

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202491150** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2024.08.14**

(51) Int. Cl. **H01M 8/24** (2016.01)  
**C25B 1/02** (2006.01)  
**C25B 1/04** (2021.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2022.11.01**

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И ВОДЫ ИЗ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА, ВЫПОЛНЕННОЕ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОБРАТИМОСТИ ПРОЦЕССА**

(31) **20211319**

(72) Изобретатель:  
**Скомсволд Оге Йорген (NO)**

(32) **2021.11.02**

(33) **NO**

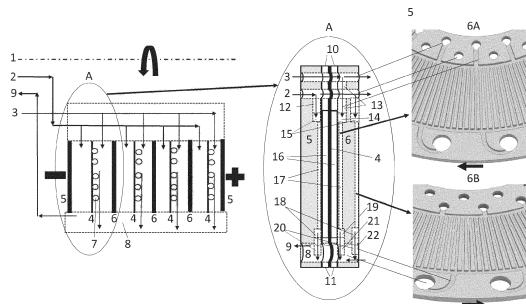
(74) Представитель:  
**Билык А.В., Поликарпов А.В.,  
Соколова М.В., Путинцев А.И.,  
Черкас Д.А., Игнатъев А.В., Дмитриев  
А.В., Бельтюкова М.В. (RU)**

(86) **PCT/NO2022/050248**

(87) **WO 2023/080794 2023.05.11**

(71) Заявитель:  
**ХАЙПЕР ЭНЕРДЖИ ОСТРЭЛИЯ  
ПТИ ЛТД (AU)**

(57) Описано устройство для производства электричества постоянного тока и воды из подаваемого водорода и кислорода. Устройство содержит по меньшей мере один пакет (54) биполярных элементов, в котором на одной линии расположены несколько элементов, каждый из которых имеет собственную электролитическую мембрану (4), контактирующую с каждой стороны с каталитическими электродами (16). Указанный по меньшей мере один пакет (54) биполярных элементов выполнен в виде полого цилиндра, при этом устройство дополнительно содержит вращательное устройство (43), предназначенное для вращения пакета элементов, щетки (40), которые приводят электроды в контакт с соединенной цепью, когда вода вырабатывается в элементах, выбрасывается из них и выпускается по каналам (20, 21, 56, 57, 27) к выпускному отверстию (23, 24) через сальниковую коробку (68).



**A1**

**202491150**

**202491150**

**A1**

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И ВОДЫ ИЗ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА, ВЫПОЛНЕННОЕ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОБРАТИМОСТИ ПРОЦЕССА**

### **ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Настоящее изобретение относится к устройству для производства электричества и производства воды из добавленных водорода и кислорода, при этом устройство может обратить вспять процесс производства водорода и кислорода из воды и электричества, подаваемых в устройство.

### **УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ**

Современные устройства для производства электроэнергии из топливных элементов содержат батарею биполярных элементов с несколькими элементами или пакет элементов, который также содержит необходимую изоляцию и все каналы для среды, в которые подается водород и кислород, которые химически и каталитически преобразуют газы в электричество и водяной пар. Топливные элементы бывают как низкотемпературные (НТ), так и высокотемпературные (ВТ). Эти батареи элементов в настоящее время статичны и работают при давлении, близком к атмосферному, и это имеет свои недостатки.

Когда  $H_2$  и  $O_2$  вступают в контакт с соответствующими каталитическими электродами в элементах, реакция с протонпроводящим электролитом ( $H^+$ ), твердым или жидким, приводит к образованию водяного пара на анодах/электродах со стороны кислорода или с анионным проводящим электролитом ( $OH^-$ ), твердым или жидким, приводит к образованию водяного пара на катодах/электродах со стороны водорода. В обоих случаях, в зависимости от напряжения элемента (В), вырабатывается электрический ток, водяной пар и больше или меньше тепла. Водяной пар требует объема и уменьшает контакт газа с электродом, где образуется пар. Это приводит к потерям, снижению мощности и увеличению производства тепла вместо производства электроэнергии.

Первоначально было бы полезно увеличить давление, чтобы образующаяся вода, вместо пара, образовывалась на электроде в виде жидкой воды, для обеспечения большего доступа газа. Проблема в том, что современные статические топливные элементы работают только при силе тяжести 1G, и поэтому слишком много добываемой воды остается на электроде, что, в свою очередь, блокирует подачу газа. В соответствии со свободной

энергии Гиббса, благодаря образованию жидкой воды вместо водяного пара и обеспечению непрерывного удаления избыточной воды с поверхности электрода, теоретическая эффективность топливного элемента увеличится на 16,2%.

Сегодняшние топливные элементы трудно объединить с обращением процесса вспять, поэтому элементы также можно использовать в качестве электролизеров воды путем разделения воды на водород и кислород с помощью подаваемой воды и электрического тока (ЭТ). Проблема с этой комбинацией заключается в том, что для статического электролизера требуется гораздо больший объем для вырабатываемых газов, чтобы избежать потерь газа на электродах и через воду. Это, в свою очередь, делает топливные элементы для этого слишком большими и неэкономичными с комбинированным устройством.

С другой стороны, сегодня только ТОТЭ (твeрдооксидные топливные элементы) имеют несколько лучшие возможности обращения процесса вспять, но они должны работать при очень высокой температуре, низком давлении и в фазе водяного пара, чтобы работать как в режиме топливного элемента, так и в режиме электролизера, на что адаптированы комбинированные керамикоподобные мембранные электроды. Сегодняшняя проблема заключается в высокой температуре и в том, что в реакции происходят точечные повышения температуры, которые трудно рассеять при 1G, как при сегодняшних операциях и относительно больших устройствах. Это приводит к разрушению катализатора и тонкой электролитической мембраны между электродами и утечке газа через мембрану, что дальше приводит к большему нагреву и разрушению элемента. Если бы ТОТЭ был адаптирован к более высоким давлениям и G, это обеспечило бы более высокую конвекцию в элементах и лучше распределяло бы тепло, водяной пар, газы и сделало бы ТОТЭ более компактным, что, в свою очередь, улучшило бы температурный баланс в элементах и транспортировало тепло в ТОТЭ или от него, обеспечило бы более высокую эффективность, большую гибкость и плотность мощности.

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью настоящего изобретения является создание компактного устройства для производства электроэнергии на водороде и кислороде, которое имеет более высокий КПД, чем известные статические топливные элементы, и устанавливает улучшенный стандарт безопасности.

Устройство представляет собой пакет биполярных элементов, расположенный с возможностью вращения. Устройство может быть адаптировано к давлению и температуре

низкотемпературных топливных элементов, причем на одном из соответствующих электродов в пакете элементов может образовываться жидкая вода, которая при постоянном вращении будет непрерывно выбрасываться наружу к периферии и обеспечивать значительно более высокую активную площадь контакта газа на соответствующих электродах с адаптированным катализатором. Устройство также может быть выполнено в виде высокотемпературного топливного элемента, в котором добываемая вода будет находиться в фазе водяного пара. Вращение пакета элементов обеспечивает высокую перегрузку и лучшую конвекцию в элементах. В обоих случаях производительность, эффективность и удельная мощность увеличиваются, что делает батарею топливных элементов значительно более компактной и улучшает температурный баланс в элементах. Вращение и высокое значение  $G$  означают, что относительно легко объединить топливные элементы с устройством и превратить его в электролизер воды, обратив вспять процесс подачи электричества и воды, которая преобразуется в водород и кислород.

Это достигается с помощью устройства, выполненного в соответствии с приложенным описанием и формулой изобретения.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Далее изобретение описано подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, причем в последующем подробном описании изложены дополнительные характеристики и преимущества изобретения.

Фиг.1 изображает принципиальный вариант выполнения изобретения, в котором показан разрез по оси вращения и одна половина вращательного устройства; другая половина представляет собой зеркальное отображение половины конструкции, которая появляется с одной стороны продольной оси вращения и показывает пакет элементов, который при наложении образует полую цилиндрическую форму вокруг оси вращения, причем выделены основные детали элемента.

Фиг.2 изображает принципиальный вариант выполнения изобретения, в котором показан разрез по оси вращения и одна половина вращательного устройства, аналогично показанному на Фиг.1; причем два пакета элементов, каналы, камеры в роторе и статические части вокруг ротора с сальниковой коробкой и силовыми соединениями, контактирующими с ротором, показаны с номерами позиций как на Фиг.1, так и на Фиг.2.

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На Фиг. 1 и в соответствии с кратким описанием этого чертежа показан продольный разрез устройства, где водородный канал 2 и кислородный канал 3 запитываются на оси 1 вращения из каждого из выделенных каналов, и каждый из них радиально разветвляется наружу на несколько каналов 2, 3 и далее в несколько осевых собирающих каналов внутри элементов, из которых каналы направляют водород и кислород к обеим сторонам элементов в батарее / пакете биполярных элементов, где все части в нем перпендикулярны оси 1 вращения, имеют внутренний и внешний диаметр и вместе образуют полый цилиндрический пакет элементов, центрированный и сбалансированный вокруг оси 1 вращения. В примере на чертеже он состоит из пяти биполярных дисков, состоящих из положительного (+) и отрицательного (-) биполярного концевых диска 5, только одна сторона которого обращена, соответственно, к первому и последнему элементам пакета элементов. Другие центральные биполярные диски 6 расположены по обе стороны от каждого элемента и вместе образуют между собой четыре элемента, с мембранным диском 4 в каждом элементе. Элементов может быть гораздо больше, чем показано. Мембранные диски 4 являются электролитическими и могут быть щелочными или кислотными, адаптированными как для протонной, так и для анионной проводимости, с армированием или без него, и адаптированными для НТ (полимерными) или ВТ (керамическими). Каждая сторона мембранного диска 4 может иметь каталитическое покрытие, и он может контактировать с опорным диском или быть прикреплен к нему с помощью проводящего электричество материала, который является пористым, или из тканого материала, контактирующего с каждым биполярным диском 5, 6. Указанные пористые диски по обе стороны мембранного диска 4 образуют электроды (анод и катод). Пакет элементов на чертеже увеличен, чтобы показать детали, обычно они сжимаются вместе, а затем образуют полуцилиндрическую форму, центрированную и сбалансированную вокруг оси 1 вращения с уплотнением и электролюминесцентной изоляцией по внутренней и внешней периферии каждого элемента. Имеются выделенные каналы 2, 3 для газов и для воды с множеством осевых каналов 8 для сбора воды по периметру, разветвляющихся внутрь к выпускным отверстиям / наружу от впускных отверстий 9 для воды от каждой стороны / к каждой стороне мембранного диска 4 в каждом элементе в зависимости от того, находится ли устройство в режиме топливного элемента или водного электролизера, причем все полные элементы с каналами, уплотнениями и изоляцией образуют пакет элементов.

