



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 074 266** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **C 25 B 9/00, 11/02, H 01 M 8/08, 4/86**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 93058624/26, 22.06.1992  
(30) Приоритет: 22.06.1991 DE P 4120679.7  
(46) Дата публикации: 27.02.1997  
(56) Ссылки: 1. Патент Франции N 2308701, кл. C 25 B 11/00, 1976. 2. Chem.-Ing.-Tech. 60 (1988), N 7, p.563. 3. WO 91/00379, кл. C 25 B 11/02, 1991. 4. Патент США N 4344832, кл. C 25 B 9/00, 1982. 5. Патент ГДР N 285127, кл. C 25 B 11/02, 1990. 6. Патент ГДР N 285128, кл. C 25 B 11/02, 1990.  
(86) Заявка PCT:  
EP 92/01402 (22.06.92)

(71) Заявитель:  
Машинен-унд Анлагенбау Гримма ГмбХ (МАГ)  
(DE)  
(72) Изобретатель: Ханно Венске[DE],  
Херманн Матшинер[DE], Ханс Зигель[DE]  
(73) Патентообладатель:  
Машинен-унд Анлагенбау Гримма ГмбХ (МАГ)  
(DE)

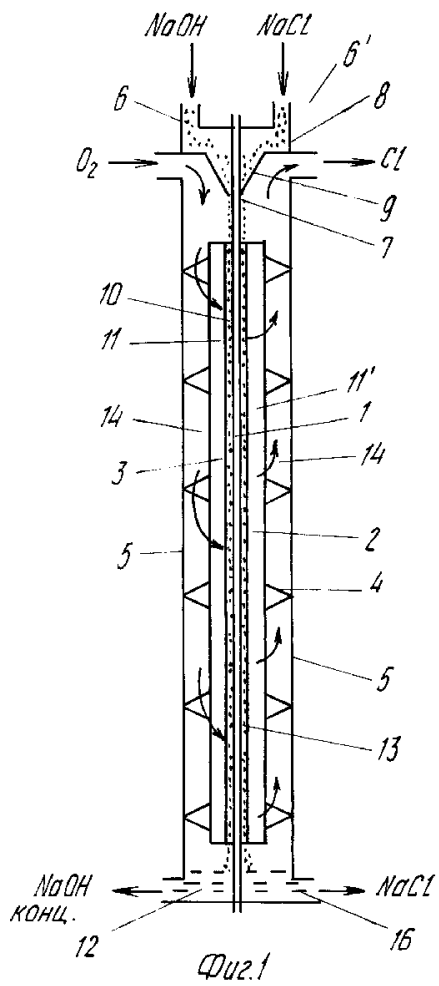
(54) ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ЯЧЕЙКА И ЭЛЕКТРОД С КАПИЛЛЯРНЫМИ ЗАЗОРАМИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ С ВЫДЕЛЕНИЕМ ИЛИ ПОГЛОЩЕНИЕМ ГАЗА И СПОСОБ ЭЛЕКТРОЛИЗА ДЛЯ НЕЕ

(57) Реферат:  
Изобретение относится к электролитической ячейке и электроду с капиллярными зазорами для электролитических реакций с выделением или поглощением газа и способу электролиза для нее. Согласно изобретению электрод электролитической ячейки выполнен в виде электрода с капиллярными зазорами и включает по меньшей мере одну гидрофильную электролитически активную реакционную область и гидрофобную электролитически неактивную зону газопереноса для раздельного прохождения электролита или пропитывающего вещества и реакционного газа. 3 с. и 25 з.п. ф-лы. 4 ил.

RU 2 074 266 C1

RU 2 074 266 C1

RU 2074266 C1



RU 2074266 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 074 266** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **C 25 B 9/00, 11/02, H 01 M**  
**8/08, 4/86**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

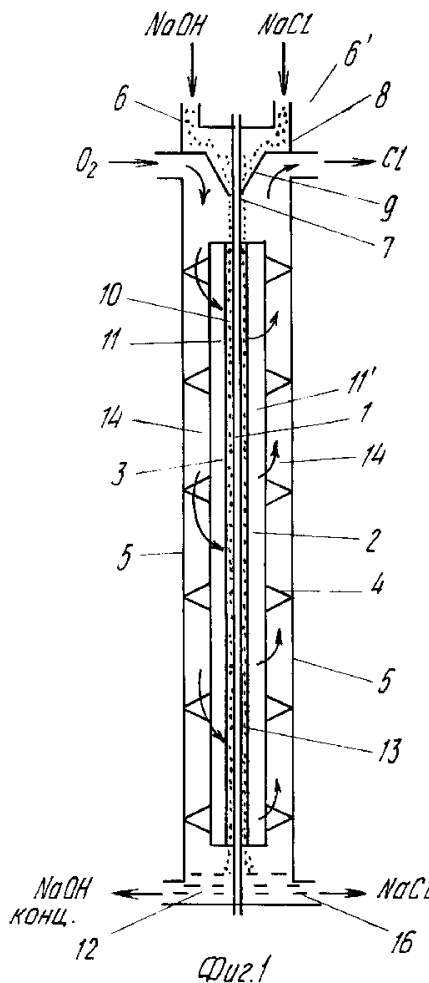
(21), (22) Application: 93058624/26, 22.06.1992  
 (30) Priority: 22.06.1991 DE P 4120679.7  
 (46) Date of publication: 27.02.1997  
 (86) PCT application:  
 EP 92/01402 (22.06.92)

