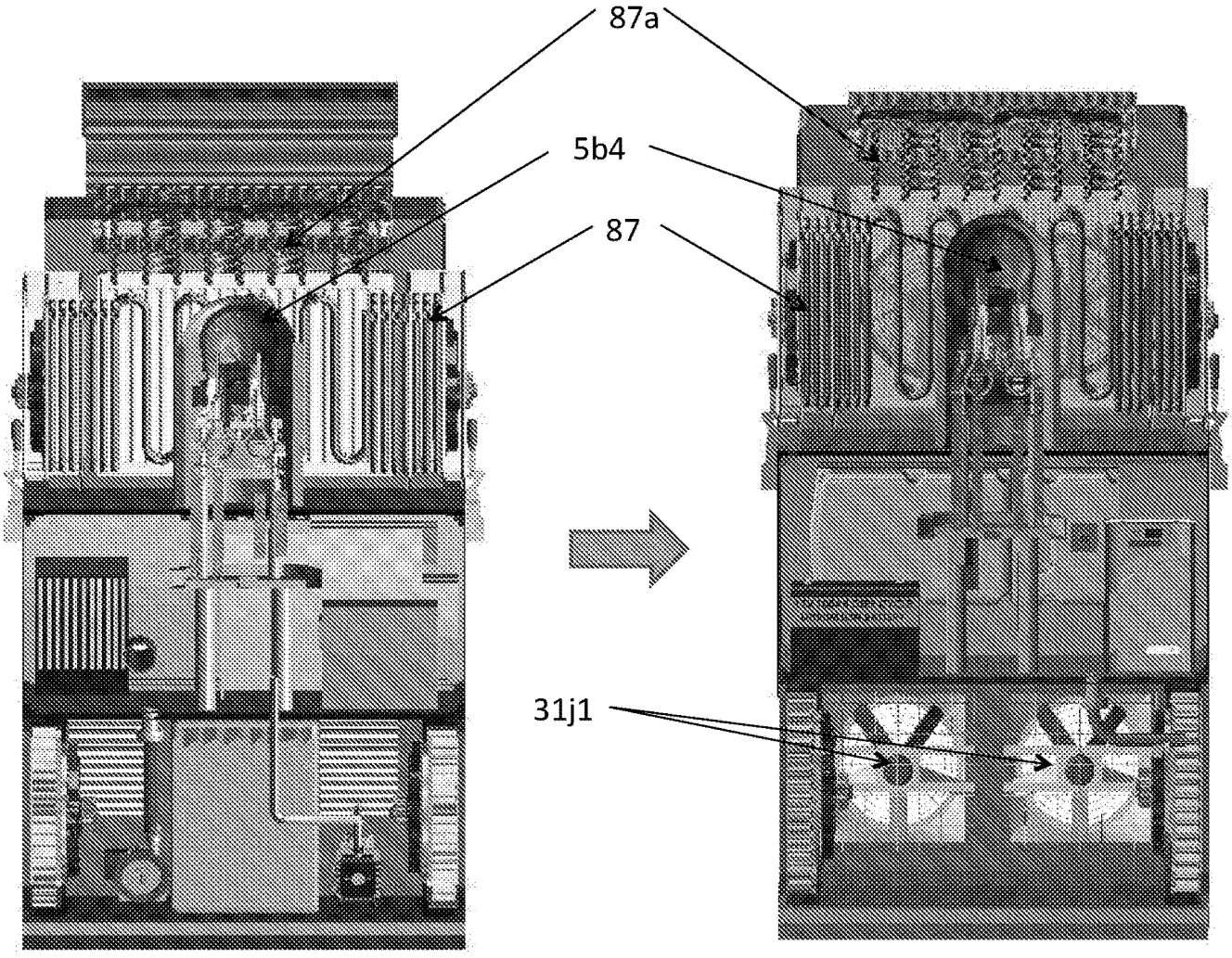
Фиг. 1 (2I153)



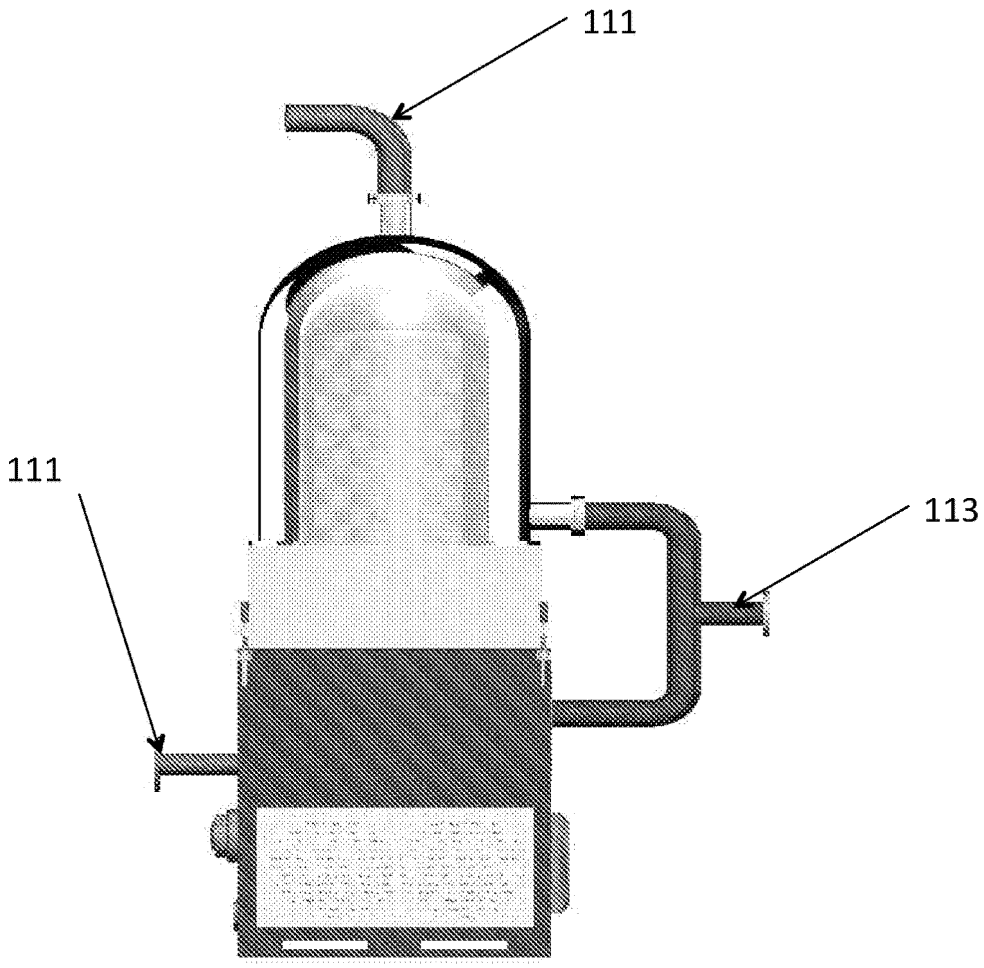
Фиг. 1 (2I154)



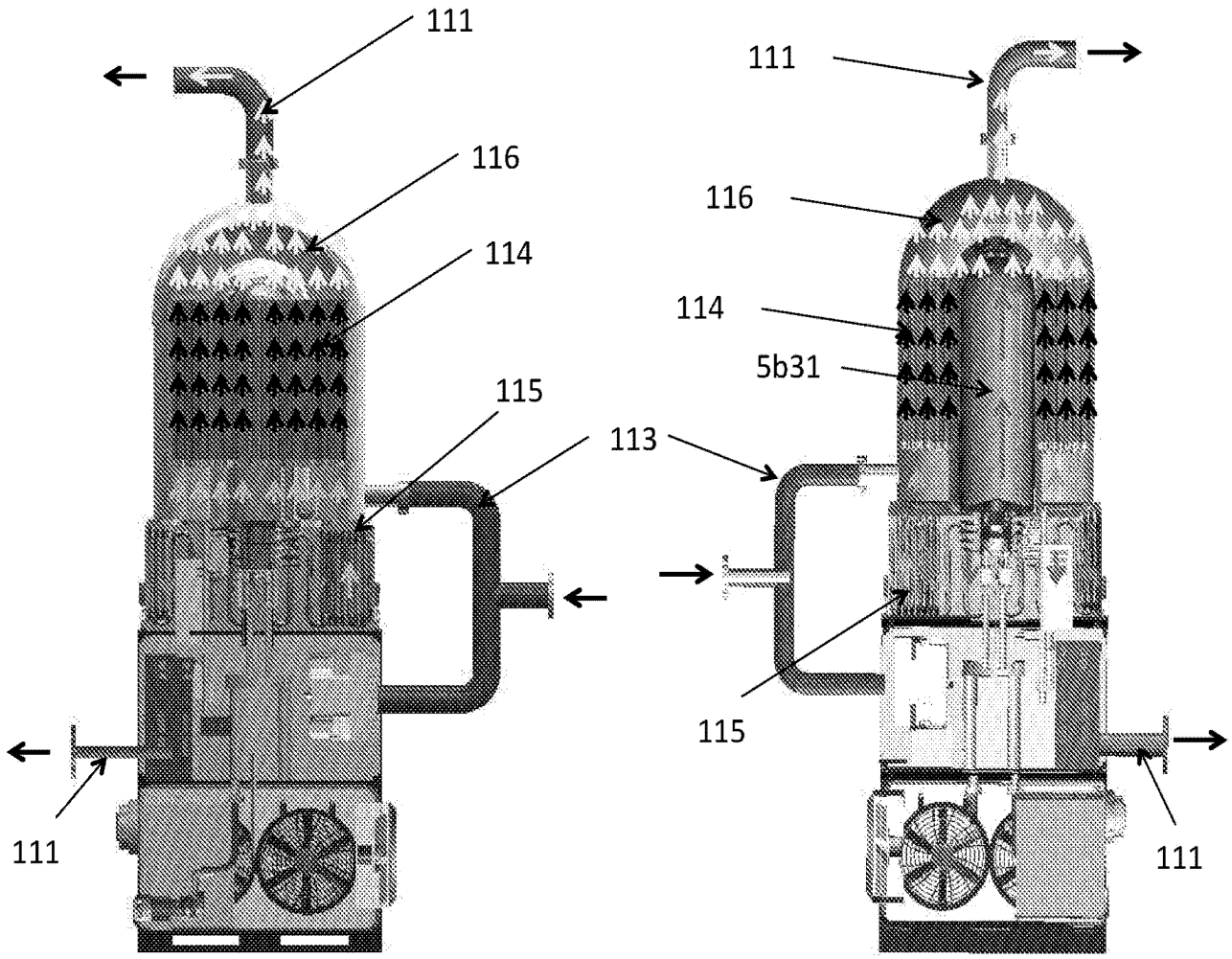
Фиг. 1 (2I155)



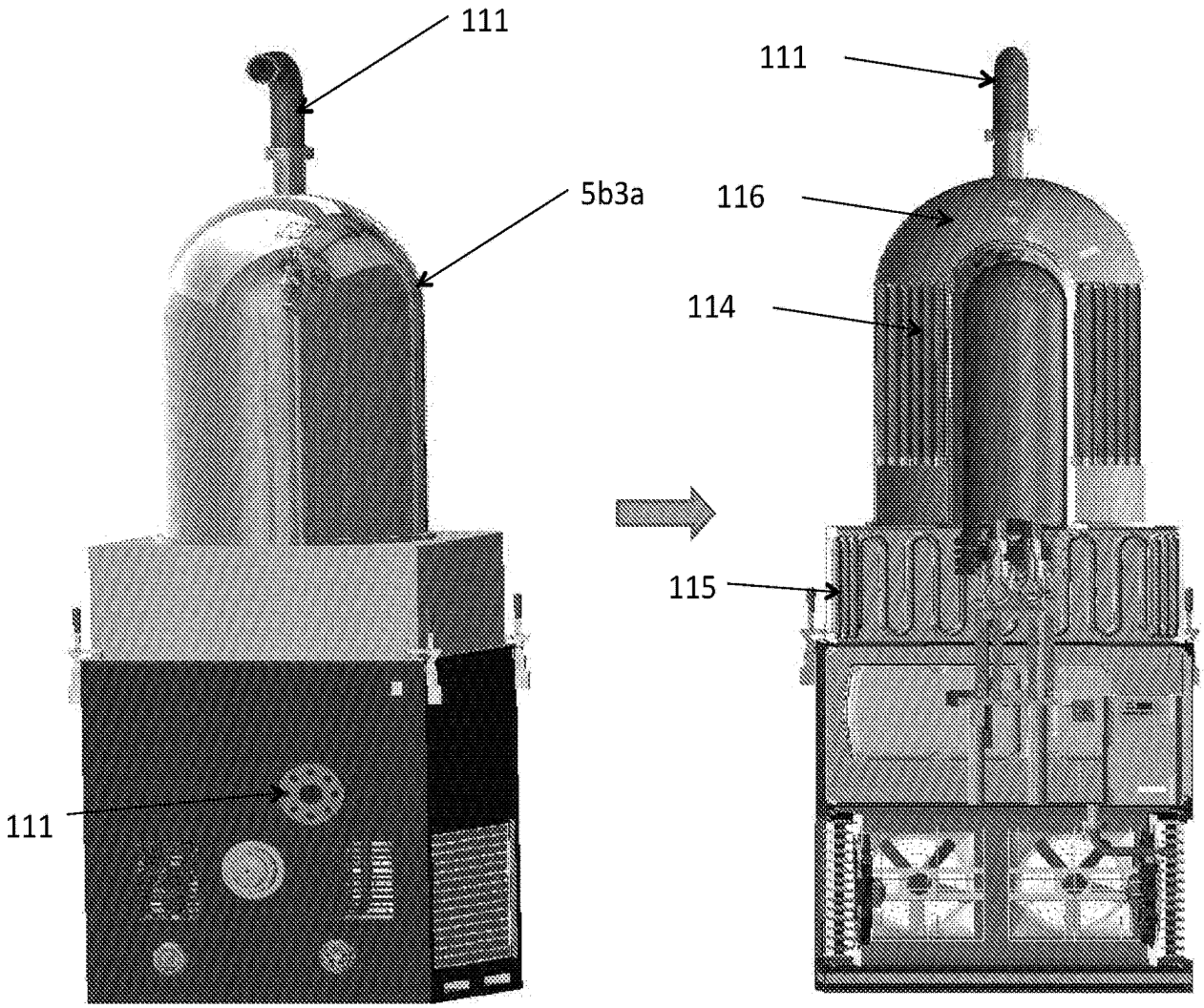
Фиг. 1 (2I156)



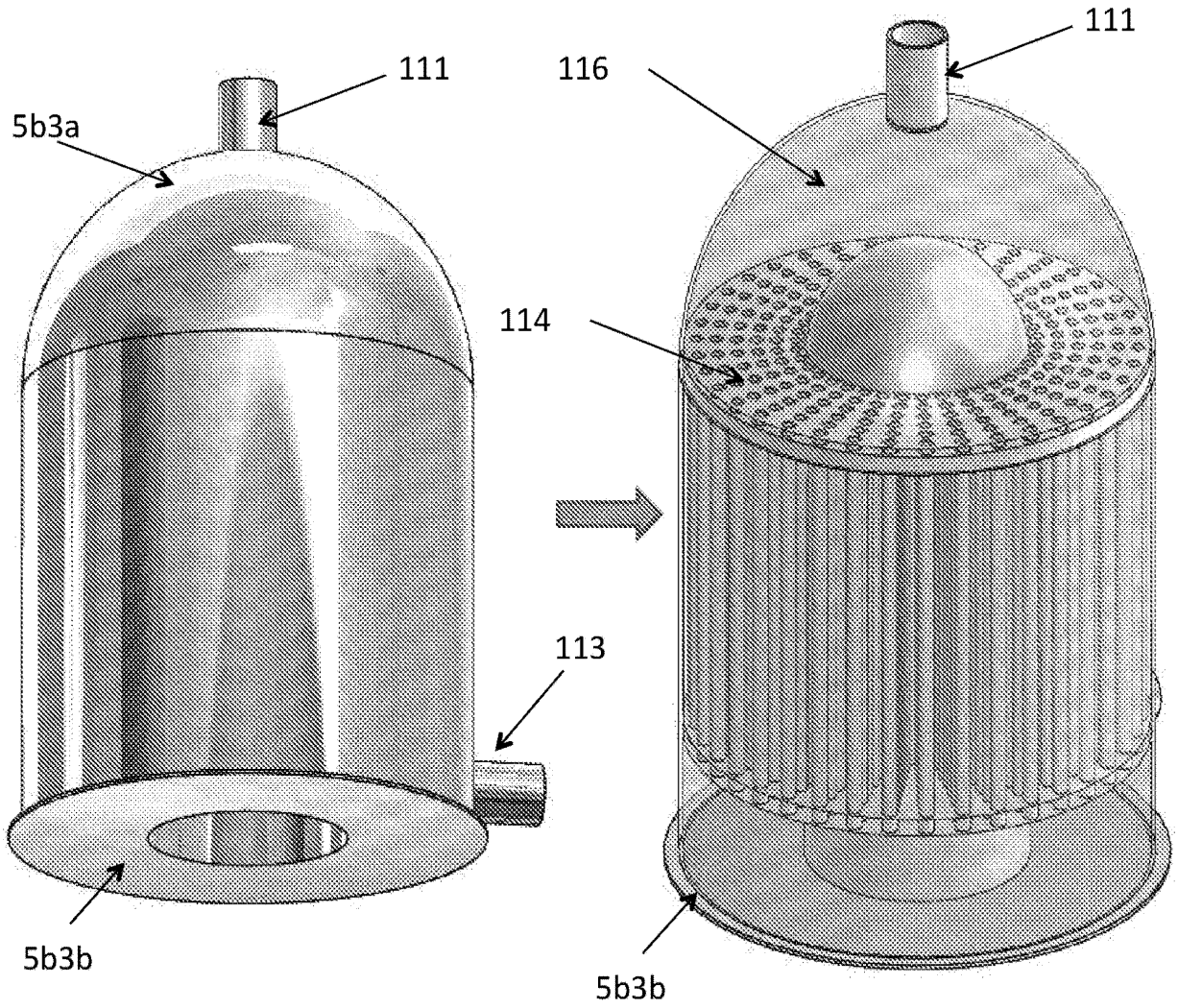
Фиг. 1 (2I157)