При запуске в режиме НТ-топливного элемента элементы могут первоначально заполняться водой, которая запускает-смачивает мембрану 4, находящуюся в постоянном вращении, и когда водород из ее каналов 2 и кислород из ее каналов 3 сжимаются с равным

и адаптированным давлением через каждую сальниковую коробку (показанную на Фиг.2) по обе стороны мембранного диска 4 в каждом элементе, вода будет выдавливаться наружу к нескольким осевым каналам 8 для сбора воды за пределами периферии пакета элементов, а не контактировать с электродами 5, 6. Избыток воды отводится с периферии каналов 8 для сбора воды, соединенных с выделенными выпускными/впускными отверстиями 9 водных каналов от устройства на оси 1 вращения. Когда вода вытеснена из элементов и топливный элемент переходит в нормальный режим работы с выработкой электричества с помощью элементов, на одной из сторон электродов в элементах по направлению к мембране 4 образуются капли воды 7, которые по мере образования воды в результате реакции сразу же центрифугируются или выбрасываются наружу к периферии каналов 8 для сбора воды, при этом часть воды втягивается в мембранный диск 4, а избыток воды центрифугируется из мембранного диска 4 и электрода и выбрасывается наружу в камеру 8 для сбора воды.

Благодаря адаптированному вращению и давлению газов 2, 3 в элементах каналы 8 для сбора воды при НТ, по мере того как вода производится из элементов, также будут действовать как ловушки для воды с постоянным радиусом поверхности. Эта избыточная вода выпускается в выпускном / впускном отверстии 9 для воды из вращающегося устройства на оси 1 вращения через адаптированную сальниковую коробку 68 (показана на Фиг.2).

Одновременно с подачей газа пакет элементов будет производить постоянный ток, при этом +/- подается на отдельные контактные кольца на каждом конце на оси вращения (показано на Фиг.2). Контактные кольца +/- контактируют с соответствующими статическими щетками, направляя ток (не показано) в присоединенную цепь. Напряжение (В) элемента от батареи биполярных элементов таково, что напряжение элемента в каждом элементе суммируется. Ток (А) одинаков во всех элементах батареи элементов и не зависит от количества элементов. Это также аналогично режиму электролизера при питании постоянным напряжением и током.

В режиме НТ и при обращении вспять процесса, чтобы тот же самый элемент стал электролизером воды, порядок действий следующий: во время вращения давление газов 2, 3 на выпускном отверстии снижается, так что вода из впускного отверстия 9 через каналы 8 для сбора воды заполняет элементы через радиальные каналы на каждой стороне мембранного диска 4 из каналов 8 для сбора воды. Затем постоянный ток подается через соответствующие +/- щетки, +/- биполярные концевые диски 5 с заданным напряжением (В), которые одновременно обеспечивают ток (А). При этом, если раньше в топливный

элемент подавались водород и кислород из соответствующих каналов 2, 3 в элементах, то при правильном направлении потока (А) в одном и том же месте элементов будет вырабатываться один и тот же газ путем расщепления воды 9, которая подается непрерывно. Большое G будет обеспечивать большую плавучесть пузырьков водорода и кислорода, которые образуются на мембранном диске 4 и его электродах 5, 6, где пузырьки газа быстро отделяются и быстро перемещаются через воду внутрь к центру и наружу в свои газовые каналы 2, 3. При заданном / регулируемом выходном давлении в пределах внутреннего радиуса электродов образуется полый цилиндрический уровень воды, и в их каналы выходит только газ 2, 3. Выходное давление равно центробежной силе на радиусе столба воды от впускного отверстия 9 до радиуса уровня воды. Чем выше частота вращения, тем более высокое давление газа можно регулировать, при этом устройство может всасывать воду 9 или увеличивать выходное давление газа, увеличивая давление воды в 9. При этом пакет элементов будет действовать в качестве сепаратора газа, который на современных установках электролиза воды представляет собой большие резервуары снаружи электролизера, которые при устройстве можно не использовать. Таким образом, устройство устанавливает улучшенный стандарт безопасности. Поскольку устройство сверхкомпактно и имеет очень высокую удельную мощность, объем взрывоопасных газов очень мал до тех пор, пока они не будут постоянно обнаруживаться сразу за ротором. Если более 4% одного газа содержится в другом газе, это влечет за собой немедленную остановку и сброс попутных газов.

Обведенный овалом фрагмент А на Фиг.1 показывает направление массового потока в режиме топливных элементов при НТ и, в принципе, как может происходить полная сборка пакета элементов как для НТ, так и для ВТ.

Пакеты элементов содержат биполярные концевые диски 5 и центральные биполярные диски 6, причем на Фиг.1 обе стороны центрального биполярного диска 6 показаны как, соответственно, 6А и 6В, с направлением вращения, указанным стрелкой на периферии. При этом поверхность биполярного концевого диска 5 по направлению к элементу представляет собой 6В, а поверхность биполярного концевого диска 5 на втором конце пакета элементов по направлению к элементу представляет собой 6А в последовательности, образующей пакет каналов биполярных элементов. Все части пакета элементов в области между внутренней и внешней периферией имеют одинаковые отверстия, которые при сборке образуют осевые каналы 2, 3 для сбора газа на внутренней периферии, и осевые каналы 8 для сбора воды на внешней периферии. На внутренней и внешней периферии комбинированное электрическое уплотнение, соответствующее

внутренним и внешним изолирующим дискам 10, 11, расположено напротив каждой стороны биполярных дисков 5, 6. Внутренние изолирующие диски 10 имеют тот же внутренний радиус, что и биполярные диски 5, 6 и снаружи равного радиуса внутреннего кругового канала 15 распределения водорода и на другой стороне элемента до внутреннего радиуса внутреннего кругового канала 14 распределения кислорода. Внешние изолирующие диски 11 имеют такой же внешний радиус, что и биполярные диски 5, 6 и внутрь к внешнему радиусу внешнего кругового распределительного канала 18 для водорода-воды и с другой стороны в элементе к периферии внешнего кольцевого распределительного канала 19 для кислорода-воды. Газы направляются из своих осевых собирающих каналов 2, 3 через соответствующие радиальные газовые каналы 12 элементов для водорода и газовые каналы 13 элементов для кислорода, которые вводятся в свои круглые каналы 14, 15 по обе стороны элемента. Водный канал 20 элемента для водорода-воды и водный канал 21 элемента для кислорода-воды проходят радиально между элементом и каналом 8 для сбора воды и далее в выпускное/впускное отверстие 9 канала, причем в каждом элементе водные каналы 20, 21 проходят снаружи кругового распределительного канала 18, 19 в изогнутом назад направлении относительно направления вращения, показанного стрелкой на периферии элементов 6А и 6В, причем водные каналы 20, 21 каждого элемента входят на периферию канала 8 для сбора воды и образуют ловушку для воды, которая препятствует попаданию газа в газ с другой стороны. Например, при 1000G в водном канале 20 элемента и на расстоянии 5 мм от поверхности воды 22 в нижней части канала 8 для сбора это соответствует приблизительно 5 метрам водяного столба при 1G или приблизительно уравнивающему давлению в 0,5 бар. Между внешними кольцевыми распределительными каналами 18, 19 и внутренними распределительными каналами 14, 15 на каждом биполярном диске 5, 6 могут быть выполнены радиальные канавки, образующие между собой лопатки 17, как показано на элементах 6А, В, и/или с пористым электропроводящим материалом на поверхности, который также может быть каталитическим. Остальные биполярные концевые диски 5 по направлению к внешней стороне на концах и биполярные диски 6 в центре являются газонепроницаемыми и электропроводящими. Мембранный диск 4 может иметь тот же внешний и внутренний диаметр, что и биполярные диски 5, 6, но не меньший диаметр, чем расстояние между внутренними изолирующими дисками 10 и внешними изолирующими дисками, между которыми мембранный диск 4 должен быть зажат или закреплен для уплотнения и фиксации на месте. Мембранный диск 4 будет активироваться / катализироваться только в зоне радиуса между внешней периферией внутренних



изолирующих дисков 10 и внутренней периферией внешних изолирующих дисков 11, так что мембрана не активируется в области, где она расположена между двумя внешними 11 и двумя внутренними изолирующими дисками 10. На каждой стороне мембранного диска 4 в активированной зоне расположены пористые электропроводящие электродные диски 16, контактирующие или прикрепленные с помощью электропроводящих и пористых средств к мембранному диску 4. Электродный диск 16 дополнительно поддерживается между внешней периферией каждого его внутреннего изолирующего диска 10 и внутренней периферией внешнего изолирующего диска 11 и собран в контакте с соответствующими им биполярными дисками 5,6 в этой радиальной области. Электродные диски 16 имеют такую же толщину, что и их соответствующие внутренние и внешние изолирующие диски 10, 11, чтобы входить в контакт с соответствующими биполярными дисками 5,6, одновременно герметизируя и обеспечивая электрическую изоляцию.