(71) Applicant:  
**Mashinen-und Anlagenbau Grimma GmbH**  
**(MAG) (DE)**  
 (72) Inventor: **Khanno Venske[DE],**  
**Khermann Matshiner[DE], Khans Zigel'[DE]**  
 (73) Proprietor:  
**Mashinen-und Anlagenbau Grimma GmbH**  
**(MAG) (DE)**

(54) **ELECTROLYTIC CELL AND ELECTRODE WITH CAPILLARY CLEARANCES FOR ELECTROLYTIC REACTIONS WITH RELEASE AND ABSORPTION OF GAS AND ELECTROLYTIC METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: electrolytic processes. SUBSTANCE: electrode has at least one hydrophilic electrolytically active reaction region and hydrophobic electrolytically inactive gas-transfer zone for separate passage of electrolyte or impregnating substance and reaction gas. EFFECT: improved structure. 28 cl, 4 dwg



RU 2 074 266 C1

RU 2 074 266 C1

Данное изобретение относится к электролитической ячейке для реакций и процессов, протекающих с выделением или поглощением газа, в частности для электролиза с получением хлора и щелочи или для электролиза воды, или для использования в качестве топливного элемента, с электролитом и по меньшей мере одной парой электродов, разделенных по меньшей мере одним сепаратором и включающей по меньшей мере один электрод с капиллярными зазорами. Изобретение относится также к электроду с капиллярными зазорами и к способу электролиза для электролитических процессов, протекающих с выделением или поглощением газа.

Используемые электроды имеют первостепенное значение для эффективности процесса электролиза, например, в электролизе с целью получения раствора каустической соды и хлора или в электролизе воды для получения водорода или перекиси водорода. Они должны иметь как можно более низкое сопротивление, что позволяет осуществлять быстрый разряд и отвод реакционного газа из реакционной зоны между катодом и анодом.

Обычные конструкции электродов с высокоактивными электродами материалами в электролизерах для получения хлора и щелочи или для электролиза воды все еще очень неэффективны из-за наполнения электролита пузырьками газа и покрытия пузырьками газа электродов в активной области.

Использование газодиффузионных электродов в электрохимических процессах большей частью было невозможно из-за чрезмерных эксплуатационных расходов и неудовлетворительного массообмена в обогащенных газом пористых электродах, который наблюдается в заполненных жидкостью ячейках. Относительно низкая прочность системы электрод/диафрагма/электрод и отчасти неоднородное распределение тока ограничило техническую реализацию маленьких ячеек. Изготовление и эксплуатация очень тонких и стабильных электродов требует дорогих технологий.

Описание к французскому патенту [1] раскрывает аппарат для электролиза с фракционированными электродами, в котором пористые электроды частично покрыты пористыми оксидами металлов, и путем снижения давления обеспечивается расположение пузырьков газа только с обратной стороны электрода. Поры основы электрода и покрытия из окисла металла заполнены электролитом. Такие электроды дороги, и трудно удалить оставшиеся газы из пор после отключения электролитической ячейки.

Что касается производства хлора и раствора каустической соды, недавно стал известен аппарат со стекающей пленкой, в которой используется очень тонкий, потребляющий кислород, пористый катод из Ag/ПТФЭ [2]. Кислород подается на пористый электрод, в то время как разбавленный раствор каустической соды проходит в направлении сверху вниз между указанным электродом и мембраной и выходит из ячейки со стороны дна в виде обогащенного раствора каустической соды. Анод обычного

типа из титанового материала с большой поверхностью и активным поверхностным слоем, так же как и катод, имеющий зазор шириной, например, около 0,6 мм, расположены относительно мембраны и заплываются соляным раствором сверху. Получающийся хлор об разует на обратной стороне анода и выходит через прилегающее свободное от жидкости отделение.

Кроме того, в литературе [3] приведено описание электролитической ячейки для электролитических процессов с выделением газа, в которой проблемы, вызываемые отводом газа из активной области и высокой электрической нагрузкой, могут быть решены путем использования по меньшей мере одного электрода с капиллярными зазорами, в котором направление движения пузырьков газа через заполненный электролитом электрод осуществляется преимущественно в направлении электрического поля между анодом и катодом за счет подходящего размера капиллярного зазора. Однако и в этом случае вышеупомянутые трудности не преодолеваются удовлетворительным образом.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является электродное устройство для топливного элемента или электролизера, содержащее два электрода в виде анода и катода, разделенные мембраной [4]. Устройство предназначено для получения водорода и кислорода или для их реакции с образованием воды. Недостаток известного решения заключается в выделении пузырьков газа в рабочую жидкость, что приводит к повышению омического сопротивления и, вследствие этого, к снижению эксплуатационных свойств ячейки.