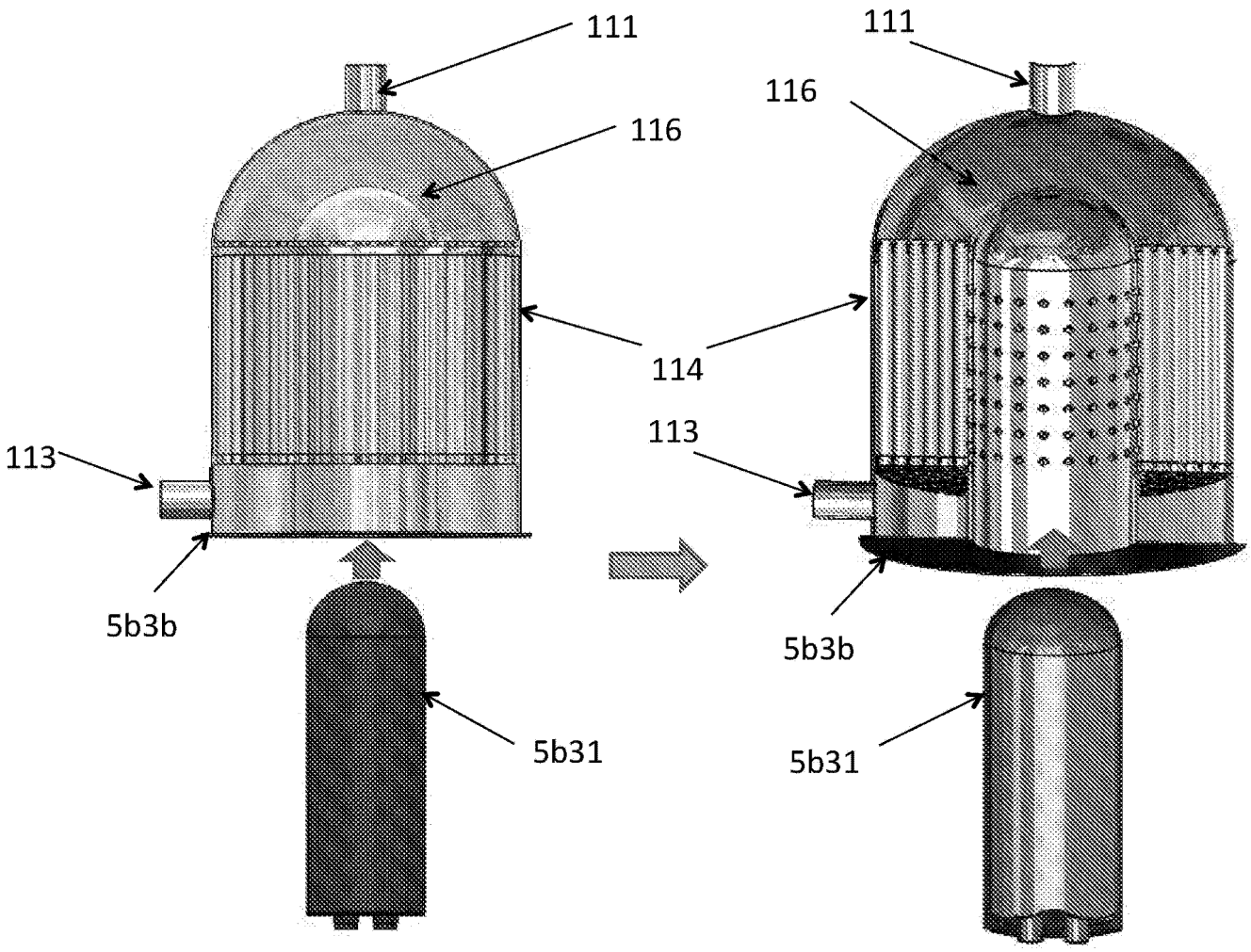
Фиг. 1 (2I158)



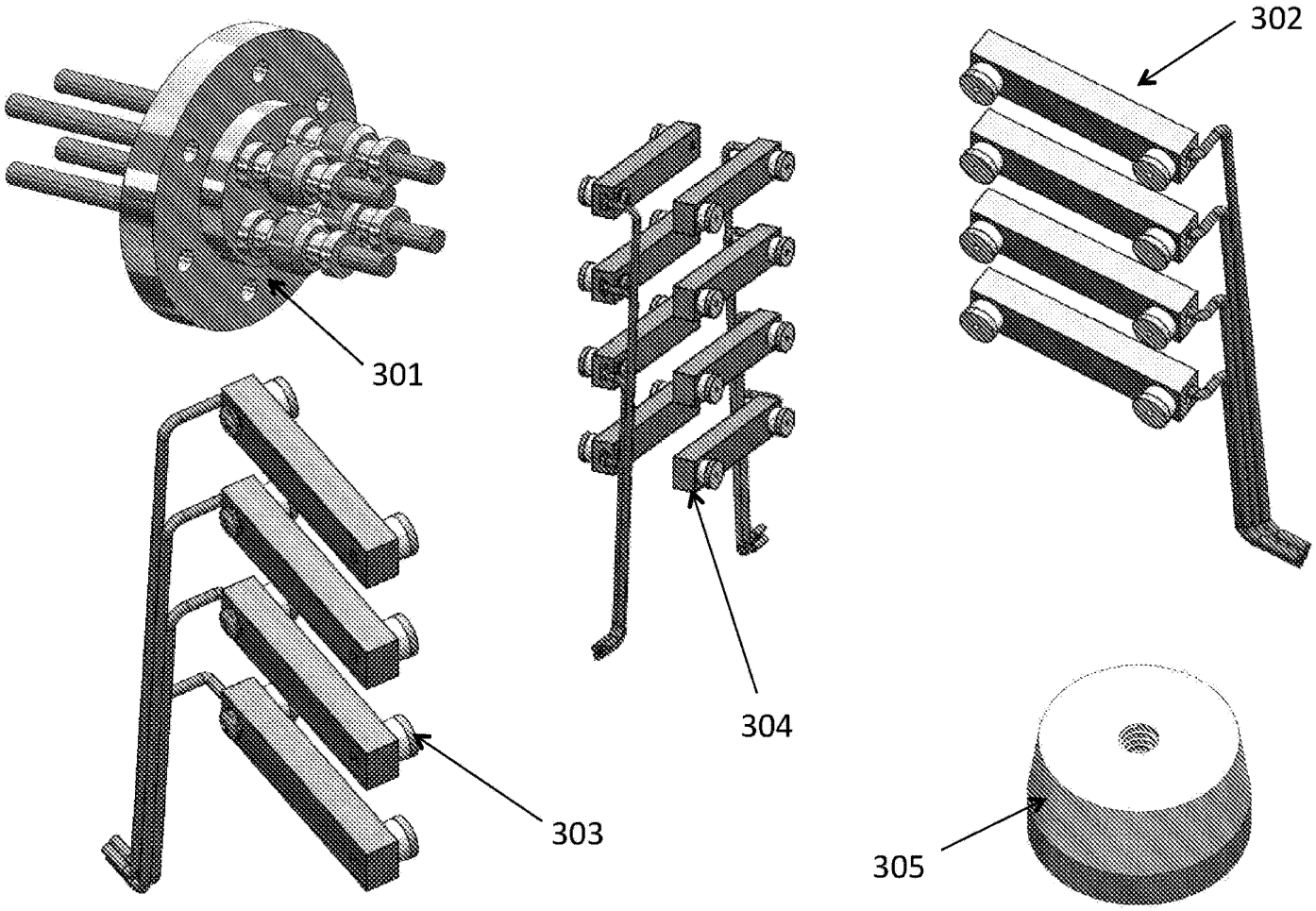
Фиг. 1 (2I159)



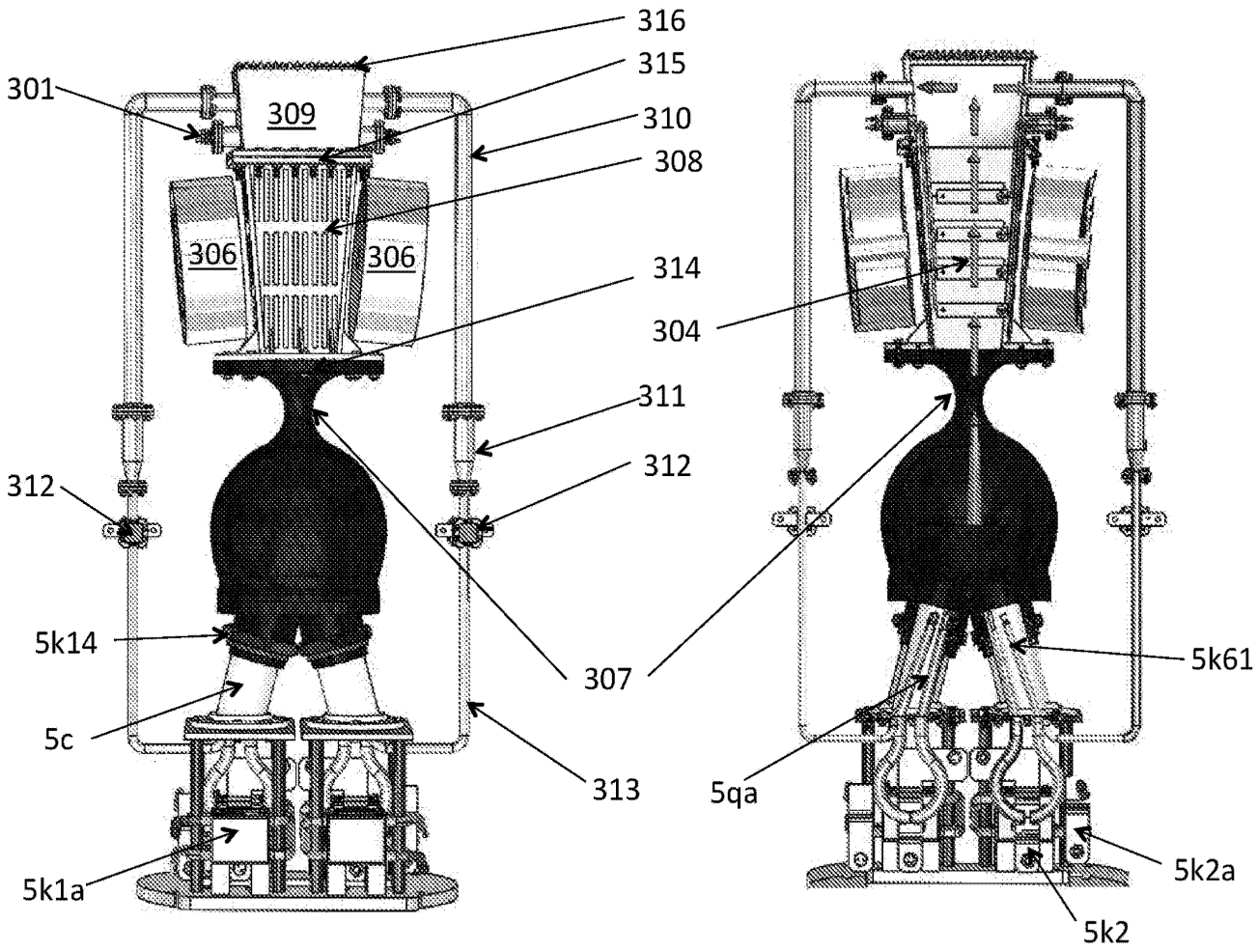
Фиг. 1 (2I160)



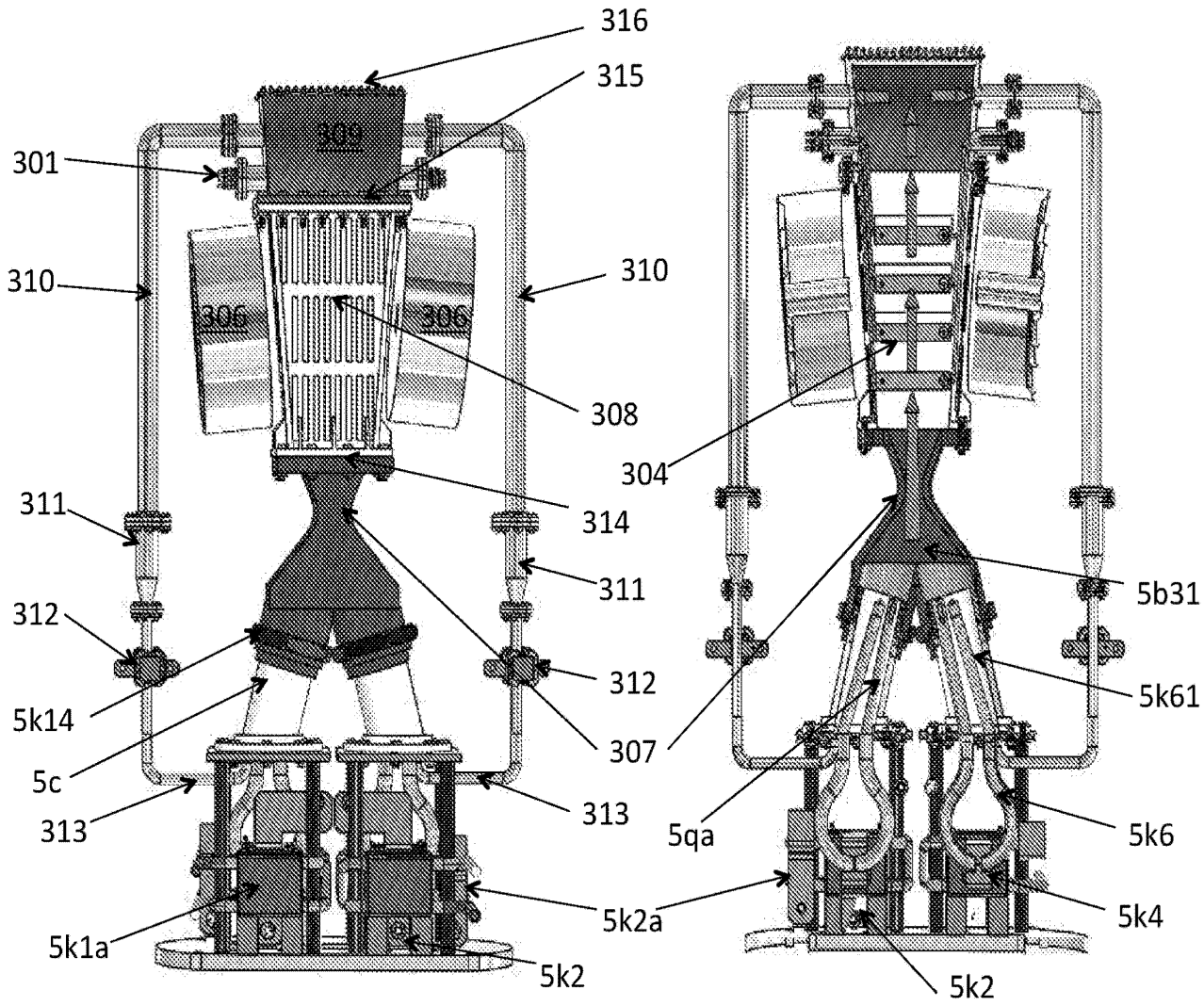
Фиг. 1 (2I161)



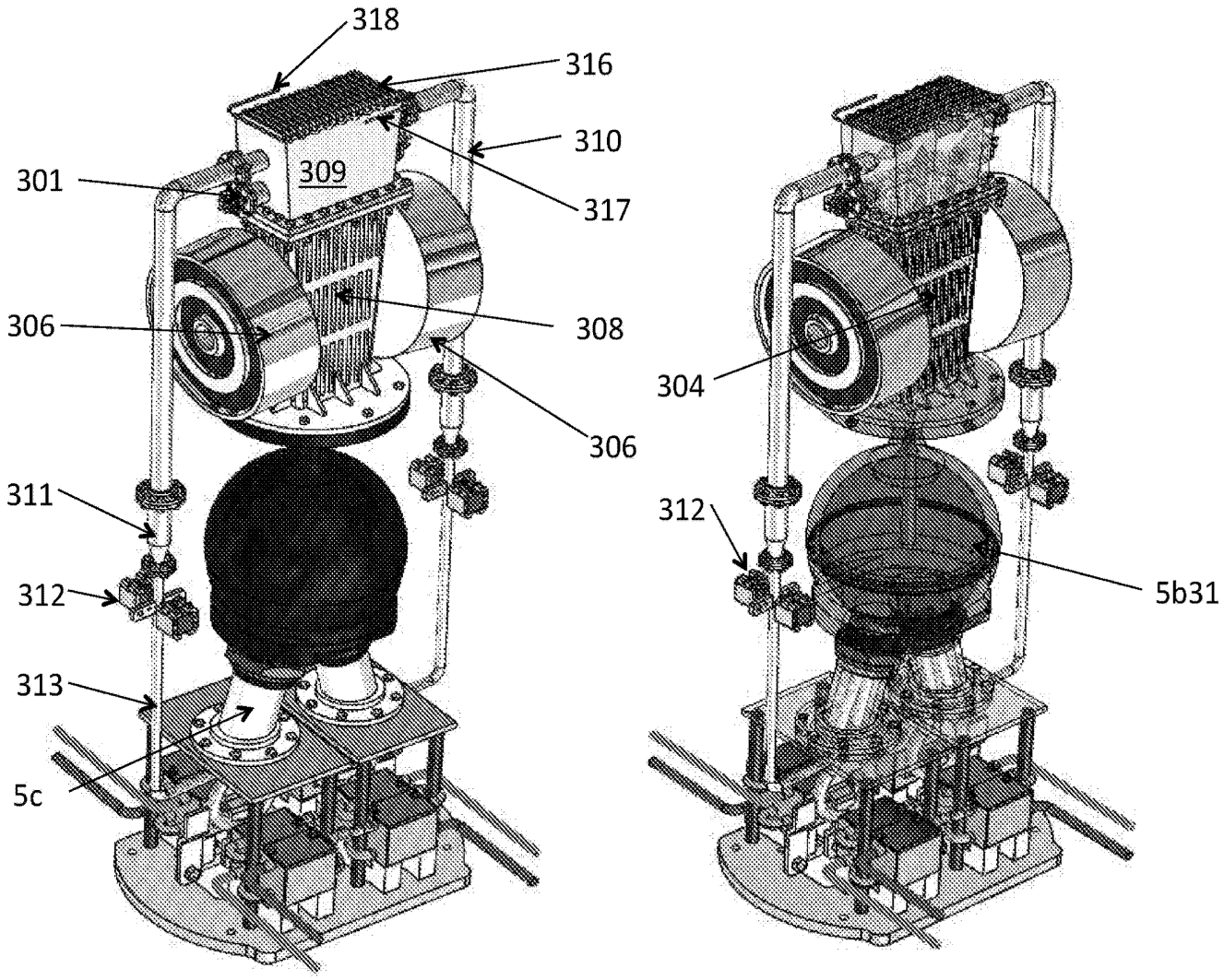
Фиг. 1 (2I162)