На Фиг. 1 показаны общие каналы 8 для сбора воды на анодной и катодной сторонах пакета элементов. Также могут иметься общие каналы для сбора воды только на анодной стороне и такое же количество только на катодных сторонах пакета элементов, причем каждый водный канал ведет к выпускному / впускному отверстию 9 (показано на Фиг.2) либо на одном, либо на разных концах вала.

Мембранный диск 4 выше объяснялся тем, что он может иметь каталитическое покрытие с пористыми электродными дисками 16, прикрепленными к любой стороне и образующими электроды (анод, катод). Но мембрана может быть также полностью чистой без катализатора и без пористых электродных дисков 16 (не показаны). Вместо этого, биполярные диски 5, 6 могут также действовать как электродные диски 16 и могут обозначаться как биполярные диски 5, 6 с электродными дисками 16 с пористой поверхностью, обращенной к элементу, которая может быть аналогична той, что показана для сторон 6А, 6В, но так, чтобы лопатки 17 были направлены дальше в осевом направлении внутрь по направлению к элементу, находящемуся в контакте с мембранным диском 4, и также могут быть преимущественно изогнуты в осевом направлении назад в направлении вращения (не показано), как для того, чтобы освободить место для изолирующих дисков 10, 11, но также для лопаток 17, чтобы заменить часть пространства, которое раньше занимали пористые электродные диски 16. Описываемые комбинированные биполярные диски 5, 6 с электродными дисками 16 должны быть газонепроницаемыми и электропроводящими по направлению к концам элементов и между каждым элементом в пакете элементов. Биполярные электроды 5, 6 могут быть выполнены из газонепроницаемого углерода, никеля, кислотостойкой стали, титана или композита, керамики или другого стойкого

электропроводящего материала, который может одновременно обладать каталитическими свойствами, или быть покрыты / легированы преимущественным катализатором в активной зоне на стороне, обращенной к элементу, адаптированному для НТ или ВТ. При сборке между биполярными электродами 5, 6 с электродным диском 16 и мембранным диском 4 с каждой стороны каждого элемента образуется хорошая контактная поверхность. Одновременно это решение обеспечивает хорошую поддержку мембранных дисков 4 при высокой  $G$  во время вращения, а также обеспечивает пространство для гораздо большего количества элементов той же длины по сравнению со статическим решением. Это увеличивает емкость или обеспечивает лучшую эффективность при равной мощности по сравнению со статическими устройствами, поскольку уменьшенный объем устройства обеспечивает пониженное омическое сопротивление даже при использовании катализатора худшего качества, чем платина, обычно используемая в настоящее время в НТ или в сочетании с  $Ni(O)$  YTZ или другими способами мембранного катализа в ВТ.

Электроды и мембрана также могут быть покрыты катализатором, который может принимать любую форму или комбинацию: платины, иридия, никеля, кобальта, железа, иттрия, циркония, стронция, лантана, марганца или окисленных материалов, свойства которых аналогичны известным катализаторам и сплавам катализаторов. На стороне кислорода биполярных дисков 56 с электродами 16 и они, и мембранный диск 4 очень нуждаются в покрытии катализатором. Все аналогично и со стороны водорода, но в меньших количествах, поскольку реакция относительно легкая по сравнению с кислородной стороной. Образующаяся вода также оседает в виде тонкой пленки на электроде, впитывается в мембрану и может действовать как электролит на небольшом расстоянии внутри элемента. Пористая поверхность биполярных электродов может быть покрыта катализатором по направлению к активной поверхности элемента, которая дополнительно покрыта тонкой твердой электролитической мембранной пленкой на их поверхности, где они могут контактировать с основным мембранным диском 4 между стороной анода и стороной катода, или без того, чтобы такая основная мембрана и мембраны каждого электрода находились в непосредственном контакте друг с другом, или чтобы другой биполярный электрод контактировал с мембраной, нанесенной на один из биполярных дисковых электродов элемента, или соединенными вместе во время сборки с помощью специальной пористой и электропроводящей пористой пасты. Это облегчает проведение аниона или протона от пористой поверхности и далее через мембрану с относительно большей активной площадью. Водород / кислород также будет легче превращаться в электричество и воду с более широким доступом, соответственно, к

протонам или анионам и электронам через внешнюю цепь.

До сих пор пакет элементов объяснялся тем, что он поддерживается биполярными дисками 5, 6, внешний и внутренний диаметр которых равен диаметру пакета элементов. Но биполярные диски могут иметь меньший внутренний и внешний диаметры и вместо этого поддерживаются там электроизолирующими и уплотняющими дисками, которые замещают пространство, где раньше находились биполярные диски (не показано). Сразу снаружи периферии самого внешнего газового канала 2 для водорода на внутренней периферии, помимо уплотнительного и внутреннего изолирующего диска 10, между биполярными дисками. На периферии все то же самое, где внешний изолирующий диск 11 находится на радиусе от внутренней части канала 8 для сбора воды и вплоть до внешней периферии, аналогично тому, как показано для биполярных дисков 5, 6 в той же области с тем же самым уплотнением / изоляцией между ними, как и раньше. Радиальные газовые каналы 12, 13 элемента и водные каналы 20, 21 элемента также могут быть расположены в новых изолирующих дисках, как показано для элементов 6А и 6В. В противном случае пакет элементов может быть аналогичен показанному и описанному на обведенном овалом фрагменте А на Фиг.1.

В биполярном решении с пористыми электродными дисками 16 и катализатором на диафрагме 4 внутренний и внешний изолирующие диски 10, 11 имеют такую же толщину, как биполярный диск и электродный диск 16, совмещенные на биполярных концевых дисках 5, за пределами их внешней и внутренней периферии, при этом за пределами внешней и внутренней периферии между биполярными концевыми дисками 5 уменьшена вдвое осевая толщина центрального биполярного диска 6. Таким образом, когда пакет элементов собран, как элементы, так и изолирующие прокладки вступают в контакт друг с другом, причем изолирующие диски одновременно герметизируют и обеспечивают электрическую изоляцию внутри и снаружи пакета элементов, так что электрический ток (А) может проходить через пакет элементов только через его биполярные концевые диски 5 +/- . В последнем решении электродные диски 16 имеют немного меньший диаметр, чем биполярный диск и мембрана. Мембрана теперь может иметь тот же диаметр, что и биполярные диски 5, 6. Таким образом, внутренний и внешний изолирующие диски 10, 11 могут быть вставлены в периферию электродного диска 16, причем только мембранный диск 4 имеет тот же диаметр, что и биполярный диск и сжимается вместе и закупоривается путем установки одинаково комбинированных уплотнительных дисков, а также внутреннего и внешнего изолирующих дисков 10, 11 на другой стороне мембранного диска 4, который очень тонкий и уплотняется между двумя изолирующими дисками 10, 11.

Внутренние изолирующие диски 10 также могут быть выполнены с несколькими отверстиями радиально внутри и/или между или снаружи (не показаны) показанных газовых каналов 2, 3, причем эти отверстия собраны в форме осевых охлаждающих каналов, соединенных через специальные каналы с одной входной сальниковой коробкой и еще одной для выхода (не показана) с валом. В режиме электролиза воды это обеспечивает хорошее охлаждение газов, которые легко высыхают при высоком давлении. Конденсированная вода из газов 2, 3 при высоком  $G$  быстро возвращается в элементы из газовых каналов (не показаны). Охлажденный кислород становится суше, чем выше давление, это также снижает окисление материалов из кислородного канала 3, при этом выходное давление может быть увеличено без необходимости покрытия благородными материалами внутри его каналов вне ротора и за его пределами. В режиме электролиза воды с указанными каналами водяного охлаждения в центре часть воды может быть выпущена, а остальная часть направлена в соответствующие каналы 8 для сбора воды на периферии через ловушку для воды на периферии (не показана), аналогично показанным водным каналам 20, 21 элемента к периферии канала 8 для сбора воды.

Также может иметься полый цилиндр из электроизолирующего и герметизирующего материала по всей внешней и внутренней периферии пакета элементов, когда биполярные диски не изолированы по направлению к внешней стороне внутренней и внешней периферии пакета элементов с помощью изолирующих дисков 10, 11.

Фиг.2 в принципе изображает продольный разрез вдоль оси 1 вращения, причем устройство показано с одной стороны от нее, с одинаковыми номерами позиций для Фиг.1 и 2. Устройство показано как для НТ, так и для ВТ режима топливного элемента, причем пунктирные стрелки обозначают направление газа, а сплошные стрелки обозначают направление воды / пара. Стрелки будут иметь противоположное направление, когда устройство работает в режиме электролизера.