Задачей данного изобретения является улучшение электролитической ячейки вышеупомянутого вида, электрода с капиллярными зазорами для конструирования электролитических ячеек, а также способа электролиза для реакций, протекающих с выделением или поглощением газа, и способа электролиза в электролитических ячейках, имеющих по меньшей мере один электрод капиллярными зазорами, таким образом, чтобы существенно снизить омическое сопротивление и в то же время улучшить перенос вещества, и чтобы изготовление и эксплуатация ячейки с большими активными поверхностями и размерами не вызывали осложнений.

Вышеуказанная задача достигается в электролитической ячейке вышеупомянутого типа согласно данному изобретению тем, что электрод с капиллярными зазорами включает средства для отдельного пропускания электролита или пропитываемого вещества и реакционного газа.

Для этого электролитическая ячейка содержит по меньшей мере одну тонкую гидрофильную электролитически активную реакционную зону, прилегающую к сепаратору, и гидрофобную электролитически неактивную зону газопереноса большего размера в качестве отдельных путей для электролита или пропитываемого вещества и реакционного газа. Гидрофильная реакционная зона рядом с сепаратором образует часть электрода, которая обращена к сепаратору, в то время как область

газопереноса, отдаленная от сепаратора, образует часть электрода, обращенную от сепаратора.

Особенно явное снижение омического сопротивления достигается в предпочтительном варианте изобретения, в котором гидрофильная реакционная область электрода с капиллярными зазорами расположена в свободном от зазоров соединении с сепаратором.

В предпочтительном варианте изготавливают гидрофильные элементы электрода или электрод с капиллярными зазорами шириной около  $1/4$  ширины электродных элементов или ширины электрода с капиллярными зазорами, в то время как остающаяся часть электрода с капиллярными зазорами выполнена гидрофобной. Для этого реакционная область может включать гидрофильное кристаллическое покрытие, в то время как зона транспортировки имеет гидрофобное покрытие, например, покрытие смазкой или гидрофобным пластичным полимером.

В другом предпочтительном варианте электролитической ячейки согласно данному изобретению, полоскообразные электродные элементы имеют толщину примерно от 0,01 до 0,05 мм (в направлении параллельно сепаратору или в направлении ширины капиллярного зазора); ширина капиллярных зазоров между расположенными на расстоянии друг от друга электродными элементами примерно от 0,05 до 0,25 мм; и толщина электродов с капиллярными зазорами (или ширина электродных элементов в направлении, перпендикулярном сепаратору) по крайней мере в десять раз больше ширины капиллярных зазоров. Ширина капиллярного зазора зависит, в частности, от процесса, рабочей температуры, рабочего давления и используемого электролита или пропитываемого вещества. Вышеупомянутые параметры могут также использоваться независимо друг от друга в электроде с капиллярными зазорами.

Электродные элементы электрода с капиллярными зазорами, которые могут иметь форму, известную, например, из описания к патенту [5] или к патенту [6] являются предпочтительно гидрофильными в направлении, параллельном сепаратору, и далее выполнены гидрофобными на протяжении большей по размеру боковой внешней области, в частности, за счет покрытия; причем ширина гидрофильной части вблизи сепаратора составляет около  $1/4$  ширины электродных элементов с гидрофобным покрытием.

Предпочтительная конструкция электролитической ячейки выполнена так, что сепаратор является подводящим элементом для подачи электролита или пропитываемого вещества к электроду с капиллярными зазорами, в особенности к его реакционной области, которая прилегает к сепаратору без всякого зазора. Таким образом, можно усилить положительный эффект, достигаемый за счет гидрофобной зоны газопереноса электрода с капиллярными зазорами, а именно способность сохранять эту большую по размерам область электрода с капиллярными зазорами действительно свободной от электролита или

пропитываемого вещества использовать ее действительно исключительно для подвода или отвода реакционного газа.

В качестве сепаратора преимущественно используется диафрагма или соответствующая мембрана. Диэлектрическое тело в виде сети или решетки частично отвечает требованиям, например, во время электролиза воды, для разделения анода и катода с целью предохранения от короткого замыкания.

Предпочтительный вариант электролитической ячейки, дающий очень компактную структуру особо малой толщины электролитической ячейки в целом, достигается тем, что электрод с капиллярными зазорами соответственно выполнен в виде анода и катода, прилегающих без зазора к обеим сторонам сепаратора для разделения пары электродов, так что анод и катод разделены только сепаратором и объединены с образованием ячейки. Такая электролитическая ячейка предназначена, в частности, для электролиза с получением хлора и щелочи или для электролиза воды. Капиллярное распределяющее устройство для электролита или пропитываемого вещества целесообразно расположено по своей ширине вертикально расположенного сепаратора непосредственно выше электрода (или электродов) с капиллярными зазорами. Это означает, что электролитическая ячейка, которая специально приспособлена для электролиза с получением хлора и щелочи или электролиза воды в варианте настоящего изобретения, сконструирована таким образом, что сепаратор и электрод (или электроды) с капиллярными зазорами, которые прилегают к нему преимущественно без всякого зазора, расположены вертикально, и распределяющее устройство располагается вдоль сепаратора выше электрода с капиллярными зазорами в виде трубки или паза для подачи электролита или пропитываемого вещества вдоль по меньшей мере одной поверхности сепаратора плоской формы, так что электролит или пропитываемое вещество (в частности вода) образует пленку вдоль поверхности границы между сепаратором и гидрофильной реакционной областью электрода (или электродов) с капиллярными зазорами.