316
315
301
309
310
308
306
306
314
304
311
312
312
5k14
307
5k61
5c
313
5qa
5k2a
5k1a
5k2

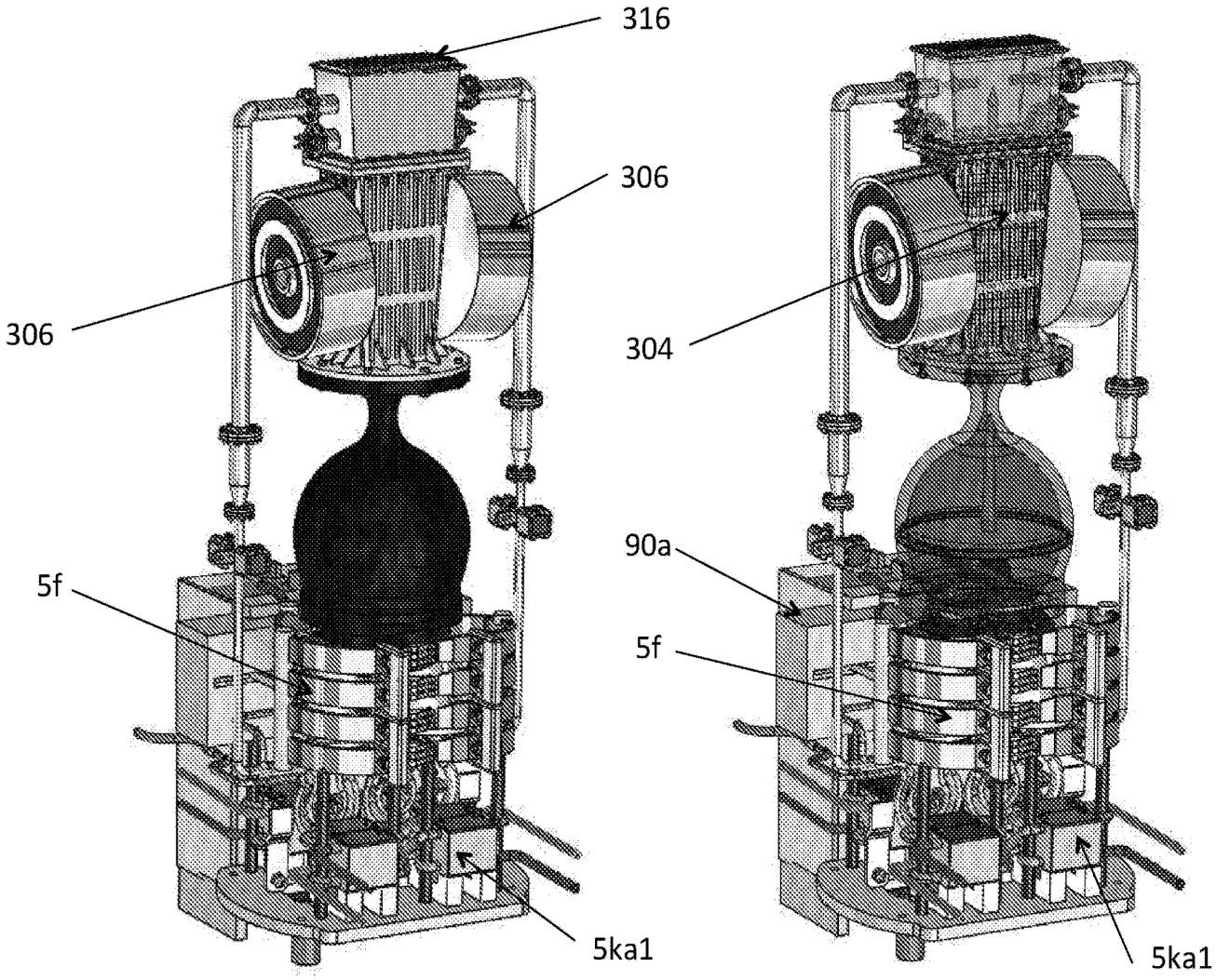
Фиг. 1 (2I163)


316
315
309
301
310
310
306
306
308
304
311
314
311
5b31
312
312
5k61
5k14
307
5c
313
313
5qa
5k6
5k2a
5k4
5k1a
5k2
5k2

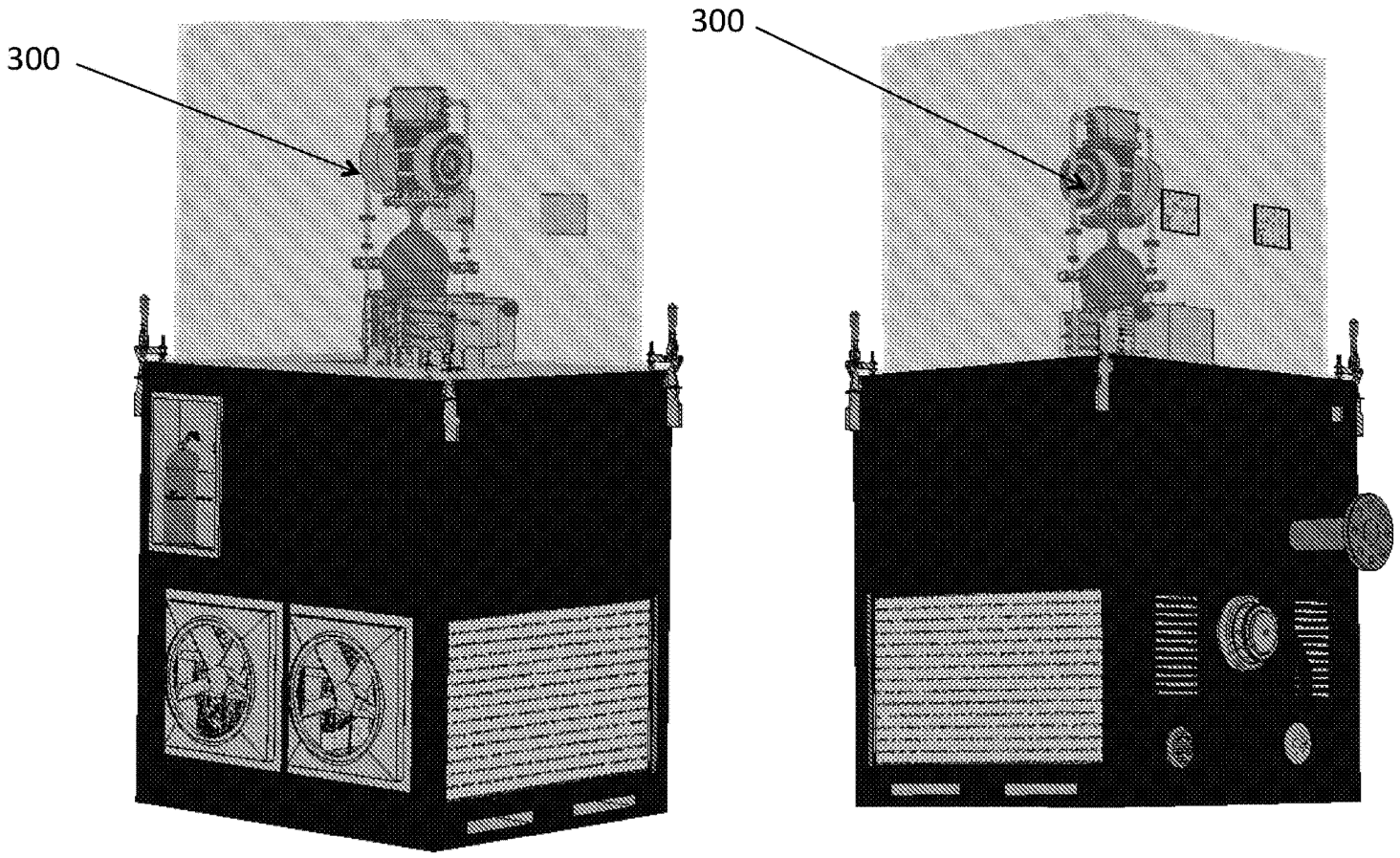
Фиг. 1 (2I164)



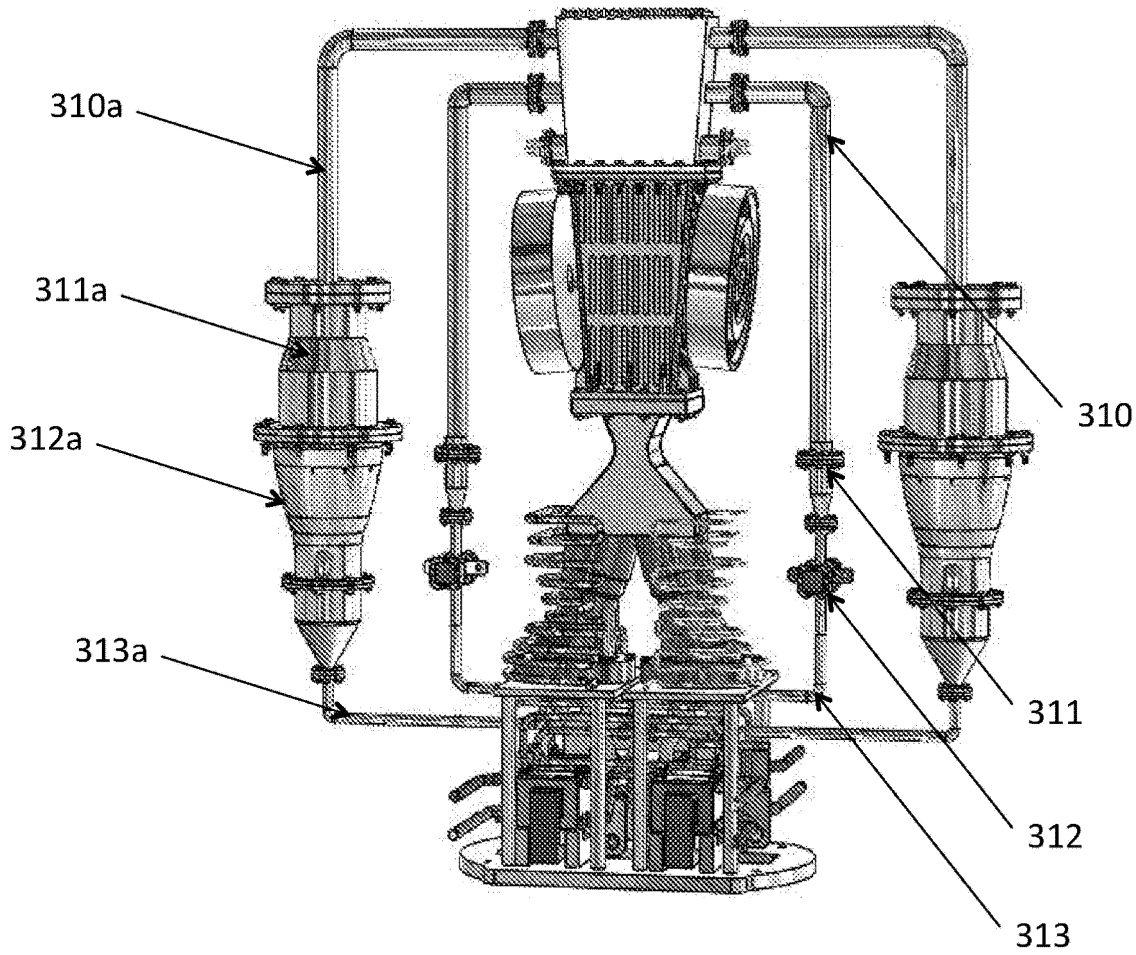
Фиг. 1 (2I165)



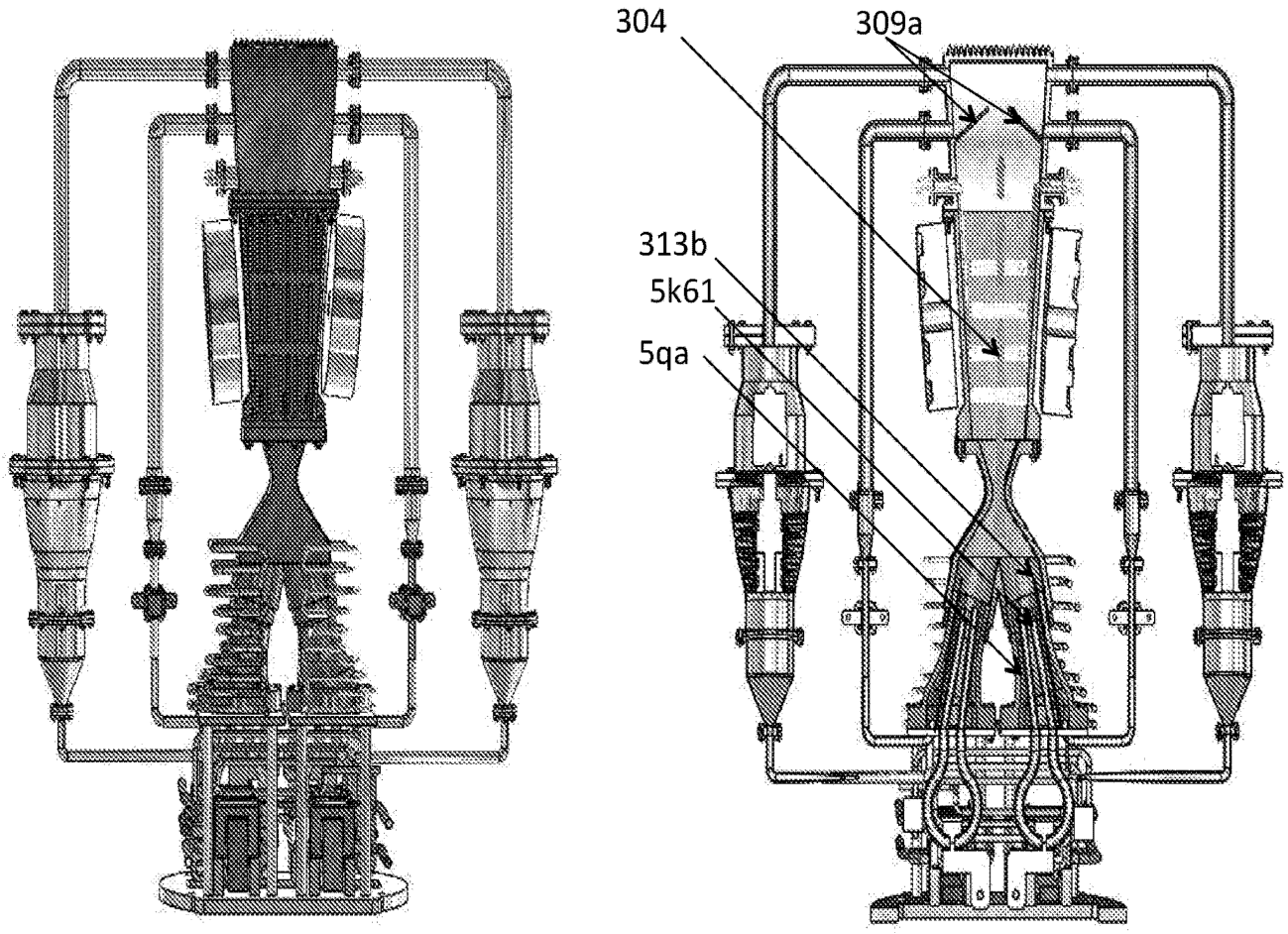
Фиг. 1 (2I166)



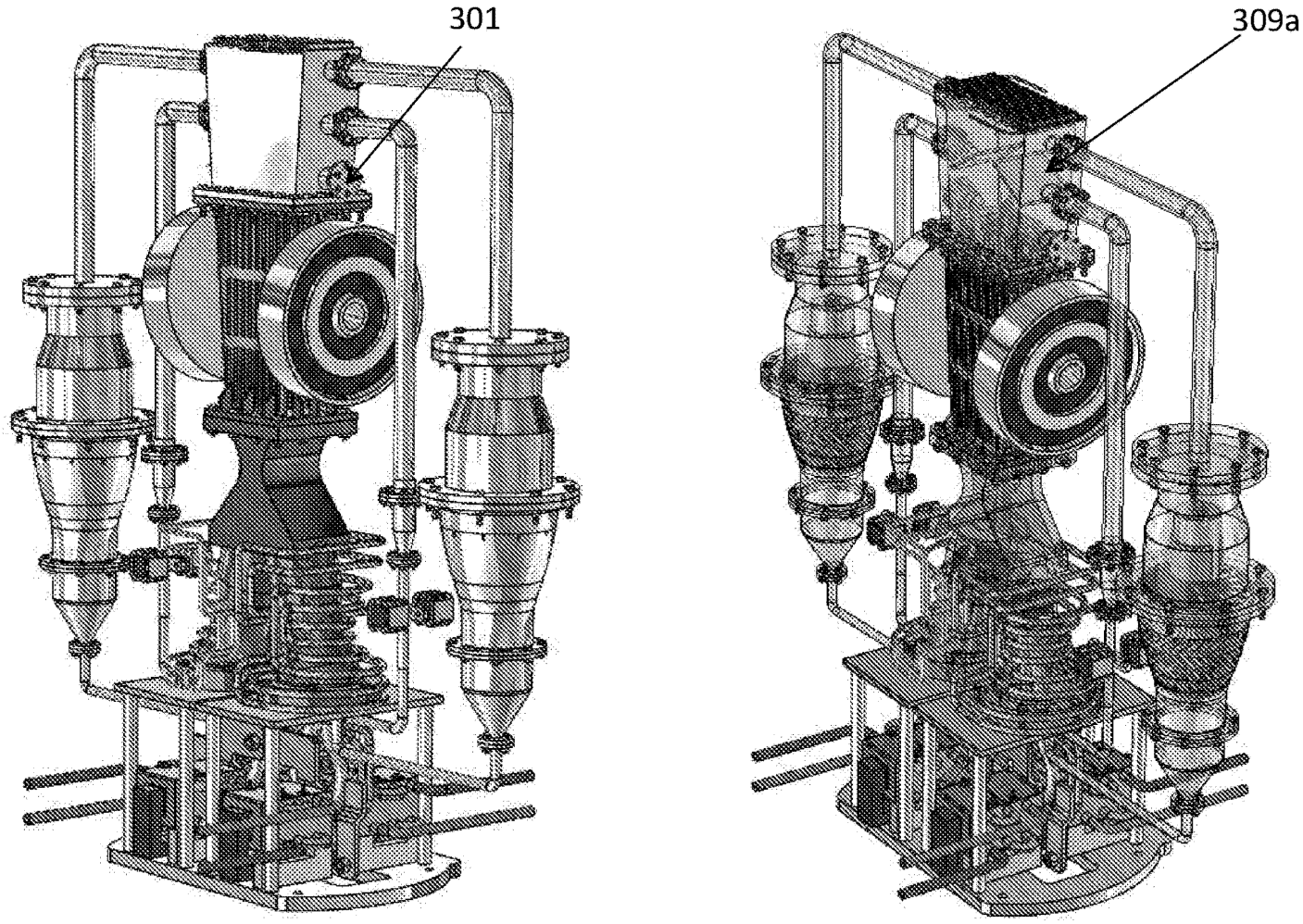
Фиг. 1 (2I167)