Вращательное устройство показано с положительным (+) биполярным диском 33 в середине, который в области пакета элементов может быть выполнен аналогично сторонам 6А и 6В биполярного диска, но с целым диском на оси 1 вращения и с пакетом 54 элементов с каждой стороны, причем пакет 54 элементов показан и описан на Фиг.1 и пакеты 54 элементов расположены противоположно по обе стороны от биполярного диска для проведения электрического тока через пакеты 54 элементов к потенциалам земли (-) или от них на другом конце пакета 54 элементов, которые находятся в контакте с потенциалом земли. Пакеты 54 элементов содержат несколько осевых каналов 31, 32 для сбора водорода и кислорода, ведущих к элементам в режиме топливного элемента и от элементов в режиме

электролизера. Также на периферии имеется несколько осевых общих каналов для сбора воды / пара к водородным сторонам 56 пакетов 54 элементов или от них, и несколько осевых общих каналов для сбора воды / пара к кислородным сторонам 57 или от них на радиусе снаружи, но тангенциально между каналом 56 для сбора воды пакетов 54 элементов. Каналы 2, 3 для сбора газа по своему расположению на внутренней периферии могут быть аналогичны показанным для газовых каналов 2, 3 на сторонах 6А и 6В биполярного диска, и то же самое для каналов 56, 57 для сбора воды, каждый из которых может быть аналогичен показанным для канала 8 для сбора воды. В остальном пакеты элементов с каналами могут быть аналогичны показанным и описанным ранее на Фиг. 1. Снаружи периферии пакетов 54 элементов они окружены электроизолирующим и герметизирующим полым цилиндром 58, который дополнительно окружен, поддерживается и центрируется вокруг оси 1 вращения полым опорным цилиндром 59, который может быть изготовлен из электропроводящего металла, как показано, и иметь отрицательный потенциал / потенциал земли, или быть выполнен из композитного материала, который также может быть электрически проводящим или изолирующим с помощью дополнительной минусовой щетки (не показана) в контакте с кожухом 29 вала, контактирующим с со стороной 64 текучей среды торцевой крышки. Кроме того, опорный цилиндр 59 поддерживается на противоположных концах внутри с помощью отдельной торцевой крышки 48 и стороной 64 текучей среды торцевой крышки на электрической стороне, и они изготовлены из электропроводящего материала и контактируют с опорным цилиндром 59 и биполярным концевым диском 5 на каждом пакете 54 элементов с минусовым потенциалом / потенциалом земли. Торцевые крышки 48, 64 удерживаются на месте и перпендикулярно на конце опорного цилиндра 59, причем соответствующая стопорная гайка 49, 63 своей наружной резьбой входит в соответствующую внутреннюю резьбу на внутренней стороне опорного цилиндра 59 в осевом направлении снаружи каждой торцевой крышки 48, 64. На внутренней периферии пакетов 54 элементов с каналами 31, 32 для сбора водорода и кислорода может находиться как изолирующий, так и/или полый металлический цилиндр или изолирующий композит, поддерживающий внутри (не показано) высокое давление в пакетах 54 элементов. При НТ торцевые крышки могут иметь уплотнительные кольца по периферии для дополнительной герметизации, или же аналогичное термостойкое уплотнение при ВТ. Указанный электроизолирующий и герметизирующий полый цилиндр 58 также может быть приспособлен для герметизации при прижатии к нему торцевых крышек. Он также будет герметизирован уплотнительными дисками, когда пакеты 54 элементов сжимаются вместе во вращательном устройстве и фиксируются стопорными гайками 49, 63 к торцевым

крышкам 48, 64 при заданном давлении. Как показано, каждый осевой собирающий канал 31, 32, 56, 57 имеет разный диаметр. На стороне 64 текучей среды торцевой крышки, обращенной к собирающим каналам, может быть расположено уплотнительное кольцо для каждого диаметра между каналами, внутри самого внутреннего канала и снаружи самого внешнего канала (не показано), чтобы обеспечить герметизацию каждого собирающего канала по направлению к стороне 64 текучей среды торцевой крышки. Между уплотнительными кольцами имеются круговые канавки (не показаны), соответствующие диаметру каждого собирающего канала 2, 3, 23, 24 для транспортировки текучей среды к выпускному отверстию или из впускного отверстия через сальниковую коробку 68 на оси 1 вращения.

Сторона 64 текучей среды торцевой крышке с каналами для текучей среды к пакетам 54 элементов или от них также может иметь круглые канавки (не показаны) для вставления уплотнительных дисков того же радиуса, что и внешние и внутренние изолирующие диски 10, 11 пакетов 54 элементов на Фиг.1, с одинаковыми отверстиями в стороне 64 текучей среды торцевой крышки для транспортировки по каналам 2, 3, 23, 24 для текучей среды к выпускному отверстию или от впускного отверстия через сальниковую коробку 68 на оси 1 вращения. Внутренние собирающие каналы 31, 32 могут иметь одинаковый диаметр (не показано), а каждое второе отверстие предназначено для одного газа, а между ними — для другого газа. Аналогичное можно сделать и для 56, 57 для сбора воды / пара на внешней периферии (не показано), когда уплотнено, и изолирующий диск, как указано, используется на стороне 64 текучей среды торцевой крышки, с одинаковыми отверстиями и диаметрами для каждой текучей среды, равными осевым каналам от пакетов 54 элементов (не показаны).

Биполярный концевой диск 5 и/или внешний и внутренний изолирующие диски 10, 11, контактирующие со второй торцевой крышкой 48, не имеют отверстий для каналов 31, 32, 56, 57 для сбора текучей среды.

Торцевые крышки 48, 64 расположены в центре и прикреплены к каждому центрированному полуму валу со стороны 29, 36 текучей среды и электричества, которые выступают в осевом направлении на адаптированную длину, причем сторона 38 электричества подшипников и сторона 67 текучей среды подшипников расположены снаружи динамического уплотнения на стороне 37, 66 электричества и текучей среды, которое является самым внутренним в осевом направлении каждого вала со стороны 29, 36 электричества и текучей среды. Подшипником могут быть шарикоподшипники, которые дополнительно опираются на отдельные статорные диски 47, 65 на каждом конце.

Статорные диски 47, 65 имеют несколько больший диаметр, чем опорный цилиндр 59 ротора, причем статорные диски 47, 65 закреплены по периферии перпендикулярно их валу со стороны 29, 36 электричества и текучей среды с помощью изолирующей защитной статорной трубки 52, которая закрывает статорные диски и защищает все устройство с помощью сальниковой коробки 68, +/- щеток 40 и электродвигателя 43. Защитная статорная трубка 52 на каждом конце имеет торцевую крышку статора на стороне 25, 45 текучей среды и электричества, которая герметизирует и изолирует. Сторона 45 электричества торцевой крышки статора имеет втулки для электропроводки (не показаны) к устройству электродвигателя 43 для вращения, и провод для каждой из его +/- щеток 40. На другом конце стороны 25 текучей среды торцевой крышки статора втулки трубопроводов для текучей среды для присоединения к каналам 2, 3, 23, 24 для текучей среды устройства соединены через сальниковую коробку 68 с проходными каналами для вывода/ввода текучей среды из каналов 27 трубки вала устройства или в них. Наружная сторона трубок для текучей среды уплотняет проход в торцевой крышке 25 статора. Защитная статорная трубка 52 может быть прозрачной и состоять из акриловых трубок при НТ или изолирующего термостойкого материала при ВТ.

На конце электрического вала на стороне 36 электричества, снаружи стороны 38 электричества подшипника, запрессована и центрирована электропроводящая втулка, которая представляет собой контактное заземление 39 и которая контактирует с валом на стороне 36 электричества и находится в контакте радиально снаружи с +/-щетками 40 на потенциале земли (минус) корпуса щетки, прикрепленного к внешней стороне его статорного диска 47. + щетки 40 прикреплены через корпус щетки к электроизолирующей щеточной шайбе 46, причем +щетки контактируют с +контактным кольцом 41, прикрепленным к электропроводящему +болту 35, который прикреплен к +биполярному диску 33 в центре. Положительная сторона электрически изолирована 34 внутри ротора радиально внутри пакетов 54 элементов через торцевую крышку 48, валы на стороне 36 электричества, электроизолирующую щеточную шайбу 46 и между изолятором 42 электродвигателя и электродвигателем 43. Электродвигатель 43 и электроизолирующая щеточная шайба 46 прикреплены к статорному диску 47 с помощью нескольких болтов и распорных втулок 44 на болтах (не показаны) для правильного расположения и центрирования электроизолирующей щеточной шайбы 46 и электродвигателя 43. +/-щетки 40 подключаются к соответствующему +/-проводу (не показан) для электропитания DC в пакет элементов или из него, в зависимости от упомянутого режима работы. Когда пакеты 54 элементов прижаты друг к другу, они одновременно блокирует +болт 35, позволяя

прикрепить его к электродвигателю 43 для вращения вращательного устройства, подвешенного между стороной 67 текучей среды подшипника и стороной 38 электричества подшипника. Изоляция 34 вокруг болта 35 выполнена со средствами для одновременного уплотнения вокруг него, между изоляцией и торцевой крышкой 48 и внутри вала на стороне 36 электричества. Электрический провод к электродвигателю 43 для обеспечения вращения вращающегося устройства не показан. Чистый воздух подается к впускному отверстию для воздуха на стороне 50 электричества и к впускному отверстию для воздуха на стороне 61 текучей среды с помощью вентилятора через защитную статорную трубку 52 в пространство внутри впускного отверстия для воздуха на стороне 50 электричества и для впускного отверстия для воздуха на стороне 61 текучей среды и через соответствующие выпускные отверстия для воздуха на стороне 51 электричества и выпускные отверстия для воздуха на стороне 62 текучей среды в трубах наружу здания. Воздух с каждой стороны непрерывно измеряется для обнаружения любого содержания водорода, превышающего заданные значения, и в этом случае устройство автоматически отключается (не показано).