В другом варианте настоящего изобретения, который предпочтителен для быстрой подачи или отвода реакционного газа, отделение подачи или отвода газа выполнено сбоку на внешней стороне или выше по оси последовательно с гидрофобной зоной транспортировки газа электрода с капиллярным зазором.

Ячейку неусложненной конструкции, например, для биполярного ТПЭ (с твердым полимерным электролитом) электролизера со стекающей пленкой для электролиза воды, можно получить, используя предпочтительно пару электродов, которые являются однородно электропроводными.

Предпочтительная конструкция электролитической ячейки, особенно для электролиза с получением хлора и щелочи или электролиза воды, может также быть достигнута в случае, когда сепаратор плоской формы находится в свободном от зазоров контакте с парой электродов с капиллярным

ззором, и присоединен к электродам с капиллярными зазорами с образованием ячейки с рядом боковых токоподводов, которые присоединены к электродам с капиллярными зазорами извне и разделены в вертикальном направлении, образуя основу и разделяющие элементы между электродами с капиллярными зазорами и корпусом, образуя ячейку в сборе. При такой конструкции также отсутствует необходимость выполнения сепаратора в виде механически независимой твердой конструктивной составляющей, так как электрод с капиллярными зазорами, который является механически жестким, но тем не менее легко адаптируется, особенно если как анод, так и катод выполнены в виде электродов с капиллярными зазорами, расположенных с обеих сторон сепаратора, повышая механическую прочность сепаратора, так что сепаратор может быть очень тонким и иметь механически относительно непрочную конструкцию. Это позволяет еще более уменьшить толщину электролитической ячейки и дополнительно позволяет использовать в качестве сепаратора такие материалы, которые, хотя и имеют преимущества с точки зрения электролиза, тем не менее не могут использоваться, так как они не позволяют использовать сепаратор, выполненный в виде конструктивно независимого, механически прочного и твердого элемента.

Высокая плотность упаковки электрохимических ячеек внутри корпуса может также быть получена в другом варианте настоящего изобретения, особенно для ТПЭ электролизеров вертикальной конструкции, в которых несколько ячеек, каждая из которых состоит из пары электродов с капиллярным зазором с расположенным в разделяющей их плоскости сепаратором, и которые отделены друг от друга посредством предпочтительно электропроводных разделительных стенок, причем противоположные стенки корпуса являются токопроводами. В этом случае преимущество данного изобретения заключается в том, что оно позволяет осуществить вертикальную конструкцию ТПЭ электролизера в противоположность предшествующей горизонтальной, обеспечивая образование падающей пленки воды (пропитываемого вещества), и значительно большей поверхности электрода, при этом гидрофильная реакционная область электрода с капиллярным зазором, удерживающая разлагаемую воду, представляет собой пленку.

В другом варианте настоящего изобретения рассматривается использование электролитической ячейки в качестве биполярного топливного элемента; отделение для электролита предпочтительно выполнено между анодом и катодом, причем стенки этого отделения образуют проницаемые для электролита сепараторы в плотном соединении с анодом или катодом, соответственно выполненным в виде электрода с капиллярным зазором. Ряд электродных пар плоской формы расположены предпочтительно в последовательном порядке, и отделения для электролита выше и/или ниже электродных пар сообщаются. Электрод с капиллярными зазорами первой пары электродов может

одновременно образовывать электрод другой электродной пары.

В другом предпочтительном варианте данного изобретения электроды с капиллярными зазорами, которые находятся внутри устройства, могут также быть расположены вдоль его противоположных внешних сторон вместе с соответствующей гидрофильной реакционной областью, так что соответствующие электроды с капиллярными зазорами имеют две периферийные гидрофильные реакционные зоны, разделенные центральной гидрофобной областью транспортировки газа.

Для решения поставленной задачи, то есть для обеспечения улучшенного электрода с капиллярными зазорами для электролитических процессов и реакций, идущих с выделением или поглощением газа, независимо от специфической конфигурации или специфического применения в пределах сферы электрохимических электролитических ячеек, электрод с капиллярным зазором снабжается, в соответствии с данным изобретением, средствами для отдельного прохождения электролита и реакционного газа.