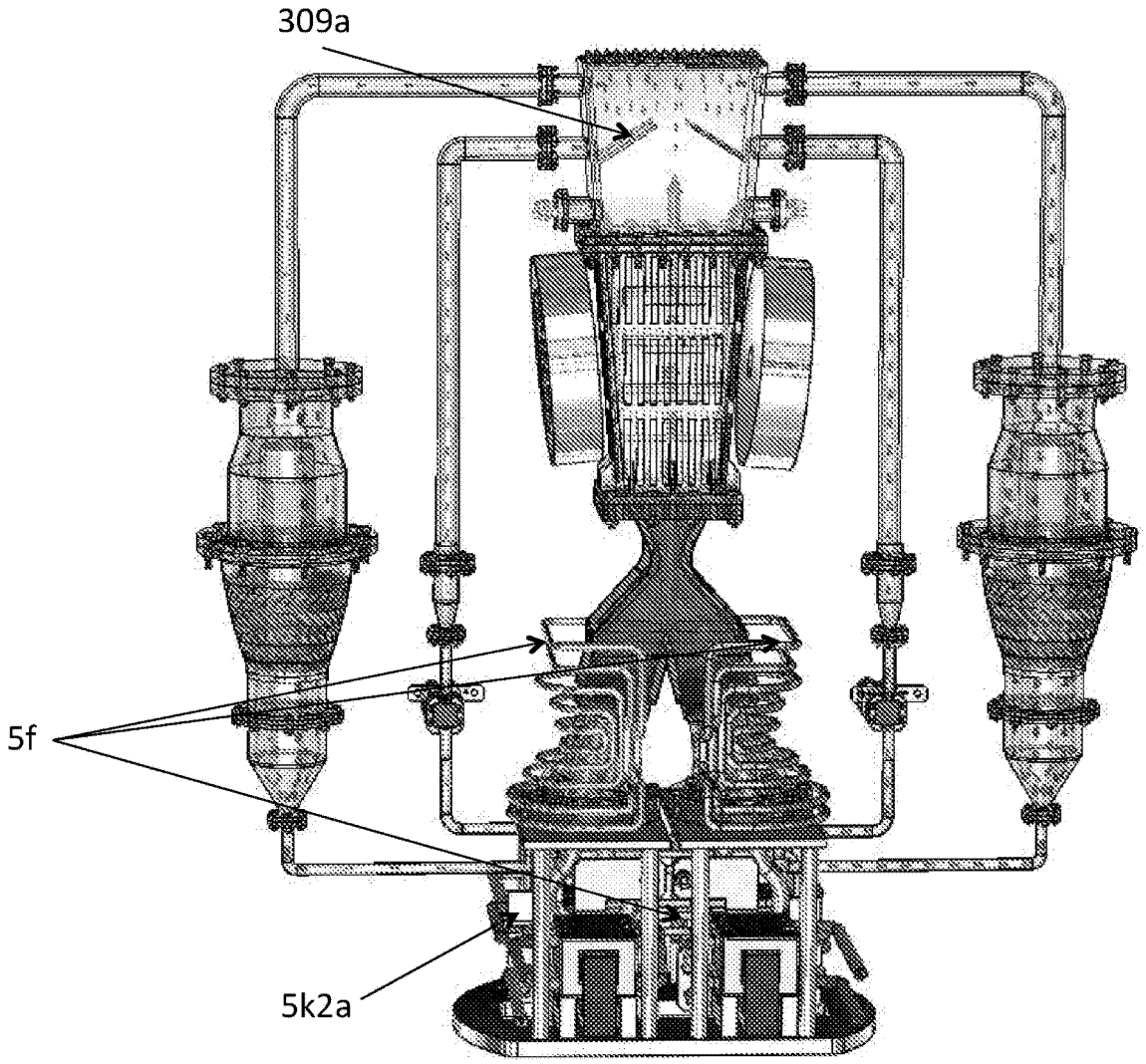
Фиг. 1 (2I168)



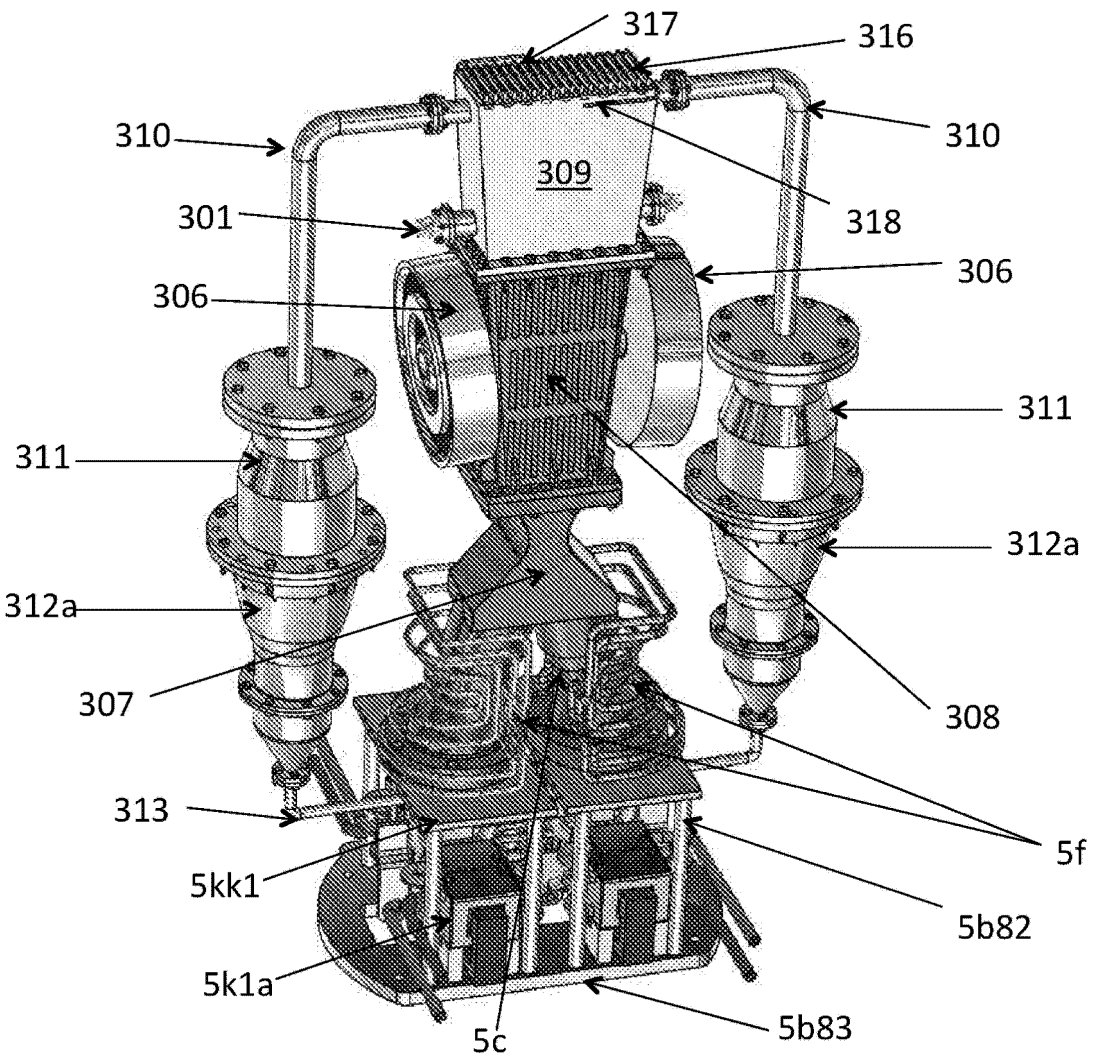
Фиг. 1 (2I169)



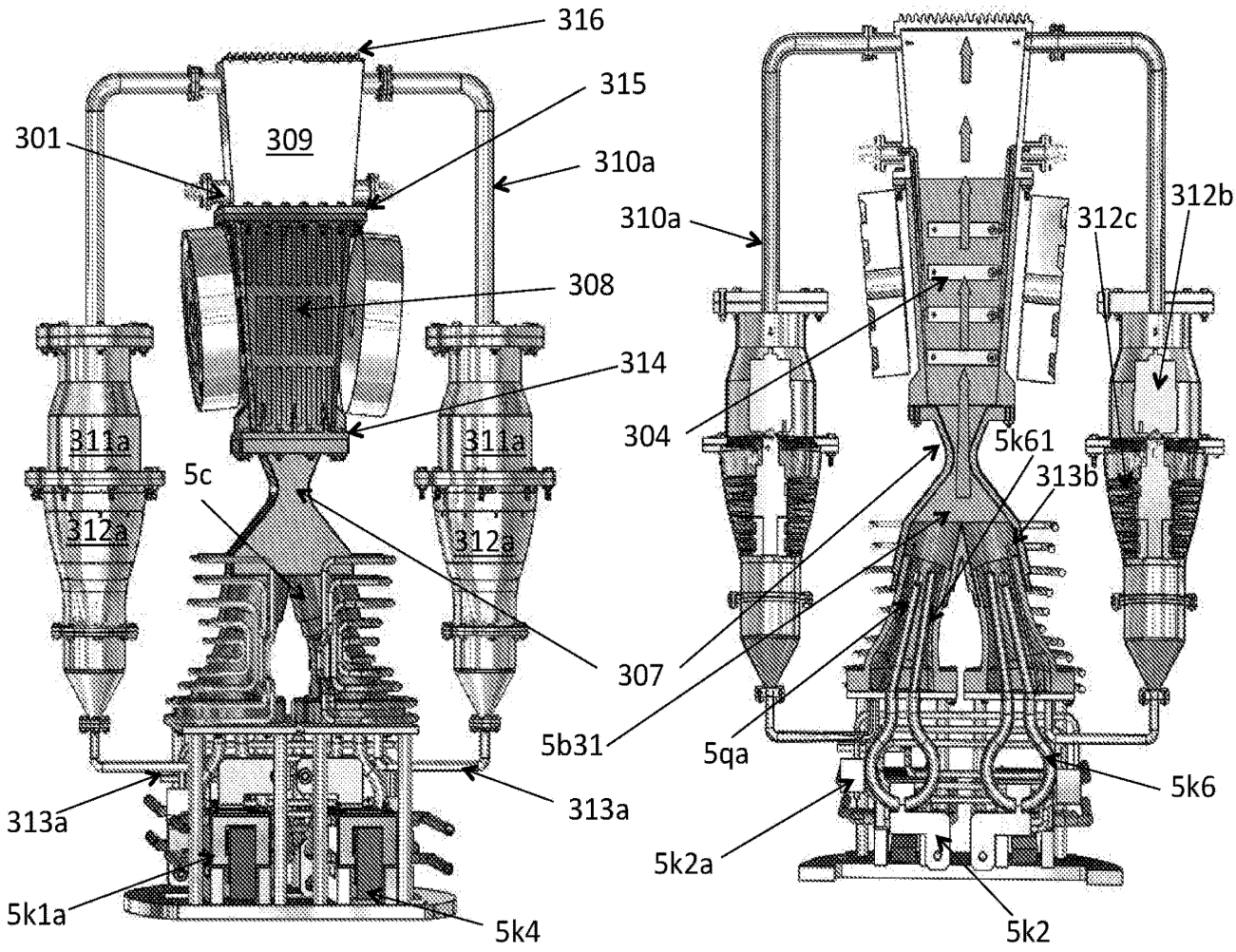
Фиг. 1 (2I170)



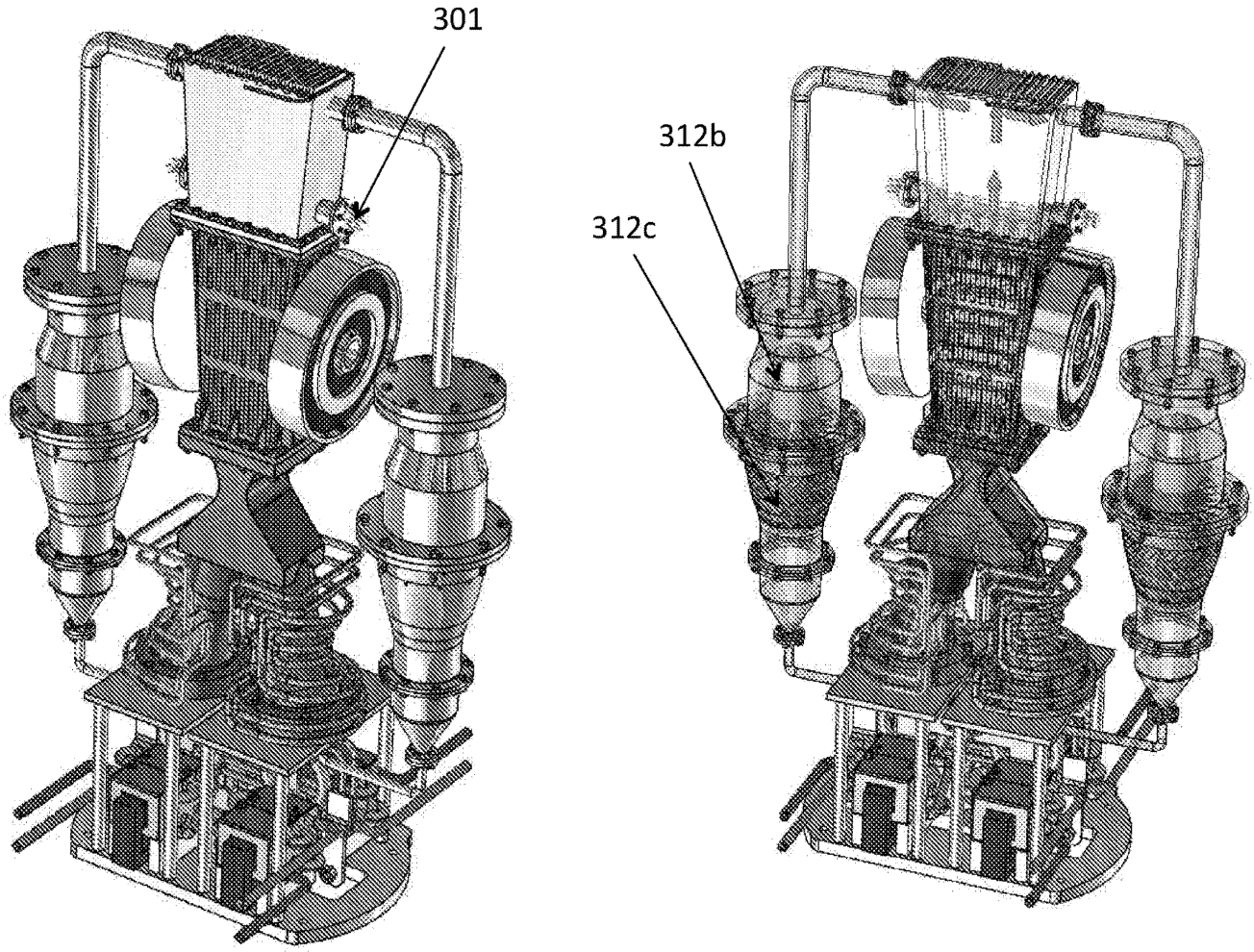
Фиг. 1 (2I171)


317
316
310
310
309
318
301
306
306
311
311
312a
312a
307
308
313
5f
5kk1
5b82
5k1a
5c
5b83