На стороне текучей среды кожух 29 вала является полым, с несколькими вставленными друг в друга трубками 28 для текучей среды меньшего диаметра, которые на одном конце уплотнены с внешней стороны и прикреплены 30 на разной осевой длине внутри стороны 64 текучей среды торцевой крышки, так что самая тонкая внутренняя трубка находится дальше всего внутри стороны 64 текучей среды торцевой крышки, а самая толстая трубка прикреплена с помощью уплотнений и крепежных элементов 30 в осевом направлении ближе всего к кожуху 29 вала внутри стороны 64 текучей среды торцевой крышки, как показано. Другие трубки 28 для текучей среды прикреплены в осевом направлении между самой маленькой и самой большой трубкой 28 для текучей среды, как показано на Фиг.2. Благодаря адаптированной площади поперечного сечения самой внутренней трубки 28 для текучей среды, каналы 27 трубки вала образуются между трубкой 28 для текучей среды и самой большой трубкой 28 для текучей среды и кожухом 29 вала, которые транспортируют соответствующую текучую среду в каналах 2 для водорода, каналах 3 для кислорода и воду / пар 23, 24 к концам пакета элементов или от них через специальные каналы в торцевых крышках, показанных пунктирными стрелками для газов 2, 3 и сплошными стрелками для воды / пара 23, 24, причем каналы разветвляются внутри стороны 64 текучей среды торцевой крышки на несколько радиальных каналов от каждого канала 27 трубки вала в центре у торцевых уплотнений и креплений 30 каждой трубы 28 для текучей среды и трубчатого кожуха 29 вала (как показано). Таким образом, каждое ответвление направлено радиально наружу на различном осевом расстоянии, причем



наименьшее из них расположено в осевом направлении в центре стороны 64 текучей среды торцевой крышки и далее по направлению к самой толстой трубке на стороны 64 текучей среды торцевой крышки перед кожухом 29 вала с его каналом 27 трубки вала и радиально ответвляется от него. Радиальные каналы для каждого канала 27 трубки вала находятся снаружи и соприкасаются с соответствующими каналами на конце осевых собирающих каналов 31, 32, 56, 57 пакетов 54 элементов, как и на внешней периферии (вода / пар) 56, 57, так и на внутренней периферии (водород и кислород) 31, 32.

Статическая сальниковая коробка 68 для ввода / вывода текучей среды в ее каналах 2, 3, 23, 24 прикреплена с помощью средств, прикрепленных и центрированных на стороне 65 текучей среды статорного диска, причем внутри сальниковой коробки 68 прикреплены динамические уплотнения 26, которые уплотняют концы вращающихся трубок 28 для текучей среды и, таким образом, образуют уплотненные каналы для текучей среды, проходящие к впускным каналам / от выпускных каналов статической сальниковой коробки 68, которые установлены снаружи и герметизированы статическими трубками для транспортировки каждой текучей среды к каждому или от каждого из ее вращающихся каналов 27 трубки вала.

Положительный +биполярный диск 33 электрически изолирован от потенциалов земли внутри ротора, снаружи пакетов 54 элементов, а также внутри отверстий для каналов 31, 32, 56, 57 для сбора текучей среды для подачи текучей среды в оба пакета 54 элементов или из обоих пакетов 54 элементов. Таким образом, +биполярный диск 33 находится в электрическом контакте только своим концом с пакетами 54 биполярных элементов с обеих сторон +биполярного диска 33. Щетка 40 с потенциалом земли (-) находится в непосредственном контакте с заземлением контактного кольца 39 на валу на стороне 36 электричества, которая находится в контакте с торцевой крышкой 48, электропроводящим опорным цилиндром 59 и со стороной 64 текучей среды торцевой крышки на другом конце. Это обеспечивает изолированную соединенную цепь между плюсовой и минусовой щетками через пакеты 54 элементов. Все устройство снаружи имеет потенциал земли и, кроме того, электрически изолировано снаружи с помощью защитной статорной трубки 52 и защитной статорной торцевой крышки стороны 25, 45 текучей среды и электричества. Это сводит к минимуму потенциал утечки тока из устройства во время работы и, таким образом, устанавливают новый стандарт безопасности.

В режиме электролиза воды и при напряжении элемента ниже 1,48 В и ближе к обратимой точке 1,23 В необходимо подводить тем больше тепла, чем больше напряжение элемента приближается к обратимой точке. При напряжении выше 1,48 В выделяется

больше тепла, которое необходимо рассеивать путем охлаждения по периферии. В режиме топливного элемента полезно иметь высокую температуру, чтобы максимально приблизиться к 1,23 В, при этом элемент находится в тепловом балансе и имеет химическую / электрическую эффективность 100%, но с низким током (А), увеличивающимся при более низком напряжении. (В). В режиме топливных элементов производство тепла будет увеличиваться при более низком напряжении элемента и, соответственно, уменьшать производство электроэнергии по сравнению с химической энергией в водороде. Эти переменные обычно создают проблемы, поскольку последние элементы в длинном пакете элементов требуют большого потока, чтобы избежать значительного изменения температуры в последних элементах в канале. Этого можно избежать за счет нагревания внутрь/наружу по периметру с помощью сопел 53, 55 для регулирования температуры, что обеспечивает приблизительно одинаковую температуру во всех каналах 56, 57 для сбора воды / пара даже при очень низкой скорости потока, а также балансировку температуры по радиусу внутрь ко всем элементам в обоих пакетах 54 элементов по всей их длине.

Предпочтительно, если устройство прикреплено вертикально к стене и/или полу, стороной 68 текучей среды / сальниковой коробки вниз, и в него подается охлаждающая или нагревающая текучая среда с помощью нескольких сопел через защитную статорную трубку 52 для регулирования 53, 55 температуры, и которая приводится в контакт со всей периферией опорного цилиндра 59 с ротором. Затем текучая среда выпускается через защитную статорную трубку 52 вниз со стороны 65 текучей среды статорного диска, где размещена одна или несколько дренажных трубок 60 для дальнейшей транспортировки и, возможно, сбора и дальнейшего использования текучей среды. На периферии статорные диски 47, 65 имеют уплотнения, которые плотно прилегают к внутренней стороне защитной статорной трубки 52, которая снаружи каждого статорного диска на внешней стороне имеет хомут (не показан), который фиксирует статорные диски в нужном положении. На каждом хомуте могут быть закреплены кронштейны не менее чем с двумя резиновыми подвесками, напоминающими опоры двигателя, которые дополнительно прикреплены к стене (не показаны).

Поскольку изображенное устройство может содержать несколько сотен биполярных элементов, причем их может быть несколько на миллиметр, оно может обеспечивать очень высокое электрическое напряжение (В), которое можно уменьшить до половинного, и при этом удвоить ток (А) с помощью одного пакета элементов на каждой стороне +биполярного диска, как показано. Тогда ротор может быть относительно длинным и иметь небольшой диаметр, что обеспечивает максимальную G при равной периферийной скорости, что

является преимуществом. Когда по периферии используются охлаждение или нагрев, эта длина канала имеет меньшее значение для изменения температуры до последнего элемента в канале. Расстояние от периферии опорного цилиндра 59 до элементов в роторе относительно небольшое, причем ротор меньшего диаметра позволяет сократить расстояние и быстрее улучшить температурный баланс в элементах. При высокой температуре и высоком давлении в режиме топливного элемента и более низком напряжении, выделяющем тепло, охлаждение по периферии может привести к конденсации водяного пара в каналах 56, 57 для сбора воды, когда хладагент подается по периферии с помощью сопел для управления температурой 53, 55 в адаптированном количестве, что одновременно стабилизирует температуру внутри пакетов 54 элементов.

Сальниковая коробка 68 может состоять из нескольких сальниковых коробок, прикрепленных друг к другу и к стороне 65 текучей среды статорного диска. Они могут представлять собой кольца Циммера или иметь картриджный тип, адаптированный к высокому давлению и температуре, быть кислородостойкими и могут быть изготовлены из карбида кремния. Сальниковую коробку можно также оснастить средствами охлаждения, смазки и выравнивания давления.

Сторона 67 текучей среды подшипника и сторона 38 электричества подшипника могут быть шарикоподшипниками со средствами для смазки, если между сальниковой коробкой 68 и стороной 65 текучей среды статорного диска имеется уплотнение и может быть установлено дополнительное динамическое уплотняющее кольцо Циммера со стороны 66 текучей среды или адаптированное картриджное уплотнение находится на обеих сторонах подшипника.

Подшипники также могут быть подшипниками скольжения, адаптированными к различным текучим средам, температурам и скоростям вращения. Когда устройство установлено вертикально и сальниковая коробка 68 опущена вниз, сторона 67 текучей среды подшипника должна обеспечивать как радиальную, так и осевую поддержку в обоих направлениях между весом ротора и давлением/площадью в сальниковой коробке 68, чтобы избежать поднятия ротора. Также необходимо обеспечить радиальную и осевую поддержку, если устройство расположено горизонтально.