Электрод с капиллярными зазорами, который состоит из ряда отдельно расположенных электродных элементов, которые расположены параллельно и имеют устроенные между ними капиллярные зазоры, могут иметь конфигурацию подобно известной, например, из патентов [5] или [6] или состоять из множества ламелей, лент, полосок пленки или чего-либо подобного. Значительно улучшенный отвод или подвод реакционного газа, который, в свою очередь, не препятствует транспорту электролитического материала, достигается согласно предпочтительному варианту, в котором электродные элементы имеют по меньшей мере одну небольшую гидрофильную реакционную зону, которая предпочтительно расположена на сепараторе, и в которую электролит или пропитываемое вещество поступает и удерживается под действием капиллярных сил, а также гидрофобную область транспортировки газа, которая прилегает к ней извне и которая остается практически свободной от электролита или пропитываемой жидкости из-за отталкивающих жидкость гидрофобных свойств, в частности за счет покрытия, так что омическое сопротивление электрода с капиллярными зазорами снижается за счет того, что эффективная поверхность электрода не блокируется пузырьками газа, и быстрая подача или отвод реакционного газа относительно поверхности, где протекает электролитическая реакция, обеспечивается в то же время без нарушения самой реакции за счет переноса газа.

Расположенные отдельно элементы электрода предпочтительно имеют толщину примерно от 0,01 до 0,05 мм и/или ширина капиллярного зазора между рядом расположенными элементами электрода составляет от 0,05 до 0,25 мм, в зависимости от назначения электрода с капиллярным зазором в электрохимических процессах, т. е. в зависимости от характера процесса, рабочей температуры, рабочего давления, электролита; и/или электрод с капиллярными

зазорами имеет толщину (соответствующую ширине электродных элементов), которая по крайней мере в десять раз больше ширины капиллярного зазора. Гидрофильная реакционная зона, имеющая полосовидную конфигурацию, расположенная по меньшей мере на одной стороне электродных элементов, имеет преимущественно ширину около 1/4 от общей ширины электродных элементов (которая соответствует толщине электрода с капиллярными зазорами) в то время как оставшаяся часть электрода с капиллярными зазорами сохраняется в качестве фактически свободной от электролита (или от пропитывающего вещества) зоны транспортировки газа посредством нанесения на нее гидрофобного покрытия, например, смазки или гидрофобного пластичного полимера. Гидрофильная область образуется, например, соответствующим обладающим сродством к электролиту кристаллическим покрытием.

Обеспечение улучшенного процесса электролиза, который позволяет снизить омическое сопротивление и улучшить массоперенос, эксплуатационные данные и рабочие параметры процесса электролиза, достигают в предлагаемом способе тем, что электролит или пропитывающее вещество и реакционный газ, который образуется или расходуется в процессе, поступают отдельно, по существу внутри электрода с капиллярными зазорами, и электролит фактически не влияет, по крайней мере существенно, на транспортировку газа, а транспортировка газа не влияет, по крайней мере существенно, на электролитические реакции.

Внутренняя реакционная зона, которая обращена к сепаратору и заполнена электролитом или пропитывающим веществом, преимущественно формируется внутри электрода с капиллярными зазорами, так же как зона транспортировки газа, которая занимает основную часть электрода с капиллярным зазором ив существенной степени свободна от жидкости, а реакционный газ подается в основном в направлении, перпендикулярном к сепаратору через свободную от жидкости часть капиллярного зазора электрода с капиллярными зазорами к заполненной электролитом реакционной области, или отводится от заполненной электролитом реакционной области через область газопереноса электрода с капиллярными зазорами.

В другом предпочтительном варианте способа, являющегося предметом изобретения, электролит или пропитывающее вещество подается только к одной внутренней гидрофильной реакционной зоне, прилегающей к сепаратору, и образует там тонкую пленку жидкости, которая распространяется за счет капиллярных сил в упомянутой реакционной зоне, в то время как гидрофобная область электрода с капиллярными зазорами, которая обращена от сепаратора, то есть (собственно) капиллярный зазор, остается фактически свободным от электролита или пропитывающего вещества в этой области.

Далее предпочтительно электролит (или растворенное вещество) подают на электрод с капиллярными зазорами через сепаратор.

В другом предпочтительном варианте

данного изобретения электролит или пропитывающее вещество подают в направлении, по существу перпендикулярном к направлению газопереноса через электрод с капиллярным зазором вдоль сепаратора или вдоль поверхности раздела между сепаратором и принимающей электролит или пропитывающее вещество гидрофильной реакционной областью электрода с капиллярными зазорами.

Другие предпочтительные варианты предмета изобретения, в частности, предлагаемого способа, описаны в остальных пунктах формулы.