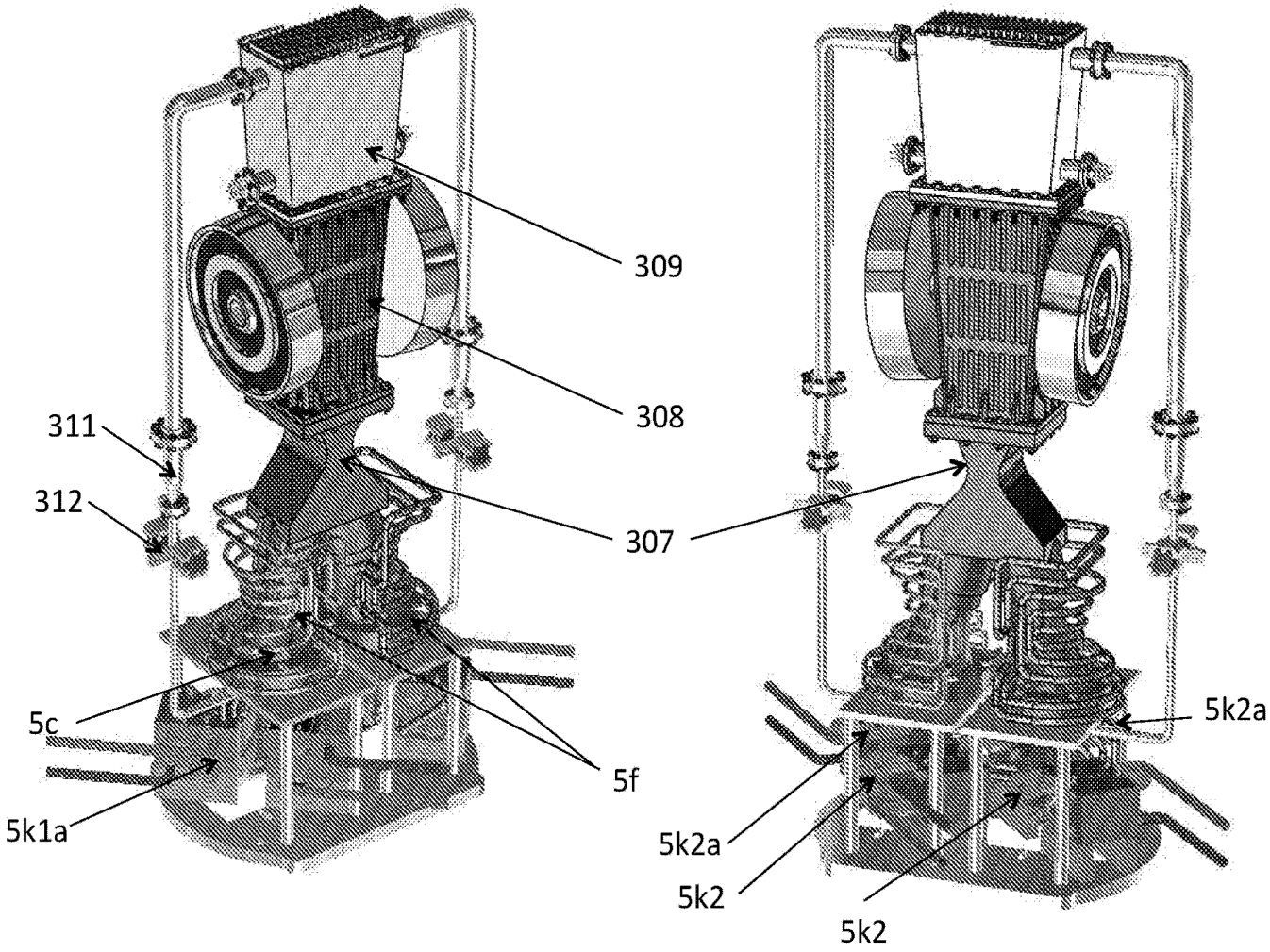
Фиг. 1 (2I172)


316
315
301
309
310a
308
314
311a
311a
5c
312a
312a
307
313a
313a
5k1a
5k4
310a
312c
312b
304
5k61
313b
5b31
5qa
5k6
5k2a
5k2

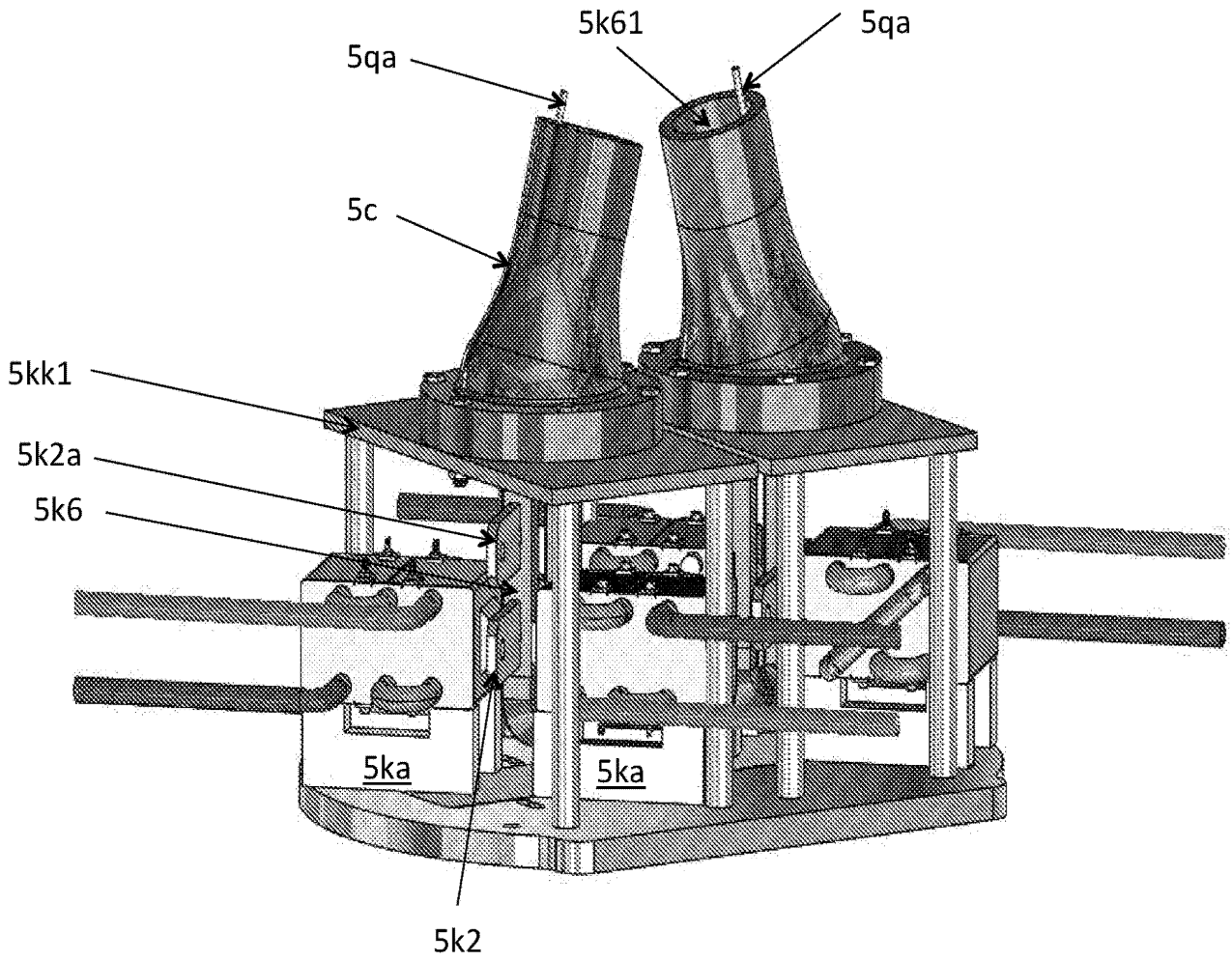
Фиг. 1 (2I173)



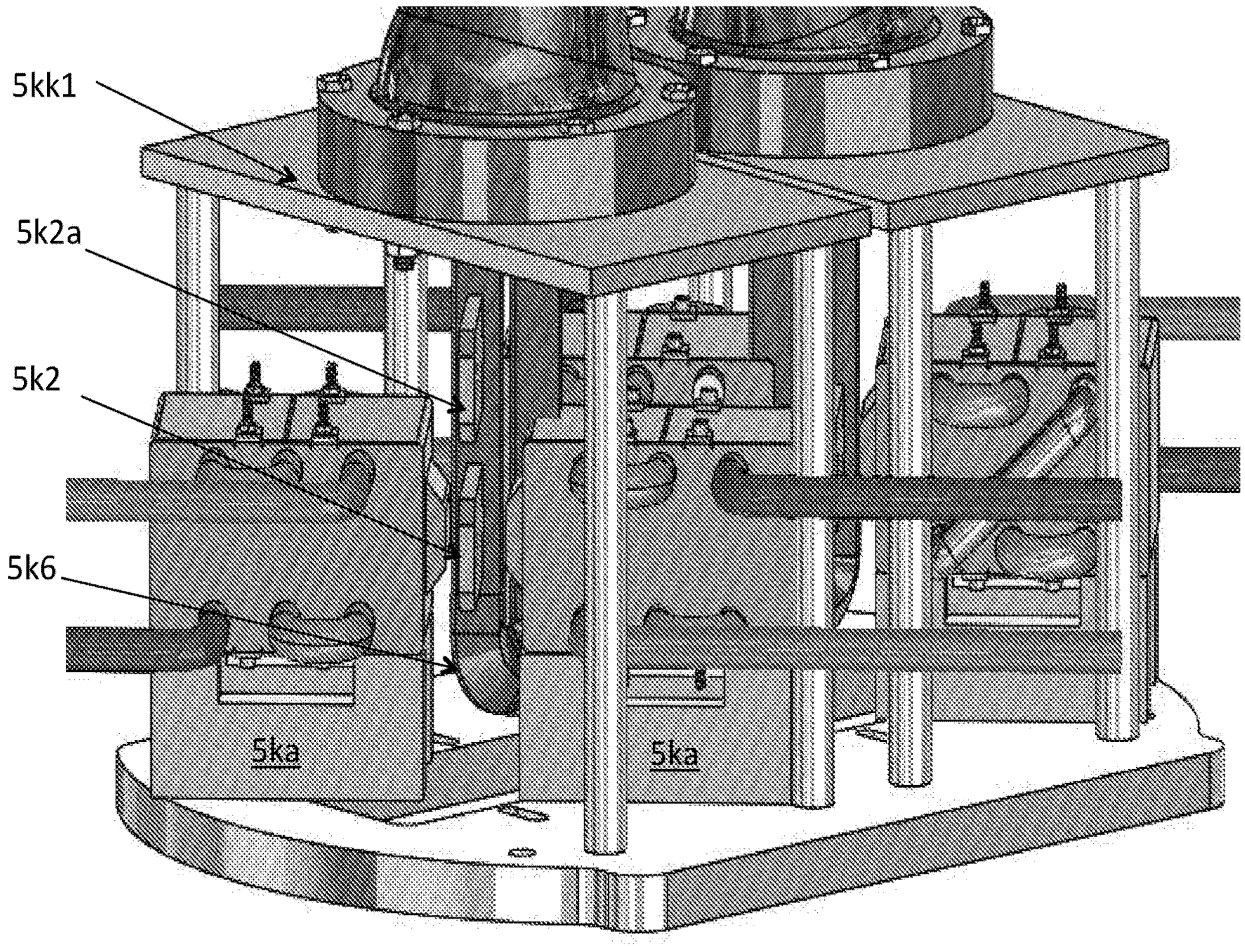
Фиг. 1 (2I174)



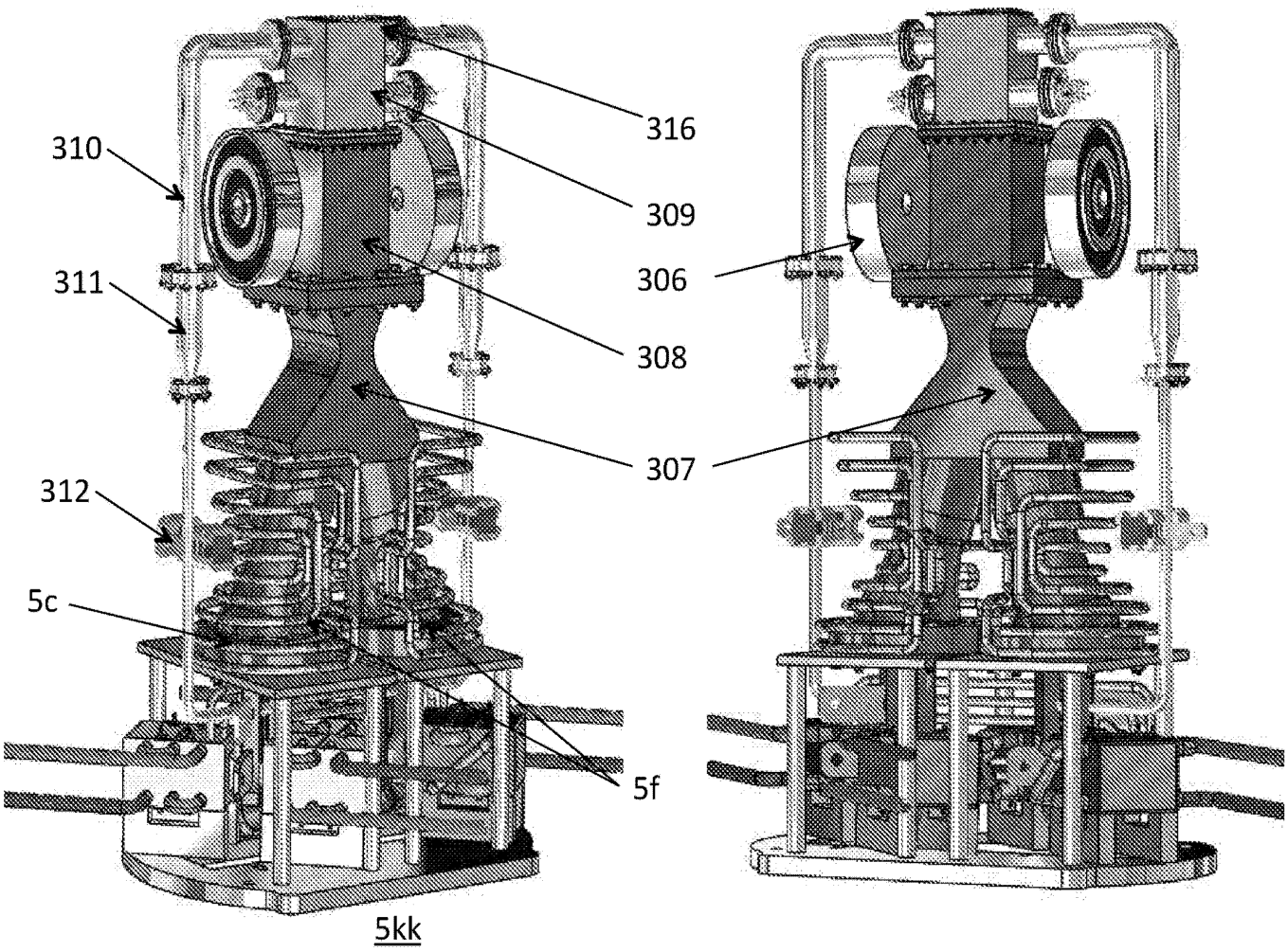
Фиг. 1 (2I175)



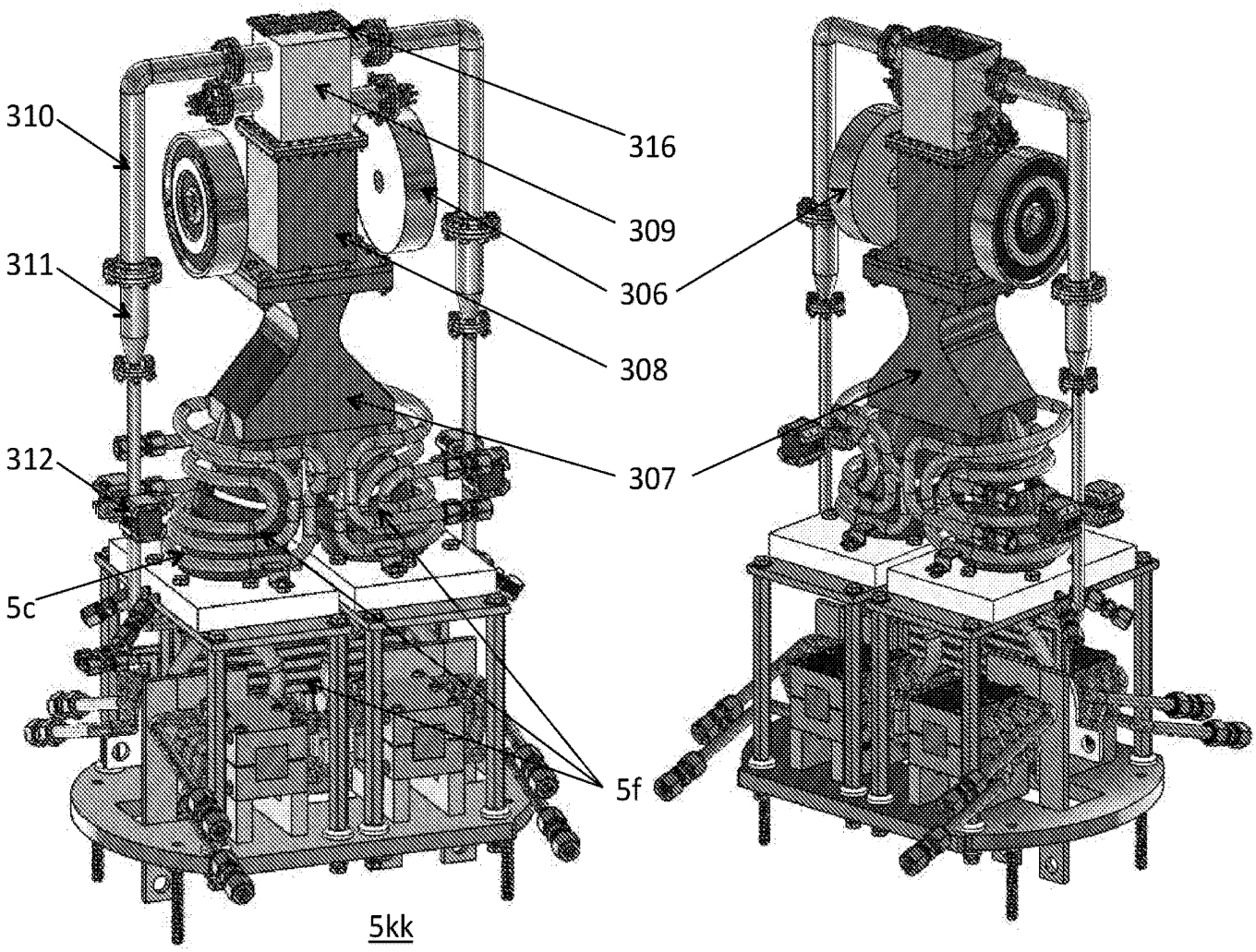
Фиг. 1 (2I176)