В пространстве внутри пакетов 54 элементов по обе стороны +биполярного диска 33 каждое пространство может быть организовано как сепаратор для удаления газа из воды посредством низкотемпературного электролиза воды (не показано). Например, в пространстве со стороны 64 текучей среды торцевой крышки кислород и вода поступают в это пространство с этой стороны во всех элементах через собирающие каналы 32. С этой

стороны имеется несколько отверстий радиально внутрь от этих каналов в отделение сепаратора сразу после +биполярного диска. Кислород выводится в сухом виде в канал 3, 27 трубки вала с несколькими отверстиями по кругу в кислородный канал 3, 27 трубки вала. Радиус уровня воды расположен радиально за пределами отверстия/каналов к каналу 3, 27 трубки вала и образует полый водяной цилиндр с газом в центре. Радиус уровня воды регулируется давлением на выходе относительно количества оборотов и давлением воды на входе. В центральном пространстве по направлению к стороне электричества торцевой крышки 48 то же самое можно организовать для водорода и воды из элементов, которые отделяются там от воды. Водород направляется через изолированные каналы в центре +биполярного диска 33 и далее в изолированный и герметичный сборник, прикрепленный к изолятору на другой стороне +биполярного диска, причем кислородный сепаратор представляет собой отсек снаружи. В центре чаши для сбора водорода трубка закреплена и герметизирована через отверстие в центре стороны 64 текучей среды торцевой крышки со, где имеется уплотнение и крепление к водородной трубке, которая может представлять собой удлиненную трубку 28 для текучей среды, проходящую от водородного канала 2 сальниковой коробки 68 в чашу для сбора водорода. Газовые сепараторы будут пропорционально более компактными по сравнению со статическими сепараторами 1G по сравнению с G внутри полого водяного цилиндра в сепараторе. Например, 100G имеет сепаратор в роторе в 1/100 меньшего размера с той же емкостью, что и 1G. Таким образом, количество горячей воды или электролита может быть соответственно уменьшено и установлен новый, улучшенный стандарт безопасности, а также уменьшено пространство и стоимость.

Кроме того, вращающееся устройство может содержать только один пакет 54 элементов. Причем тогда +биполярный диск 33 полностью перемещается к торцевой крышке 48 с электроизолирующим и уплотняющим диском между ними. В этом случае не нужны отверстия через +биполярный диск для каналов 31, 32, 56, 57 для сбора текучей среды, и только сторона, обращенная к ближайшему элементу от +электрода, может напоминать сторону 6А, а другая сторона, обращенная к изолирующему диску, выровнена.

Электроизоляционные 34 материалы для внутренних и внешних изолирующих дисков 10, 11, +биполярного диска 33 с +болтом 35, +щеткой электроизолирующей щеточной шайбы 46, вала для изолятора 42 электродвигателя 42, электроизолирующего и уплотняющего полого цилиндра 58 и других электрических изоляторов, как упомянуто, могут представлять собой Тефлон, PEEK, керамику, стекло, слюду, композит или его эквивалент, или электрически изолированный металл для лучшей поддержки. Они также

должны быть устойчивы к окислению и адаптированы, соответственно, для НТ или ВТ.

Для указанного охлаждения или нагрева по периферии через сопла для управления 53, 55 температурой это может осуществляться с помощью, соответственно, холодной или горячей воды / пара, воздействующего на периферию вращающегося опорного цилиндра 59 с потенциалом земли. В случае подачи холодной воды через сопла для управления 53, 55 температурой по периферии происходит отбор тепла из пакетов 54 элементов. Вода непрерывно отводится через указанный дренаж 60 по трубам для возможного повторного использования или перегонки нагретой воды при отрицательном давлении или что вода испаряется на опорном цилиндре 59. Дистиллированная вода и вода, произведенная из топливного элемента, могут использоваться в устройстве в режиме электролизера. По меньшей мере одно из сопел для управления 53, 55 температурой также может быть направлено более тангенциально направлению вращения, чтобы обеспечить заданное вращение вращающемуся устройству, имеющему для этого специальные лопатки на внешней стороне опорного цилиндра. Таким образом, электродвигатель можно исключить.

Устройство может работать как аккумуляторная батарея (не показано), при этом трубы от сальниковой коробки 68 или к ней ведут к или от резервуаров для хранения кислорода, водорода и двух резервуаров для воды, один из которых во вращающемся устройстве ведет от стороны анода или к ней, а другой от стороны катода или к ней, при этом вода направляется в соответствующие резервуары во время производства воды в режиме топливного элемента и регулируется обратно к соответствующим сторонам анода и катода в режиме электролизера воды. При электролизе воды водород из элементов подается через сальниковую коробку в комбинированный восстановитель и осушитель, который удаляет остатки кислорода ниже 4%, а также сушит и охлаждает газ перед его подачей или может быть сжат с помощью компрессора и дополнительно охлажден/высушен перед направлением водорода в резервуар для хранения. Для кислородного контура он может быть одинаковым от элементов до резервуара для хранения, но восстановитель можно не использовать, а использовать только охладитель и осушитель. На кислородной линии также может быть установлена мембрана, выполненная с возможностью удаления любых остатков водорода, содержание которых перед мембраной должно быть ниже 4% и как можно более низким содержанием водорода, прежде чем кислород будет направлен на хранение в резервуар. Компрессоры для газов можно исключить, если вся система, включая вращающееся устройство, приспособлена для рабочего давления, равного давлению хранения газов к концу электролиза. Система сверхкомпактна, поэтому усиление для более высокого давления относительно просто и

доступно, как и использование более благородных материалов для уменьшения окисления в кислородном контуре от элементов к резервуару хранения и включая эти элементы.

Резервуары для воды в верхней части могут быть подключены к соответствующим газам, которые могут выталкивать воду обратно во время электролиза воды. Каждый резервуар для воды также может представлять собой комбинированный резервуар для газа и воды с газом и водой с одной и той же стороны мембраны 4, при этом они могут содержать гибкую плотную мембрану, разделяющую газ и воду. Таким образом, можно отказаться от отдельных резервуаров для воды. В этом случае на каждом водяном контуре должен быть установлен водяной насос, так как давление изменяется, если в резервуаре мало воды и много газа, и наоборот. Когда газы подаются к элементам в режиме топливного элемента, они подключаются/обходятся через клапаны в трубах вокруг, соответственно, компрессора, восстановителя и осушителя через собственный регулятор давления газа, который регулирует давление в зависимости от давления воды в роторе и скорости вращения так, чтобы уровень воды выталкивался наружу за пределы периферии элементов, как уже упоминалось. Можно также иметь соответствующий регулятор или водяной насос на водяном контуре, который регулирует давление воды от/к ротору в зависимости от того, слишком высокое или низкое давление воды в резервуаре по отношению к вышеупомянутой поверхности воды в пакетах 54 элементов.

До сих пор устройство описывалось с мембраной, но в устройстве также можно использовать другие известные и новые решения для элементов, адаптированные для пакетов элементов во вращающемся устройстве, где выгодно быстро удалять воду из элементов во время НТ режима топливного элемента и быстро удалять попутные газы в режиме электролиза воды с вращающимся устройством, а также обеспечивается улучшение температурного баланса и выравнивание температуры в элементах с высокой скоростью конвекции в условиях высоких G. Это позволит улучшить контакт между электродами, газами и водой / паром.

При высоком давлении в режиме топливного элемента в устройстве подаваемая вода может насыщаться соответствующими газами, водородом и кислородом с каждой стороны элементов. Например, насыщенная газом вода может затем поступать в элементы через соответствующие каналы 56, 57 для сбора воды и на периферию элементов, где насыщенные газы вступают в реакцию и производят электричество и воду. Попутная вода смешивается с остальной водой и выделяющиеся газы направляются в элементы предыдущих каналов 31, 32 для сбора газа и далее в каналы 2, 3. То же самое можно сделать в режиме электролизера и под высоким давлением и адаптированным теплом, при котором

образующиеся газы насыщаются водой, которая дегазируется под более низким давлением в центре ротора, как указано выше, или снаружи после сальниковой коробки, или же вода охлаждается и хранится с насыщенным газом. Более высокий расход воды может сочетаться с охлаждением в обоих режимах работы элемента. При насыщении газа в элементы или из элементов, элементы должны содержать как можно более диффузионно-плотный мембранный диск 4, что можно совместить с тем, что вода также является электролитом и может быть аналогична электролиту в мембране, например, для щелочной воды с содержанием КОН (гидроксид калия) до 35%. Подаваемая попутная вода в электролите в режиме топливного элемента конденсируется / отгоняется в центре или за пределами устройства, а расходуемая при производстве газа вода добавляется в нужном количестве в водяной контур, где она расходуется.

До сих пор указанный мембранный диск 4 рассматривается как твердый электролит, но его можно заменить пористой диафрагмой аналогичной формы, которая может быть типа Цирфон при НТ, с армированием или без него, и жидким электролитом, контактирующим с анодом и катодом через пористое соединение, заполняющееся жидким электролитом. Биполярные диски 5, 6 могут быть аналогичны показанным и описанным на Фиг.1, т.е. 6А, В, но радиальные лопадки 17 могут быть пористыми с нестандартным катализатором. То же самое можно сделать и для поверхности биполярных дисков 5, 6, обращенной к элементу. Лопатки 17 могут быть радиально прямыми, но аксиально вытянутыми внутрь к элементу и аксиально изогнутыми назад в направлении вращения внутрь к ее диафрагме в активной зоне и адаптированной изогнутой назад форме, так что они упруги и имеют хорошую поверхность контакта с диафрагмой от каждого биполярного диска, который теперь становится электродами с нулевым зазором после того, как в этом случае удалены предыдущие диски 16 пористых электродов, контактировавшие с предыдущей мембраной. Диафрагма должна постоянно смачиваться электролитом как для проводимости, так и для герметизации, чтобы газы с каждой стороны не смешивались. Процедура в режиме топливного элемента заключается в том, что смесь, например, 35% электролита КОН подается вместе с каждым газом в его каналы 2, 3, причем адаптированное количество электролита подается вместе с газами или в специальные каналы из сальниковой коробки 68 до впускного отверстия для газа в центре по обе стороны от соединения в элементах, где электролит встречается с загнутыми назад лопатками, при этом из-за момента инерции при постоянном вращении электролит на своем пути наружу будет постоянно прижиматься изогнутыми в осевом направлении лопатками к диафрагме. Диафрагма контактирует с электродом биполярного диска через диафрагму через

электролит. Это влажная тонкая пленка электролита, в которой каждый газ вступает в контакт со своим электродом, а в пространстве между лопатками и напротив диафрагмы находится газ, который начинает реакцию с образованием воды и электричества. Попутная вода и добавленный электролит непрерывно выпускается наружу в элементы и в их объединенные каналы 57, 56 для сбора воды и электролита на периферии. При обращении процесса вспять на водный электролизер эта процедура аналогична описанной ранее: заполнение элементов электролитом с периферии путем регулирования давления газа на выходе и подачи потребляемых постоянного тока и воды, в его контур. Каналы 2, 3 попутного раза быстро направляются внутрь к центру и наружу, как упоминалось ранее.