Следовательно, особенностью данного изобретения является наличие электрода с капиллярными зазорами, в который подают отдельно электролит и реакционный газ, образующийся или поглощаемый в ходе электролитического процесса, так что электролит или пропитывающее вещество не препятствуют переносу реакционного газа, а реакционный газ не нарушает электролитической реакции. Для этого используют электрод с капиллярными зазорами, который к тому же подает электролит или пропитывающее вещество только в одну гидрофильную реакционную область, которая обращена к соседствующему сепаратору и которая предпочтительно расположена рядом с ним, в то время как область зоны капиллярного зазора, которая обращена от сепаратора, имеет гидрофобные характеристики, и капиллярный зазор, следовательно, остается свободным от электролита или пропитывающего вещества в этой области. Электролит может подаваться к электроду с капиллярными зазорами только через сепаратор, а также путем проникновения через него, например, когда стенки электролитного отделения образуют сепаратор или сепараторы, или во время ТПЭ электролиза с водой. Электролит/пропитывающее вещество (в особенности вода) также может подаваться в виде пленки, стекающей вдоль поверхности сепаратора к стороне, обращенной к электроду с капиллярным зазором, в частности, сверху вниз вблизи верхней части электрода с капиллярными зазорами. Реакционный газ отводится или подводится через области электрода с капиллярными зазорами, свободные от электролита или пропитывающего вещества, соответственно на стороне капиллярного электрода, обращенной от сепаратора.

Особенно благоприятным является то, что стекающая пленка электролита или пропитывающего вещества, которую подают сверху на электрод с капиллярными зазорами, с помощью сепаратора распространяется в электроде на всю прилегающую к сепаратору сторону (гидрофильную реакционную область) электрода с капиллярными зазорами, и остается в этом виде, и что реакционный газ отводят и подводят главным образом в направлении, перпендикулярном к сепаратору, через область капиллярных зазоров гидрофобного электрода с капиллярными зазорами, которая свободна от электролита или пропитывающего вещества. Это можно осуществить посредством отделения для сбора или подачи газа,

которое расположено выше гидрофобной области газопереноса электрода с капиллярными зазорами. Сепаратор оформлен предпочтительно в виде диафрагмы или мембраны, причем по меньшей мере один из двух электродов выполнен в виде электрода с капиллярными зазорами, который прилегает к сепаратору по меньшей мере в преобладающей степени, а электрод с капиллярными зазорами состоит из ряда прилегающих электродных элементов, которые расположены параллельно один другому на таком расстоянии друг от друга, чтобы создавался капиллярный эффект.

Средства для раздельного транспортирования электролита или пропитываемого вещества и реакционного газа представляют собой предпочтительно небольшую электролитически активную реакционную область, которая находится на сепараторе и выполнена гидрофильной, в то время как другая область электрода с капиллярными зазорами, которая обращена от сепаратора, имеет гидрофобные характеристики и предпочтительно соответствующее покрытие. Оптимальные эксплуатационные характеристики электролитической ячейки или электрода с капиллярными зазорами получены в том случае, если электрод с капиллярными зазорами действительно прилегает к разделяющему элементу без какого-либо зазора так, что образуется непрерывная пленка электролита. Отсутствие зазоров приводит к резкому снижению электрического сопротивления и резкому улучшению массопереноса, что вызывает существенное увеличение эффективности электрода с капиллярными зазорами и электролитической ячейки, и соответственно, процесса электролиза. Для этого в данном случае принимают меры предосторожности к тому, чтобы не возникали пустоты или промежуточные пространства между электродом с капиллярными зазорами и сепараторами, и чтобы газ не аккумулировался и пузырьки газа не скапливались между сепаратором и электродом с капиллярными зазорами с образованием пленки газа, препятствующей процессу электролиза как электрический изолятор. Более того, прилегание двух электродов с капиллярным зазором с обеих сторон сепаратора без зазора повышает механическую прочность.

В предпочтительном варианте электролитической ячейки капиллярный распределитель для электролита распространяется на всю ширину вертикально расположенного сепаратора непосредственно выше электрода с капиллярными зазорами. Отделение отвода и подвода газа может находиться на той стороне электрода с капиллярными зазорами, которая обращена от сепаратора.

Как оказалось, существенным является то, что элементы электрода преимущественно имеют толщину от 0,01 до 0,055 мм и что ширина капиллярного зазора находится в пределах от 0,05 до 0,25 мм в зависимости от процесса электролиза, рабочей температуры, рабочего давления и вида электролита или пропитываемого вещества. Ширина электродных элементов, которая

одновременно определяет толщину электрода с капиллярным зазором, предпочтительно по меньшей мере в десять раз больше ширины капиллярного зазора.

Особенно малая толщина электролитической ячейки получается, когда анод и катод разделены только сепаратором и объединены в собранную ячейку. Такая электролитическая ячейка особенно подходит для электролиза с получением хлора и щелочи и для электролиза воды. Напротив, если электролит должен проходить через отделение для электролита между электродами, целесообразно сконструировать стенки отделения для электролита в виде проницаемых для электролита сепараторов, причем электролит находится только внутри отделения для электролита, в сепараторе и в прилегающем гидрофильном пограничном слое, являющемся активной реакционной зоной электрода с капиллярными зазорами. При таком типе электролитической ячейки возможно также объединить ряд анодов и катодов с расположенными между ними отделениями для электролита в пакет ячеек, причем отделения для электролита соединены друг с другом также и потоком.