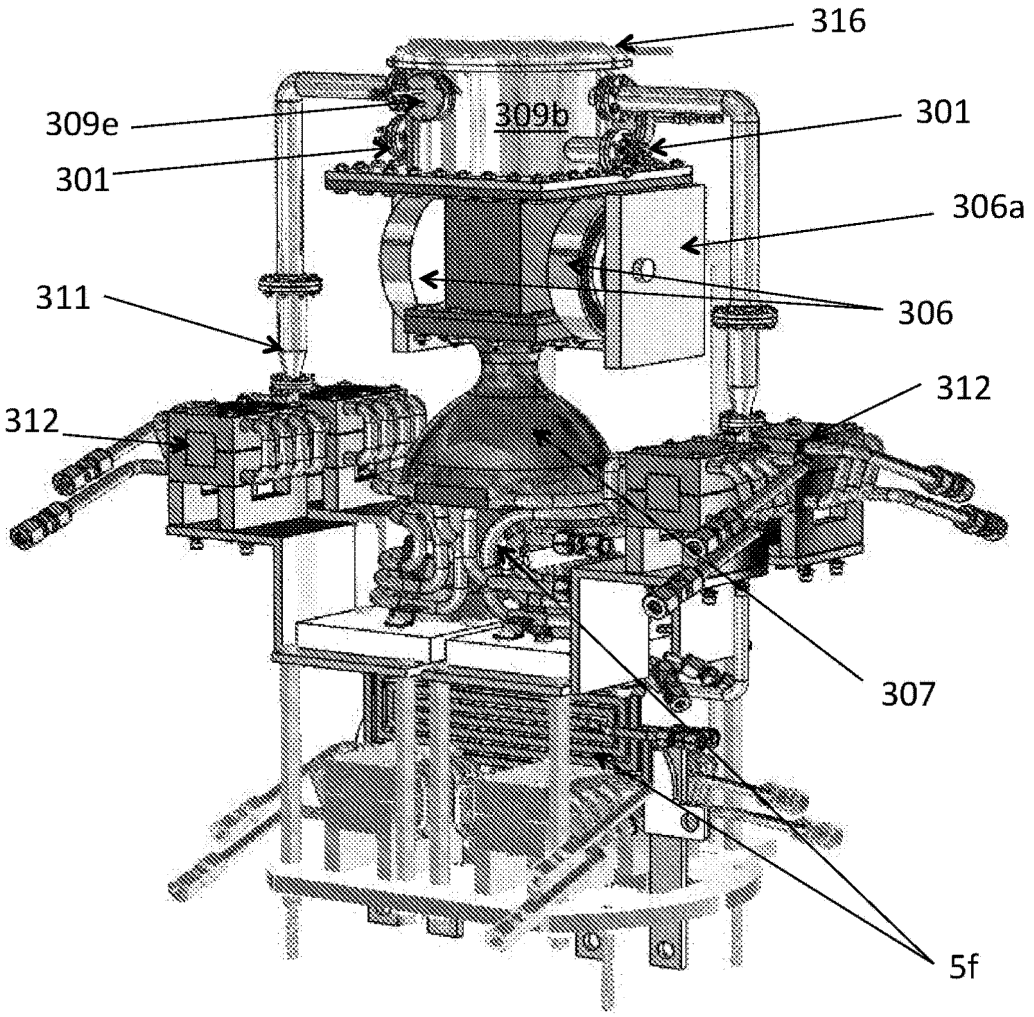
Фиг. 1 (2I177)



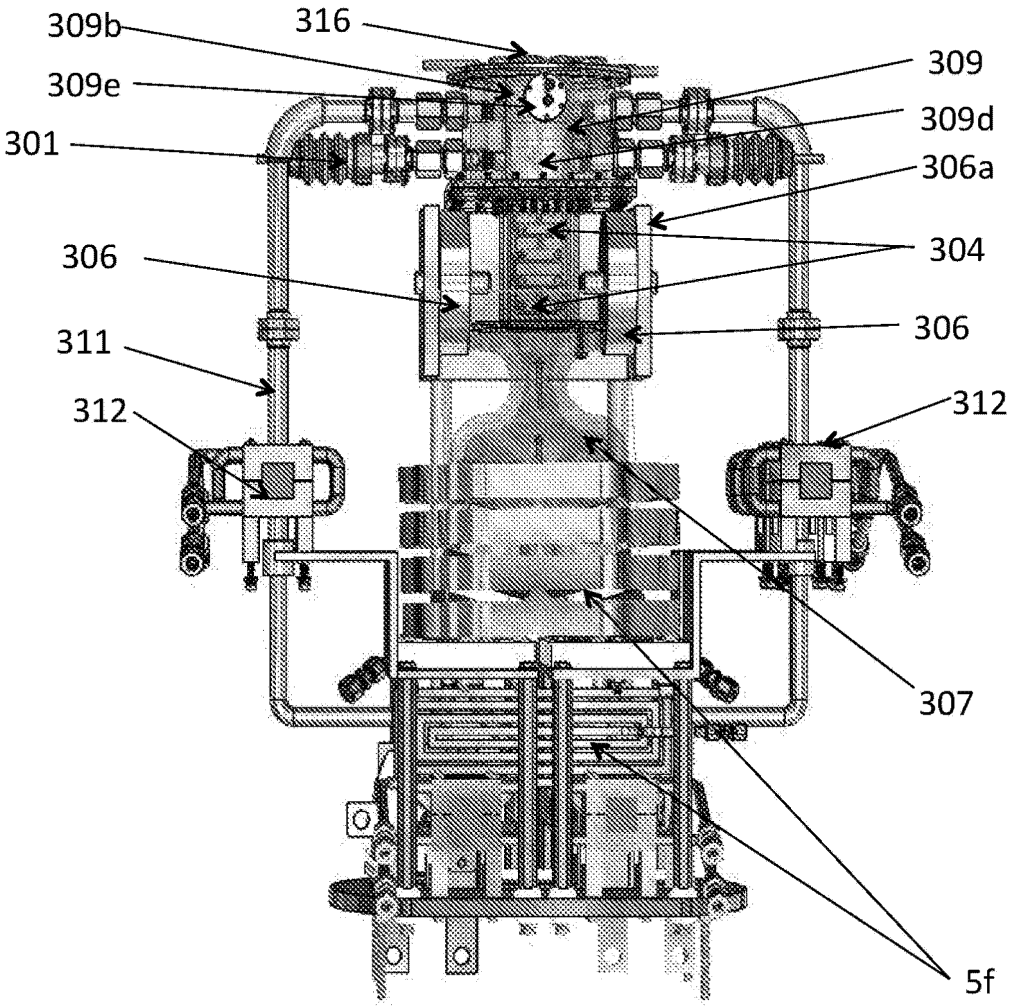
Фиг. 1 (2I178)



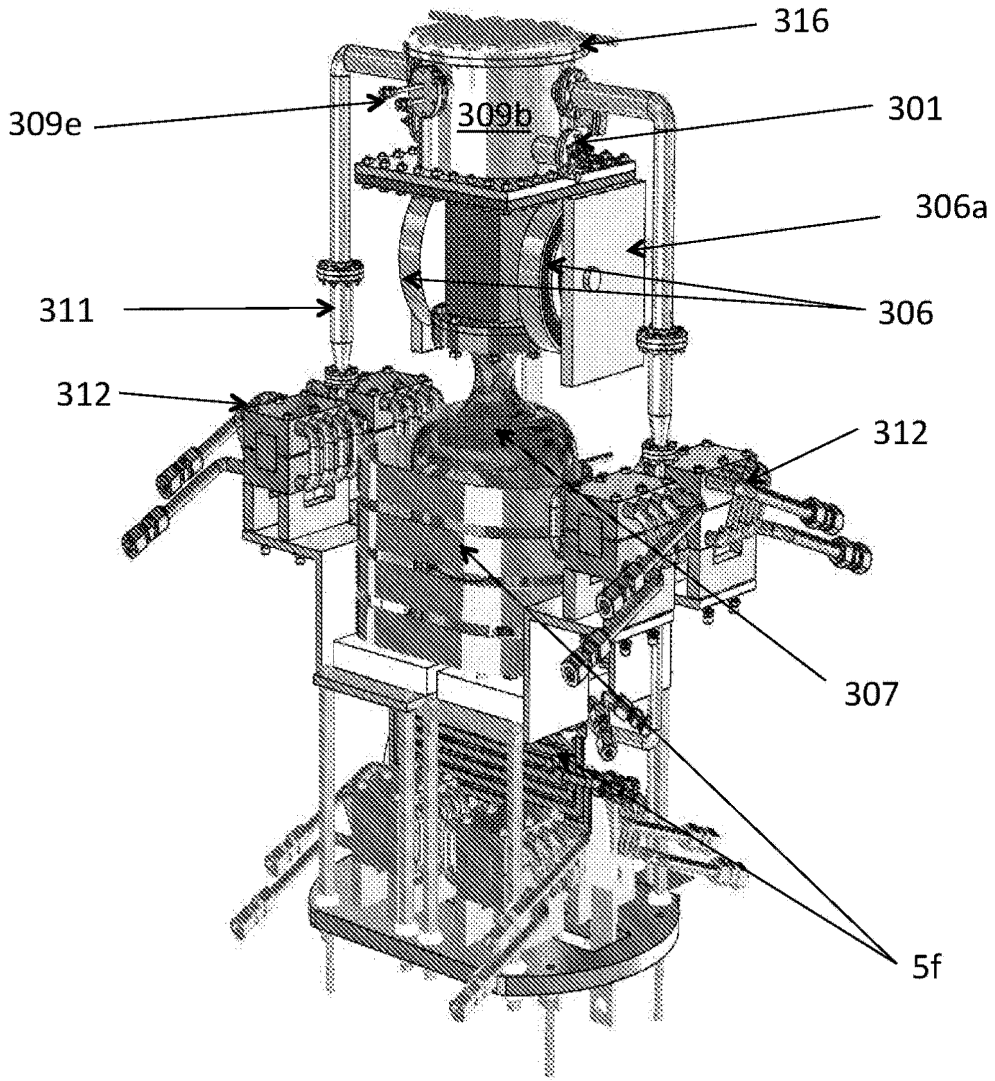
Фиг. 1 (2I179)



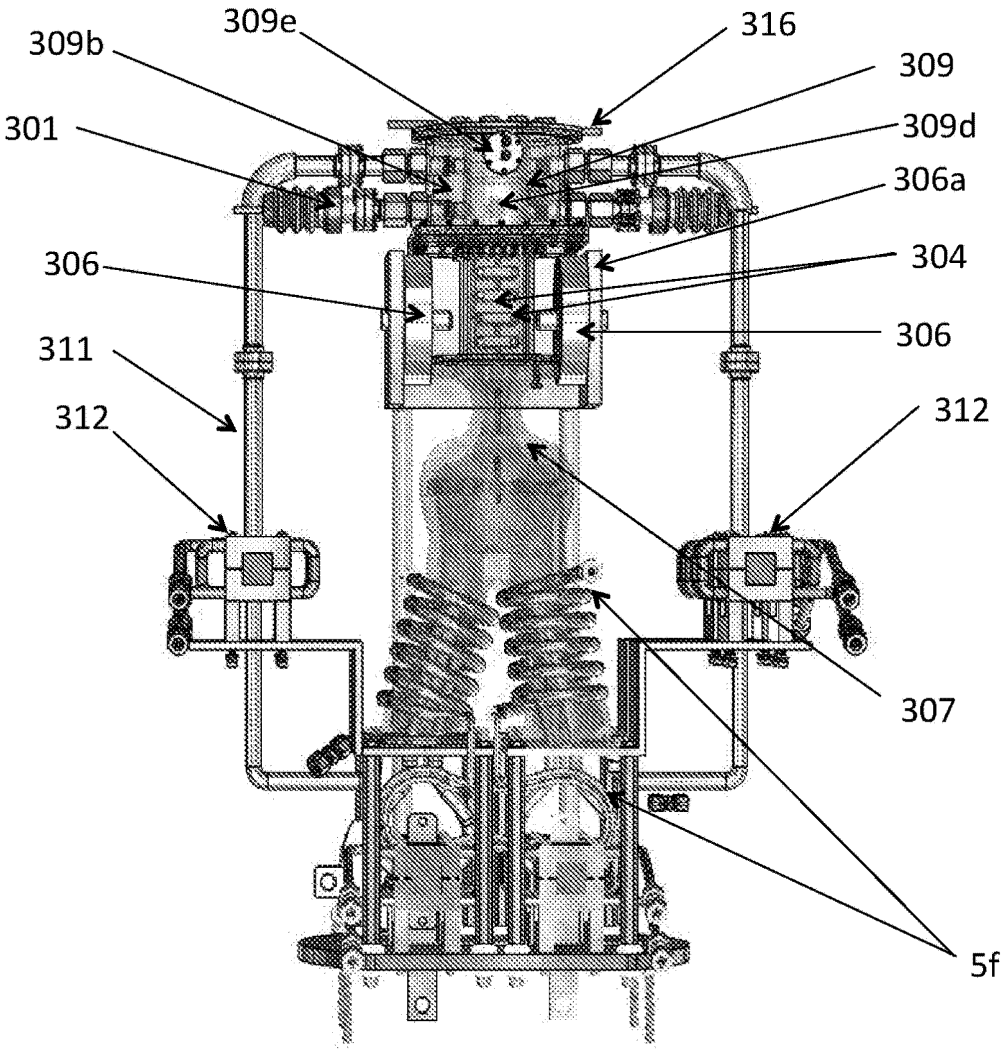
Фиг. 1 (2I180)



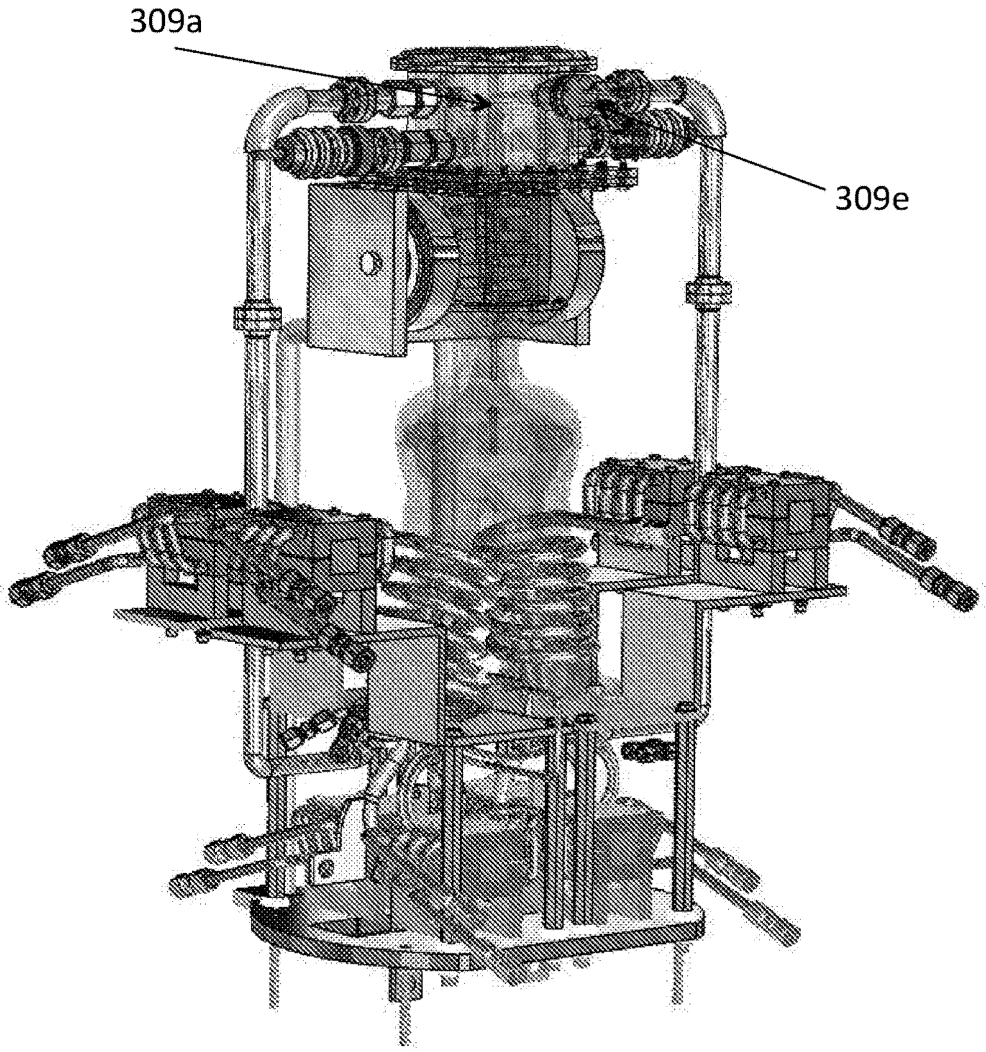
Фиг. 1 (2I181)



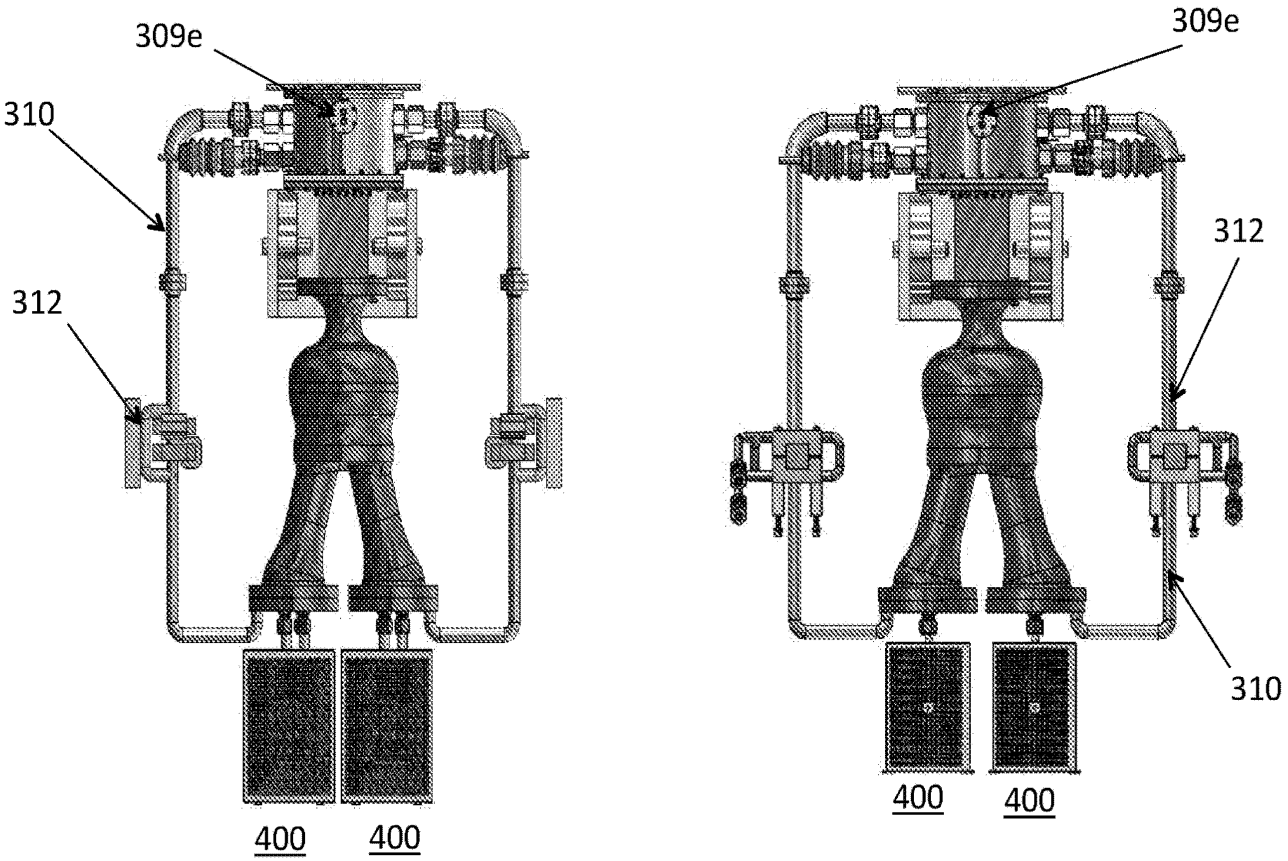
Фиг. 1 (2I182)