Вращающееся устройство может иметь различные частоту вращения, давление и температуру в режиме топливного элемента и режиме электролиза воды.

Как описано на Фиг.1, преимущественно газовые каналы 12, 13 элементов, ведущие к элементам и из них, также изогнуты назад в направлении вращения и входят в каналы 2, 3 для сбора газа на внутренней периферии. Подобно тому, как это показано для водных каналов 20, 21 элемента в/из каналов 57, 56 для сбора воды и газовых каналов 12, 13 элемента, зеркально расположены водные каналы 20, 21 элемента, если смотреть на активный центр сторон 6А или 6В биполярного диска. Это обеспечивает более легкую подачу и экспорт многофазных сред в осевых каналах 31, 32 для сбора газа в элемент или из него, когда устройство уложено горизонтально и при адаптированных оборотах и давлении для использования 1G из окружающей среды, так что имеется -1G вверх и +1G вниз внутри наклонного ротора. Например, электролит и газ в каналах 31, 32 для сбора газа могут быть адаптированы таким образом, чтобы электролит или вода поступали в газовые каналы 12, 13 элементов во время вращения и в их стороны в элементах, когда они находятся внизу, а газы поступали, когда каналы находятся между положением внизу и вверху при каждом обороте. Это обеспечивает благоприятное естественное и быстрое переключение / перекачку между пульсациями жидкости и газа в элементах, чтобы в режиме топливного элемента поддерживать мембрану или диафрагменный диск 4 достаточно смоченными / влажными.

До сих пор процесс объяснялся тем, что в режиме топливного элемента чистый кислород подается по своим каналам 3, 13, 32 к элементам, но это может быть и обогащенный кислородом газ, которым может быть воздух. Воздух подается в те же каналы, что и кислородный канал 3, с адаптированным давлением, которое приводит к барботированию воздуха из водного канала 21 элемента (Фиг.1) в канал 57 для сбора воды и к барботированию на выходе в его каналах 24 вместе с попутной водой. Каналы 57 для



сбора воды и выпускные каналы должны иметь адаптированную площадь поперечного сечения, позволяющую газу проходить через воду, чтобы поверхность 22 воды на внутренней периферии каналов 57 для сбора воды оставалась постоянной. Это также может применяться к чистым водороду и кислороду, которые могут выходить в каналы для сбора воды вместе с водой или водяным паром и собираться снаружи ротора. Путем преобразования большей части кислорода из воздуха в элементах получается практически чистый азот, который можно использовать для различных целей, например, для производства аммиака, который можно получать по методу Габера-Боша с водородом, вырабатываемым устройством. В режиме топливных элементов аммиак также может заменять водород или использоваться вместе с ним. Тогда чистый азот также выходит из кислородного канала 24 и снова будет использован, как уже упоминалось. Аммиак обеспечивает альтернативный способ обращения с образующимся водородом.

Вращающееся устройство до сих пор было описано состоящим из нескольких частей, которые собираются с помощью крепежа, герметиков и изоляторов. Но целые роторы или их части также могут быть напечатаны на 3D-принтере, причем различные части из потенциально разных материалов послойно собираются в осевом направлении, образуя полностью сбалансированный плотный ротор с каналами, которые одновременно соединены между собой, и его можно нагревать и прикладывать напряжение (В) для достижения желаемых свойств различных материалов на своих местах в роторе, как уже упоминалось.

Указанный катализатор может быть выполнен в любой форме или в комбинации из платины, никеля, иридия, кобальта, железа, иттрия, циркония, стронция, лантана, марганца или материалов с аналогичными свойствами.

Все чертежи и описания к ним принципиальны и не отражают реальную конструкцию устройства.

#### СПИСОК НОМЕРОВ ПОЗИЦИЙ:

- 1 Ось вращения
- 2 Водородный канал
- 3 Кислородный канал
- 4 Мембранный диск
- 5 Биполярные концевые диски
- 6 Центральный биполярный диск
- 7 Капли воды

- 8 Канал для сбора воды
- 9 Выходная / входная вода
- 10 Внутренние изолирующие диски
- 11 Внешние изолирующие диски
- 12 Газовый канал элемента для водорода
- 13 Газовый канал элемента для кислорода
- 14 Канал распределения кислорода
- 15 Канал распределения водорода
- 16 Электродный диск
- 17 Лопатки с канавками между ними
- 18 Внешний круговой канал для водорода / воды
- 19 Внешний круговой канал для кислорода / воды
- 20 Водный канал элемента для водорода / воды
- 21 Водный канал элемента для кислорода / воды
- 22 Поверхность воды в канале 8 для сбора воды
- 23 Вход/выход водного канала на сторону водорода / со стороны водорода
- 24 Вход/выход водного канала на сторону кислорода / со стороны кислорода
- 25 Сторона текучей среды торцевой крышки статора
- 26 Динамические уплотнения в сальниковой коробке 68
- 27 Каналы трубки вала 29
- 28 Трубки для текучей среды
- 29 Вал со стороны текучей среды
- 30 Уплотнения и крепеж
- 31 Канал для сбора водорода
- 32 Канал для сбора кислорода
- 33 +Биполярный диск
- 34 +Изоляция +биполярный диск 33 и +болт 35
- 35 +Болт
- 36 Вал на электрической стороне
- 37 Динамическое уплотнение подшипника 38
- 38 Электрическая сторона подшипника
- 39 Контактное кольцо заземления
- 40 +/- Щетки
- 41 + Контактное кольцо

- 42 Изолятор электродвигателя
- 43 Электродвигатель
- 44 Болты с дистанционными втулками
- 45 Электрическая сторона торцевой крышки статора
- 46 Электроизолирующая щеточная шайба для +щеток
- 47 Статорный диск
- 48 Торцевая крышка
- 49 Электрическая сторона стопорной гайки для торцевой крышки
- 50 Электрическая сторона впускного отверстия для воздуха
- 51 Электрическая сторона выпускного отверстия для воздуха
- 52 Защитная статорная трубка
- 53 Сопло для управления температурой
- 54 Пакет элементов
- 55 Сопло для управления температурой
- 56 Канал для сбора воды со стороны водорода
- 57 Канал для сбора воды со стороны кислорода
- 58 Электроизолирующий и уплотняющий полый цилиндр
- 59 Опорный цилиндр
- 60 Дренаж
- 61 Впускное отверстие для воздуха со стороны текучей среды
- 62 Выпускное отверстие для воздуха со стороны текучей среды
- 63 Сторона текучей среды стопорной гайки для стороны 64 текучей среды торцевой крышки
- 64 Сторона текучей среды торцевой крышки
- 65 Сторона текучей среды статорного диска
- 66 Сторона текучей среды динамического уплотнения
- 67 Сторона текучей среды подшипника
- 68 Сальниковая коробка

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для производства электричества постоянного тока и воды из подаваемых водорода и кислорода, причем устройство выполнено с возможностью обратимости процесса для производства водорода и кислорода из подаваемых воды и постоянного тока, при этом устройство содержит

по меньшей мере один пакет (54) биполярных элементов, в котором на одной линии расположены несколько элементов, каждый из которых имеет свою электролитическую мембрану (4), контактирующую с каждой стороны с каталитическими электродами (16), контактирующими с соответствующим биполярным диском (5, 6), и токоизолирующими уплотнительными дисками (10, 11),

впускное отверстие (2) для водорода, ведущее к водородным каналам (2, 12, 27, 31) к одной стороне электродов в пакете (54) элементов,

впускное/выпускное отверстие (3) для кислорода, ведущее к кислородным каналам (3, 13, 27, 32) к другой стороне электродов пакета (54) элементов,

причем устройство выполнено с возможностью либо производить постоянный ток, который проводится через пакет (54) элементов, через по меньшей мере один положительный биполярный диск (33) и через по меньшей мере один отрицательный биполярный диск, либо производить водород и кислород в указанных элементах путем подачи воды и постоянного тока,

при этом по меньшей мере один пакет (54) биполярных элементов выполнен в виде полого цилиндра, а устройство дополнительно содержит вращательное устройство (43), предназначенное для вращения пакета элементов,

щетки (40), которые приводят электроды в контакт с соединенной цепью, когда вода вырабатывается в элементах, выбрасывается из элементов и проводится по каналам (20, 21, 56, 57, 27) к выпускному отверстию (23, 24) через сальниковую коробку (68).

2. Устройство по п.1, адаптированное к высокому давлению, причем каждое устройство содержит положительную и отрицательную щетки (40), подключенные к постоянному току к пакетам (54) элементов или от них через внешнюю цепь, при этом положительная щетка находится в контакте с электропроводящим болтом (35), в контакте с положительным биполярным диском (33), в контакте с пакетом (54) элементов с каждой стороны, причем пакеты (54) элементов своими другими концами дополнительно контактируют с общим отрицательным потенциалом (36, 48, 59, 64) земли.