Назначение данного изобретения можно теперь свести к следующему:

В случае обычных электродов с капиллярными зазорами капилляры (обычно горизонтальные) между электродами заполнены электролитом. Это означает, что в электроде с капиллярными зазорами обычного типа производится полное заполнение капиллярных зазоров электролитом или пропитывающим веществом за счет капиллярного эффекта. Таким образом, даже в случае нерегулярной подачи электролита или пропитываемого, особенно при подаче в форме стекающей пленки, электрод с капиллярными зазорами позволяет равномерное распределить электролит или пропитываемое вещество по всей поверхности электрода и по всей его толщине. В то время как первая из упомянутых особенностей, то есть большая активная поверхность электрода, пропитанная электролитом или пропитывающим веществом, является желательной, последняя, то есть полное заполнение электрода с капиллярными зазорами электролитом или пропитывающим веществом, препятствует отводу и подводу реакционного газа через электрод с капиллярными зазорами с тем результатом, что пузырьки газа значительно снижают интенсивность электролитической реакции в активной области. Газ, выделяющийся или необходимый во время электролиза, образует пузырьки, которые должны двигаться от капиллярных зазоров наружу. В случае электролитической реакции с выделением газа на пузырьки газа, образующиеся в реакционной зоне электрода, оказывает сильное воздействие поверхностное натяжение на границе электролита или пропитываемого вещества и твердой фазы, направленное от середины зазора электродных элементов вовне. Вследствие этого, возникает сильный массоперенос в твердой и жидкой фазе и, таким образом, высокий обмен вещества из-за уменьшения толщины слоя Нернста.

Для того, чтобы избежать эффекта



изоляции газом внутри электрода, приводящего к увеличению потребления энергии или к снижению выхода энергии и к нарушению электролитической реакции пузырьками газа, электрод с капиллярными зазорами снабжен согласно данному изобретению средствами для отвода газа, которые обеспечивают раздельное прохождение электролита или пропитывающего вещества и реакционного газа внутри электрода. Это осуществляют преимущественно путем разделения электрода на гидрофильную реакционную область и гидрофобную зону газопереноса преимущественно путем нанесения соответствующих гидрофильного и гидрофобного покрытий, причем гидрофильный тип электрода с капиллярным зазором реализуют только в небольшой области, которая предпочтительно расположена очень близко к сепаратору, что интенсифицирует капиллярный эффект и обеспечивает распространение электролита или пропитывающего вещества в этой области. Гидрофобный тип другой (большей) части электрода с капиллярными зазорами противодействует капиллярному эффекту и таким образом сохраняет эту область газопереноса свободной от электролита или пропитывающего вещества, так что газ может транспортироваться без затруднений между электролитически активной областью и стороной электрода с капиллярными зазорами, которая освобождена от сепаратора. Преимущественно свободный от зазоров контакт электрода с капиллярными зазорами с сепаратором, в свою очередь, позволяет создать более компактную конструкцию. Кроме того, конструкция сепаратора как механически независимого конструктивного элемента не является необходимой, поскольку электрод с капиллярными зазорами, который является механически устойчивым, но тем не менее гибким, особенно при использовании его в качестве как анода, так и катода на обеих сторонах сепаратора, обеспечивает механическую стабилизацию последнего и приводит к достаточной механической стабильности пакета ячеек, так что сам сепаратор может быть выполнен тонким и относительно непрочным. Последнее уменьшает толщину электролитической ячейки такой конструкции и позволяет также выбрать для сепаратора оптимальный с электрохимической точки зрения материал без учета его механической прочности.

Для того, чтобы более совершенным методом отводить полученные пузырьки газа в электроде с капиллярными зазорами или подавать их к гидрофильной реакционной зоне электрода с капиллярными зазорами, ширина этой области должна составлять около 1/4 ширины электродных элементов или толщины электрода с капиллярными зазорами; электролит или пропитывающее вещество должны притягиваться к этой гидрофильной реакционной зоне и обладать способностью удерживаться там. Электролит или пропитывающее вещество преимущественно должны представлять собой пленку вдоль сепаратора, то есть должны иметь минимальную протяженность в направлении тока и электрического поля перпендикулярно к сепаратору. За пределами

пленки электролита капиллярные зазоры электрода с капиллярными зазорами должны быть без электролита. Реакционный газ, образующийся в пленке электролита (или пропитывающего вещества) может, таким образом, удаляться от электрода с капиллярными зазорами или может поступать без затруднений извне к пленке электролита. Таким образом, раздельное прохождение реакционного газа и электролита (или пропитывающего вещества) достигается тем, что небольшая область электрода с капиллярными зазорами выполнена гидрофильной или снабжена гидрофильным покрытием и притягивает электролит (или пропитывающее вещество) и вызывает распределение электролита или пропитывающего вещества с получением покрывающей поверхность пленки, адгезированной к сепаратору, в то время как большая область электрода с капиллярными зазорами выполнена гидрофобной или снабжена гидрофобным покрытием, с тем, чтобы фактически предотвратить ввод электролита (или пропитывающего вещества) в эту область электрода с капиллярными зазорами и эта область была доступна, таким образом, для транспортировки газа.