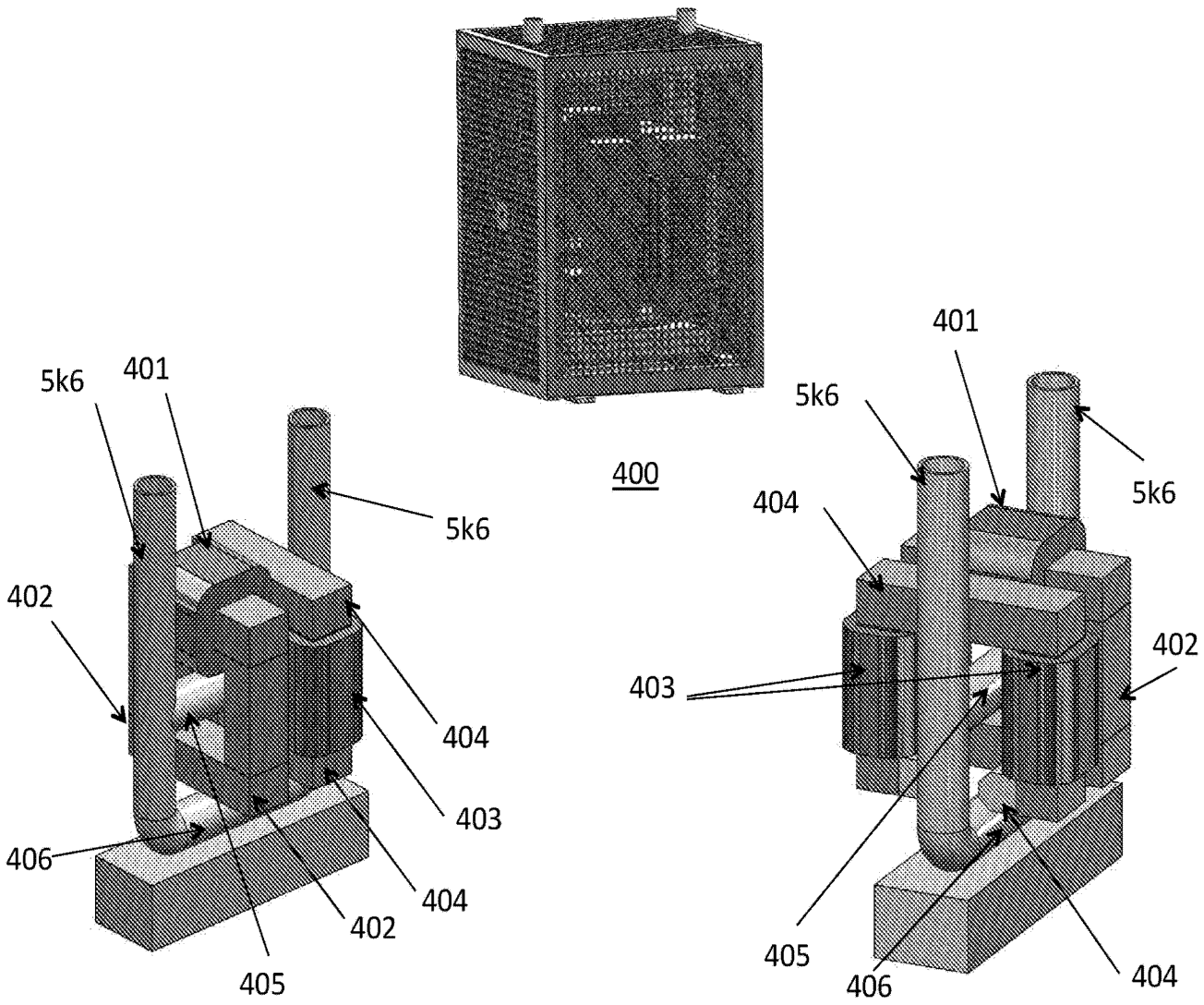
Фиг. 1 (2I183)



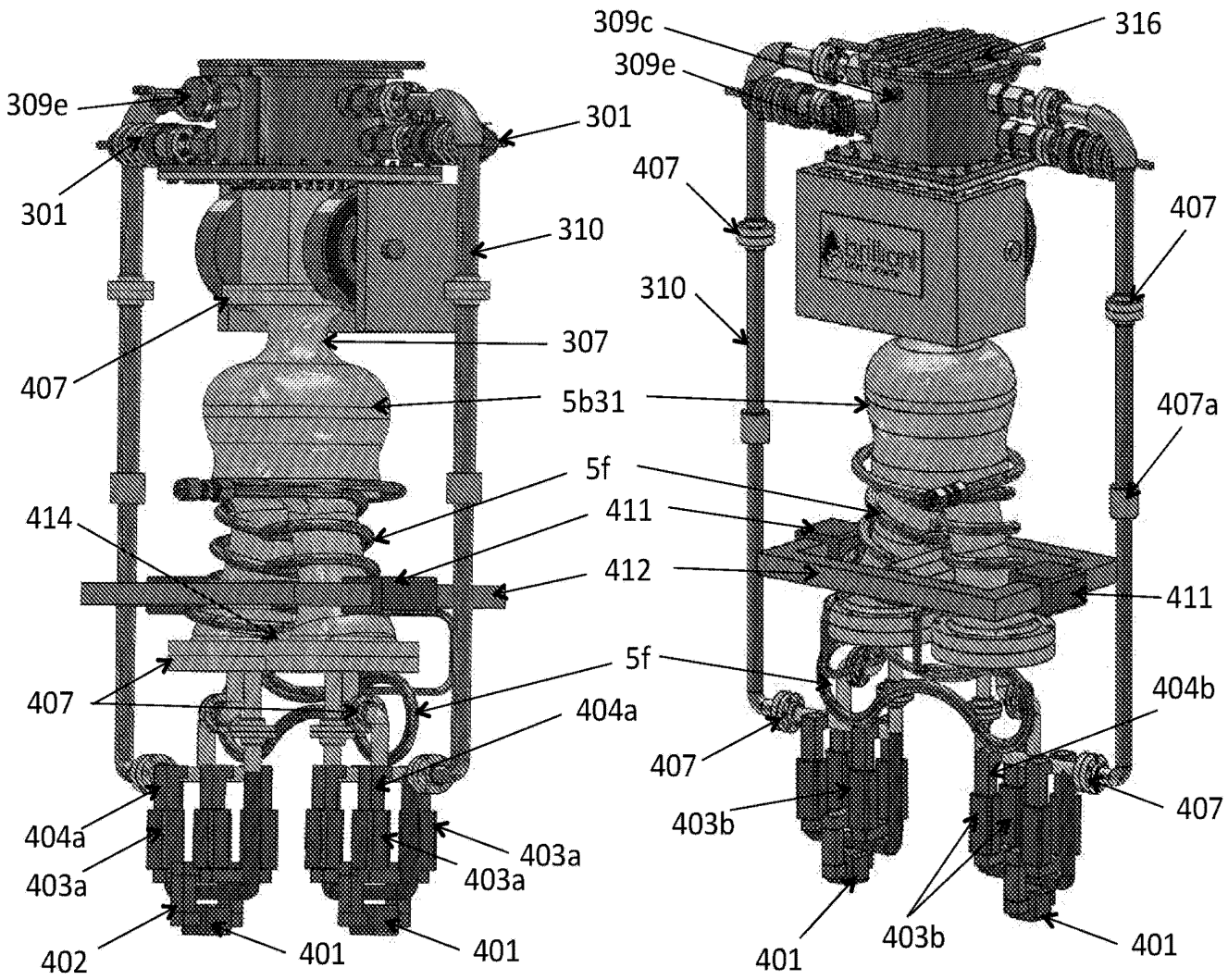
Фиг. 1 (2I184)



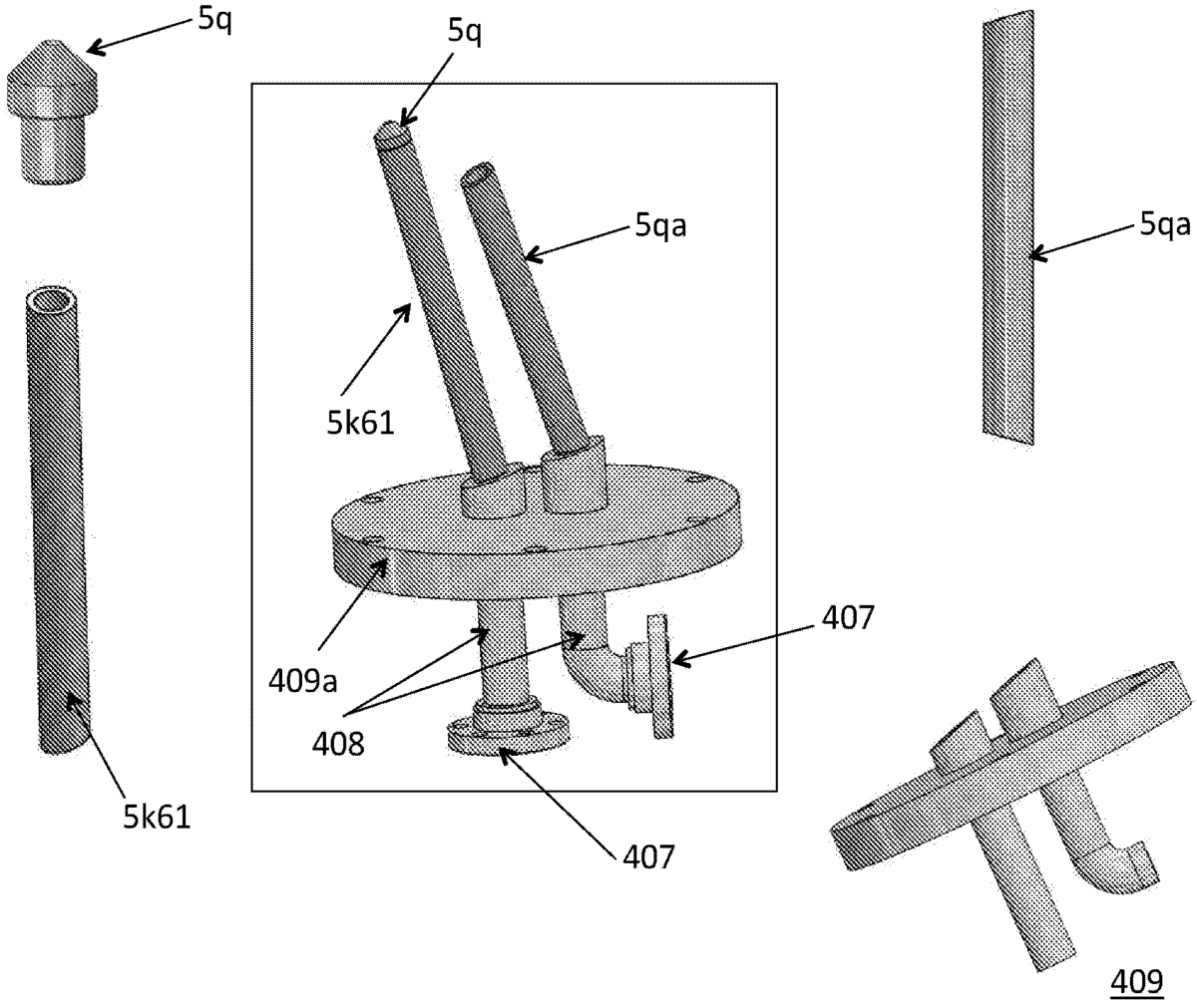
Фиг. 1 (2I185)


400
5k6
401
402
404
403
406
405
5k6
401
5k6
404
402
403
405
406
404

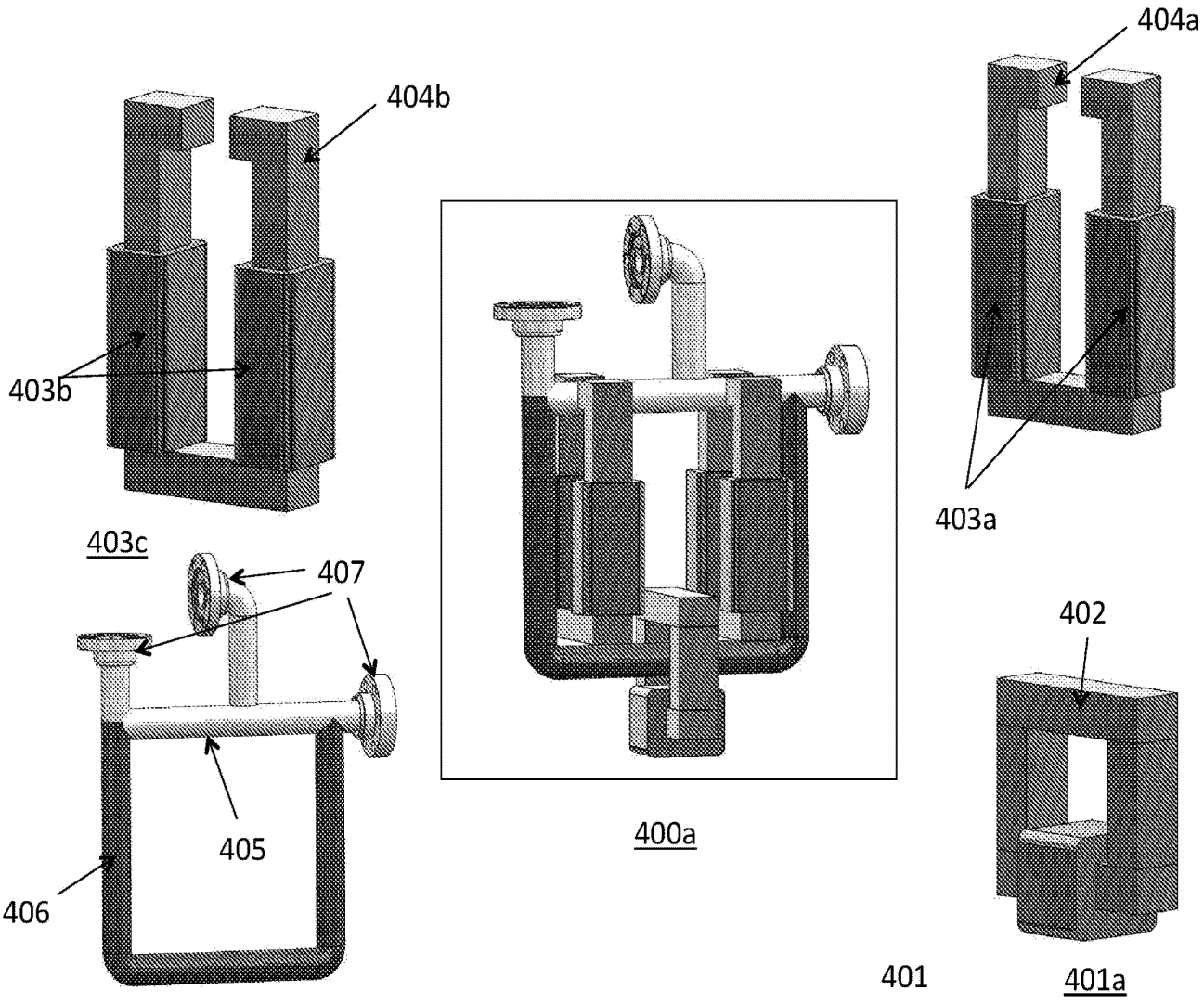
Фиг. 1 (2I186)


309e
301
301
310
307
407
5b31
414
5f
411
412
407
5f
404a
404a
403a
403a
403a
402
401
401
309c
309e
316
407
407
310
407a
411
411
5f
404b
407
403b
407
401
403b
401

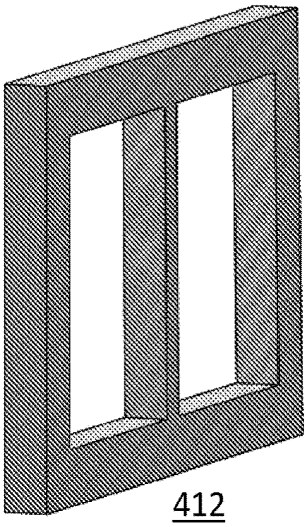
Фиг. 1 (2I187)



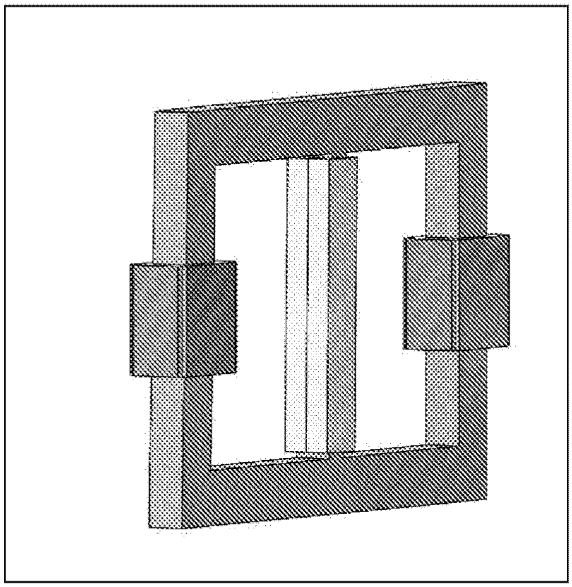
Фиг. 1 (2I188)