3. Устройство по п.1 или 2, дополнительно содержащее электроизолирующую

защитную трубку (52), которая содержит электроизолирующие торцевые крышки (25, 45), поддерживаемые уплотнительными статорными дисками (47, 65), и по которой воздух направляется к каждому концу (50, 51 и 61, 62) и от него, и несколько сопел для управления (53, 55) температурой с помощью терморегулирующей текучей среды, направляемой на периферию опорного цилиндра (59) для балансировки температуры в пакетах (54) элементов, когда терморегулирующая текучая среда направляется по меньшей мере к одному выпускному отверстию (60).

4. Устройство по п.1 или 2, в котором вода находится в форме водяного пара, при этом устройство адаптировано к высокому давлению и температуре.

5. Устройство по п.1 или 2, в котором указанные биполярные диски (5, 6) образуют электроды (16) с радиальными лопатками (17), изогнутыми в осевом направлении назад в направлении вращения, поскольку поверхность биполярных дисков по направлению к элементам является пористой и контактирует с мембраной (4) и жидким электролитом.

6. Устройство по п.1, 2 или 5, в котором указанный мембранный диск (4) представляет собой диафрагменный диск, который смачивается жидким электролитом с помощью биполярного диска (5, 6) соответствующего элемента, снабженного лопатками (17), изогнутыми в осевом направлении назад в направлении вращения, и образующего электроды (16), которые контактируют с обеими сторонами мембраны (4).

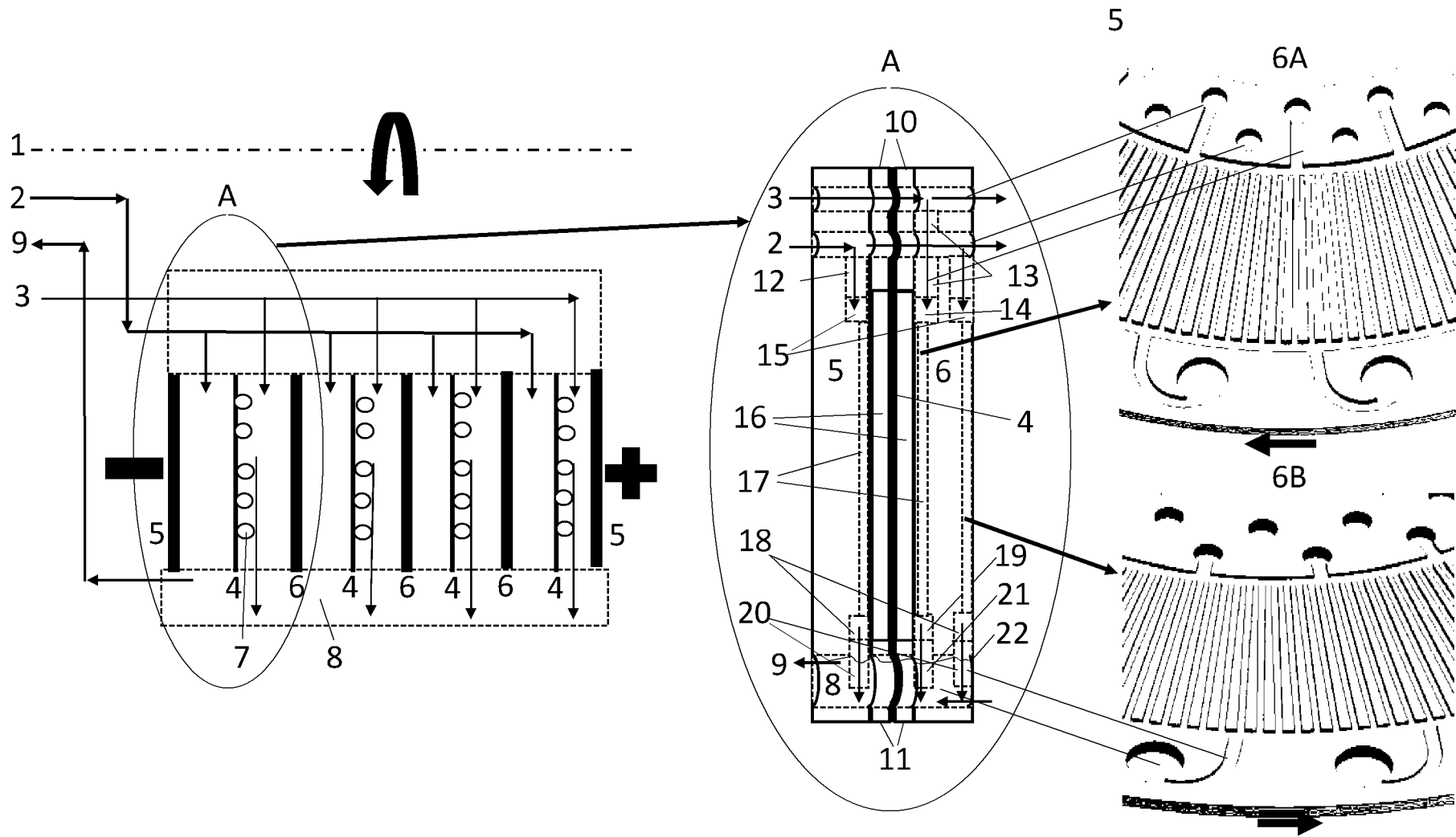
7. Устройство по п.1 или 2, в котором указанные каналы к элементам (12, 13, 20, 21) и от них выполнены радиальными и изогнуты назад в направлении вращения, при этом газовые каналы (12, 13) входят во внутреннюю периферию соответствующих осевых собирающих каналов (31, 32), а пароводяные каналы (20, 21) выходят на внешнюю периферию соответствующих осевых собирающих каналов (56, 57).

8. Устройство по п.1 или 2, в котором указанная мембрана (4) и/или электроды (16) имеют каталитическое покрытие и/или содержат катализаторы, выполненные с возможностью использования в жидкой воде, которая может быть электролитической, или с возможностью использования в фазе водяного пара и соответственно адаптированы для низкой или высокой температуры.

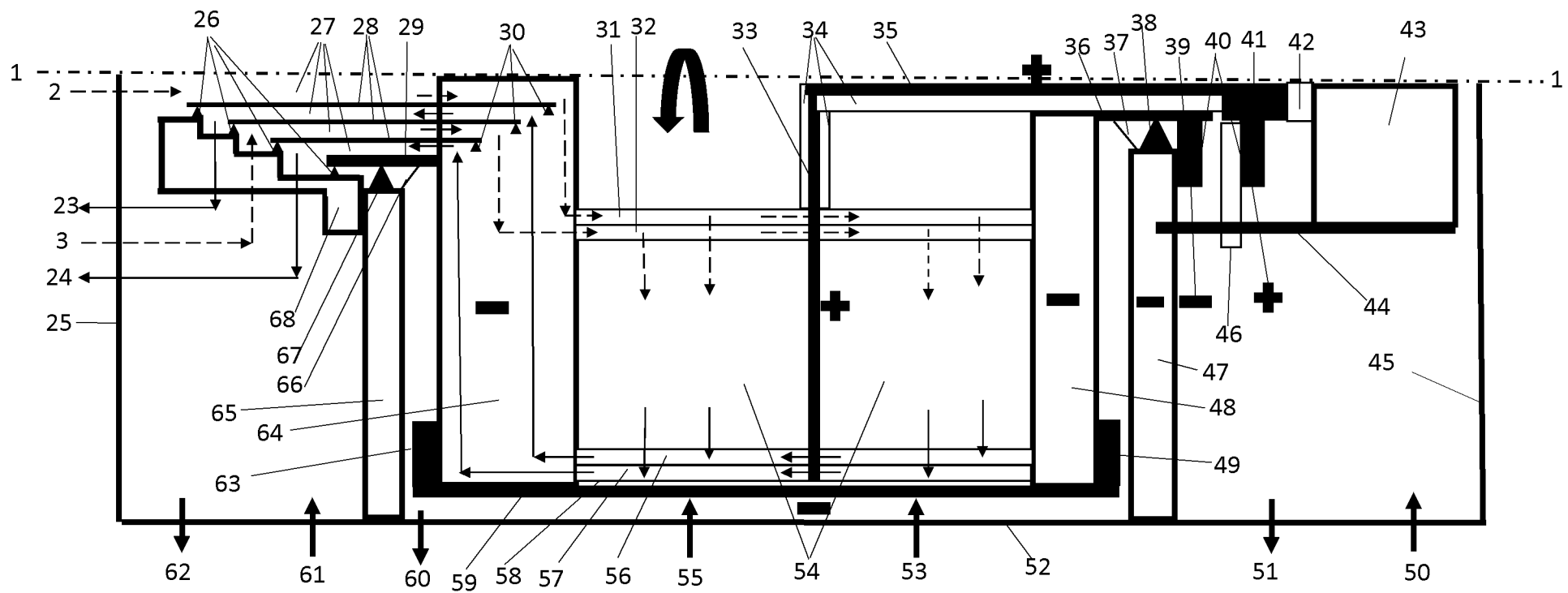
9. Устройство по п.1, 2 или 8, в котором указанная мембрана (4) обладает протонной проводимостью  $H^+$  или анионной проводимостью  $OH^-$  и содержит жидкий электролит и/или полимерный или керамический материал.

10. Устройство по п.1 или 2, в котором пространство в центре внутри по меньшей

мере одного пакета (54) элементов выполнено с двумя сепараторами газа, один для водорода и один для кислорода, причем газы направляются в центр и внутрь соответствующего сепаратора или из него, а вода направляется наружу по каналам к соответствующему собирающему каналу (56, 57) на периферии.



Фиг. 1



Фиг. 2