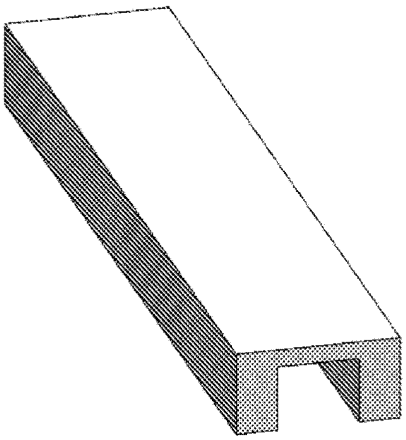
Фиг. 1 (2I189)



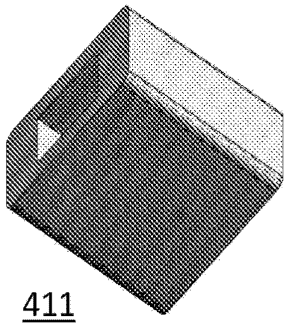
412



410

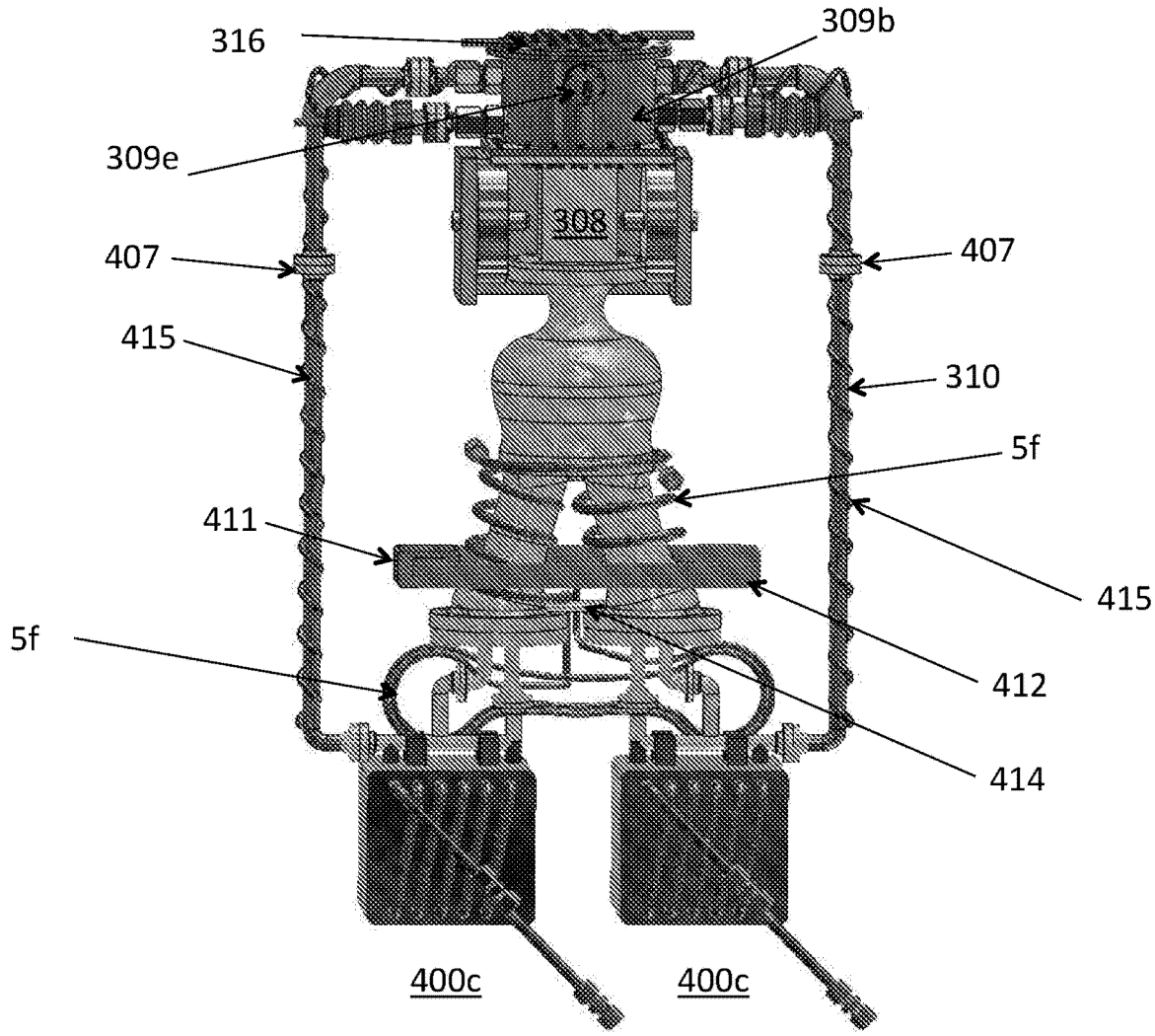


413

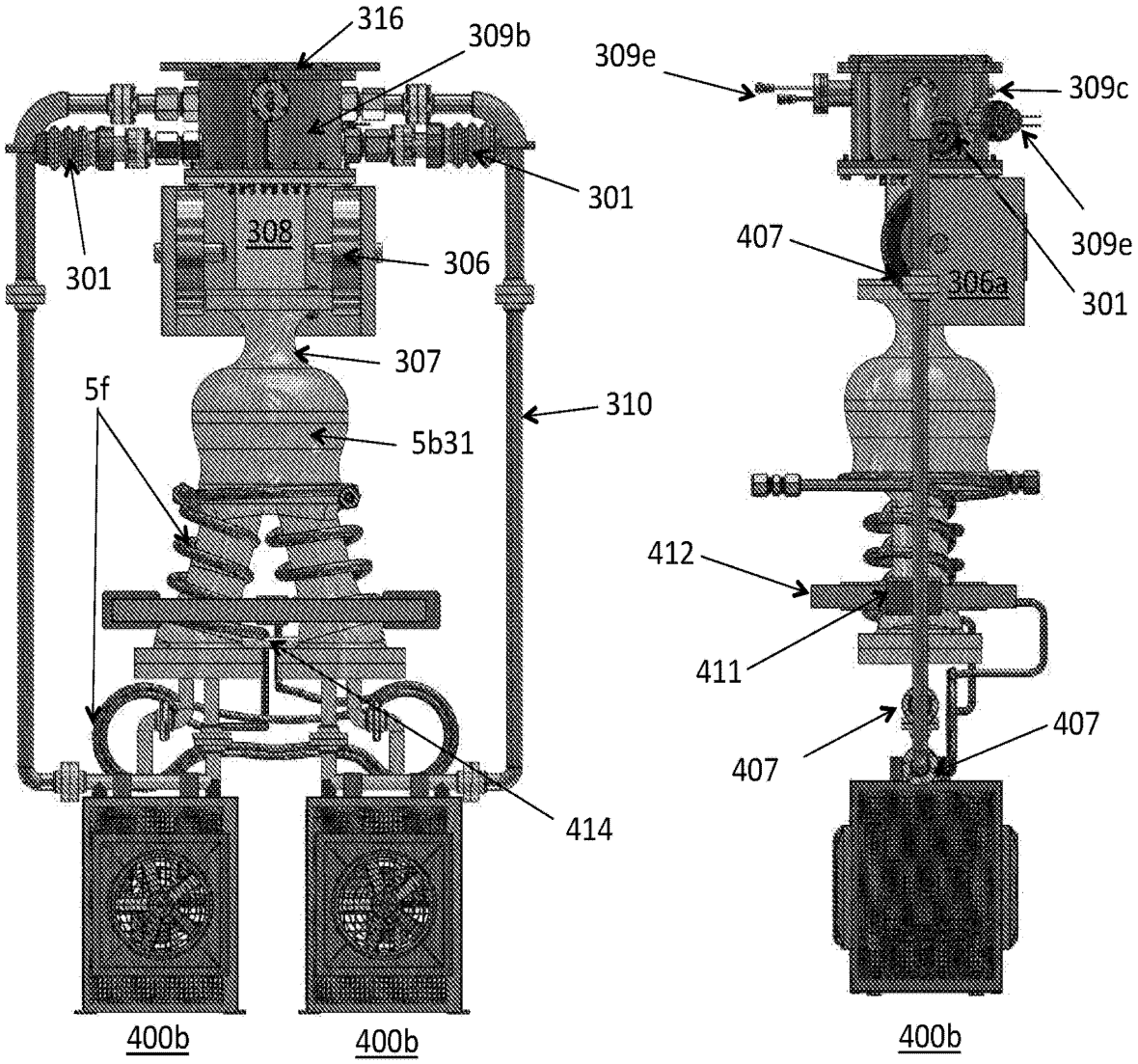


411

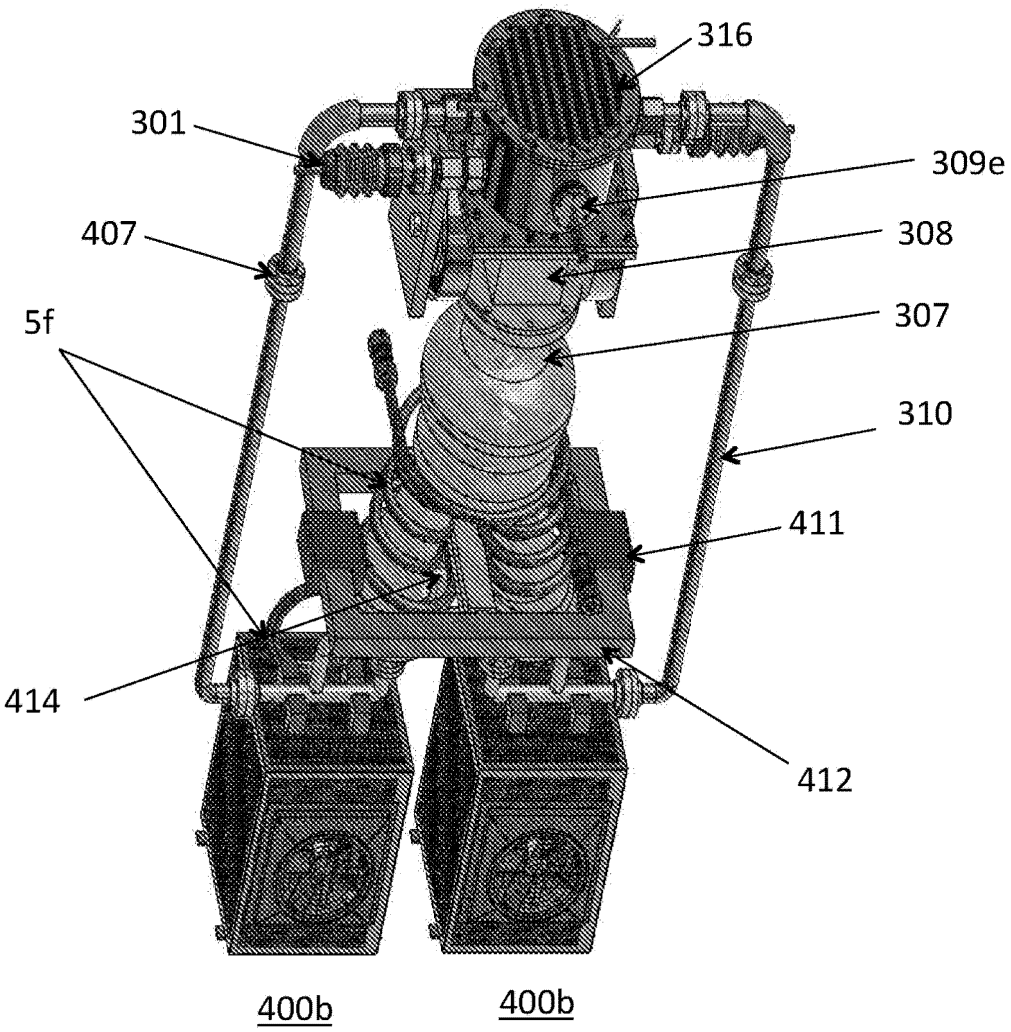
Фиг. 1 (2I192)


316
309b
309e
308
407
407
415
310
5f
411
415
5f
412
414
400c
400c

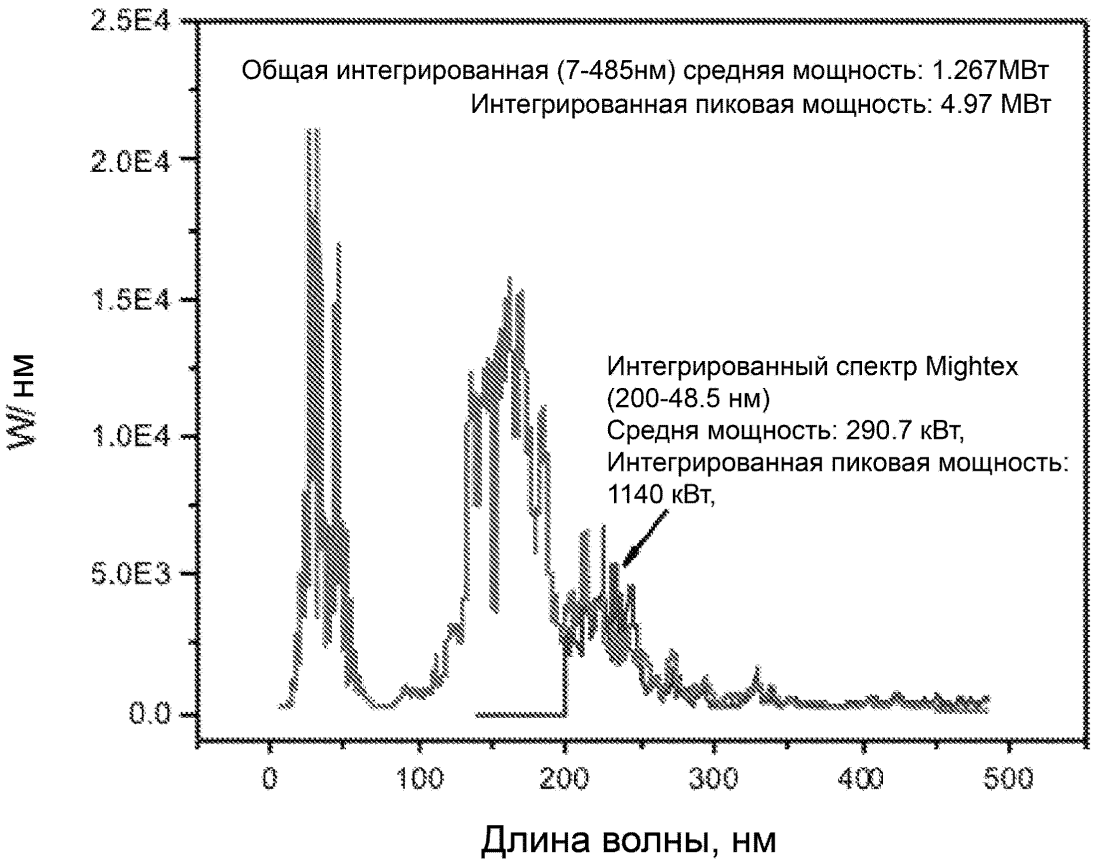
Фиг. 1 (2I90)


316
309b
309e
309c
301
301
308
306
307
310
5f
5b31
414
400b
400b
309e
301
407
306a
412
411
407
407
400b

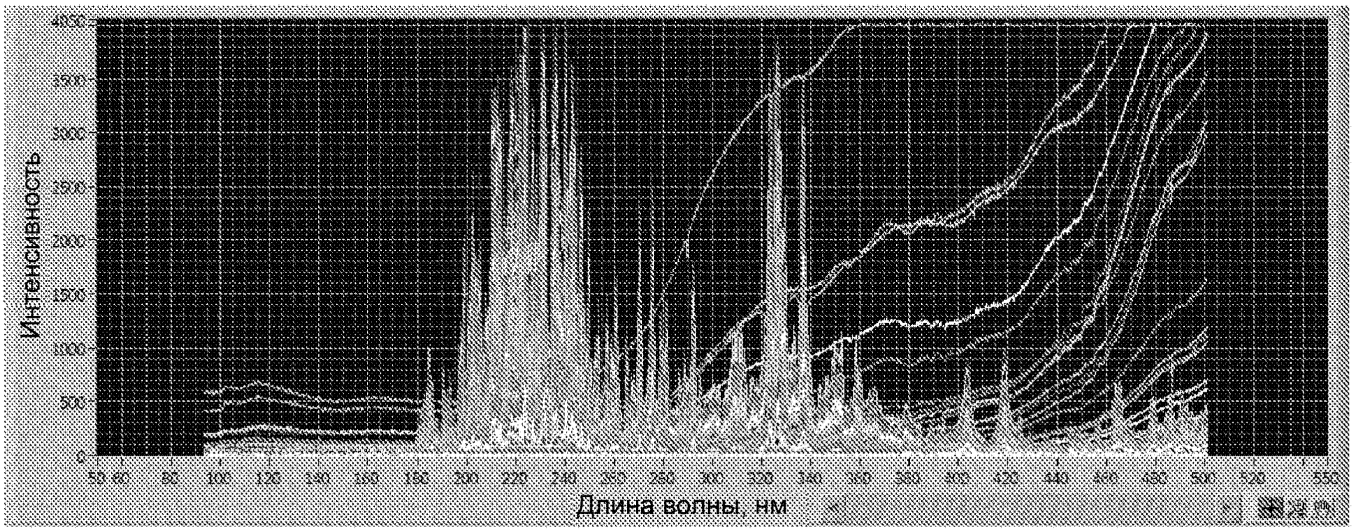
Фиг. 1 (2I191)



Фиг. 2


2.5E4
2.0E4
1.5E4
1.0E4
5.0E3
0.0
W/ нм
0
100
200
300
400
500
Длина волны, нм
Общая интегрированная (7-485нм) средняя мощность: 1.267МВт
Интегрированная пиковая мощность: 4.97 МВт
Интегрированный спектр Mightex
(200-48.5 нм)
Средня мощность: 290.7 кВт,
Интегрированная пиковая мощность:
1140 кВт,

Фиг. 3



Фиг. 4