Далее настоящее изобретение поясняют более подробно со ссылками на варианты исполнения и сопровождающими рисунками, в которых: фиг.1 - схематическое изображение разреза электролитической ячейки со стекающей пленкой, предназначенное в частности, для электролиза с получением хлора и щелочи, с катодом, потребляющим кислород, в соответствии с первым вариантом;

фиг. 2 схематическое изображение биполярного ТПЭ электролизера со стекающей пленкой для электролиза воды согласно другому варианту данного изобретения;

фиг.3 схематическое изображение поперечного сечения биполярного топливного элемента с отделением для электролита согласно другому варианту данного изобретения; и

фиг. 4 схематическое изображение увеличенной детали сборки электрода с капиллярными зазорами для электролитической ячейки согласно фиг.1-3.

фиг. 1 схематическое изображение в поперечном сечении электролитической ячейки, выполненной в виде аппарата с падающей пленкой для электролиза с получением хлора и щелочи с катодом, потребляющим кислород. Электролитическая ячейка, подробная конструкция которой показана на примере схематического изображения в аксонометрической проекции на фиг.4, снабжена в центре непроницаемым для электролита, проницаемым для газа сепаратором плоской формы, с которым контактирует с обеих сторон без какого-либо зазора электрод с капиллярными зазорами 2, служащий анодом и электрод с капиллярными зазорами 3, служащий катодом, причем оба электрода имеют в целом также плоскую конфигурацию. Электроды с капиллярными зазорами 2 и 3, в свою очередь, поддерживаются вертикально расположенными отдельно стоящими токоподводящими шинами 4, находящимися между стенкой корпуса 5 электролитической

ячейки и электродом. Разбавленный щелок поступает сверху через капиллярный распределитель 6', который подает электролит в стекающую пленку на поверхности сепаратора 1, и который, в свою очередь, состоит из распределительного отделения 6 и дна распределителя 8, за которым следует клинообразный распределительный канал 9 для регулировки уровня подаваемого электролита по всей ширине электрода и ширине сепаратора, и из капиллярного распределителя 7. Последний обеспечивает одинаковую толщину пленки электролита, стекающей вдоль поверхности сепаратора. Ширина зазора капиллярного распределителя 7 определяется в соответствии с необходимым количеством электролита.

Конструкция двух электродов с капиллярными зазорами 2, 3, играющих роль анода и катода, показанная более ясно на фиг.4, выбрана так, чтобы внутренняя, выполненная в виде полос, часть, которая находится в контакте с сепаратором 1, образовала гидрофильную реакционную зону 10 и 13, соответственно, в которую поступает электролит из стекающей пленки и удерживается за счет капиллярного действия в капиллярных зазорах 22 электродов с капиллярными зазорами 2, 3 (фиг.4), в то время как остальная область электродов с капиллярными зазорами 2, 3, которая следует за гидрофильной реакционной зоной 10, 13 с внешней стороны, образует гидрофобную область газопереноса 11, 11', гидрофобные свойства которой, в частности обусловленные гидрофобным покрытием, превышают капиллярное действие капиллярных зазоров 22 электродов с капиллярными зазорами 2 и 3, так что гидрофобные части электрода, которые образуют зоны транспортировки газа 11, 11', остаются свободными от электролита, и электролит из стекающей пленки распространяется в пределах как можно более тонкой пленки вдоль сепаратора 1 внутри гидрофильной реакционной области 10, 13 электродов с капиллярными зазорами 2, 3. Получающаяся стекающая пленка электролита, таким образом, воспринимается гидрофильной реакционной зоной 10, 13 анода 2 и катода 3 с капиллярными зазорами, вертикальной проницаемой для электролита конструкции, находящихся в контакте с сепаратором 1, который представляет собой мембрану или диафрагму. Кислород подается в электролитическую ячейку снаружи под небольшим давлением, причем кислород проходит через отделение подачи газа 14 и капиллярные зазоры 22 гидрофобной зоны транспортировки газа 11 катода 3. Концентрированный электролит проходит в виде стекающей пленки вниз и выводится из коллекторного отделения 12 в дне электролитической ячейки. Анодная часть, которая на фиг.1 находится справа, имеет соответствующие функции. Конструкция двух электродов с капиллярными зазорами 2, 3 одинакова с обеих сторон сепаратора 1. Раствор хлорида натрия подается через распределитель 6'. Получающийся в результате электролитической реакции газообразный хлор проходит от гидрофильной реакционной зоны 13 анода 2 через капиллярный зазор 22 анода 2 в прилегающее газораспределительное отделение 14 и из

упомянутого отделения наружу. Разбавленный рассол выводится из коллекторного отделения 16 на дне электролитической ячейки.

Сами электроды с капиллярными зазорами могут иметь различные конфигурации, известные, например, из (5,6).

Электроды с капиллярными зазорами 2,3 состоят каждый из плоскопараллельных электродных элементов 23, образующих небольшие полосы, каждая из которых отделена от другой в направлении основной плоскости сепаратора 1 изогнутым разделительным электродным элементом 23а с образованием капиллярных зазоров 22. Внутри гидрофильной реакционной зоны 10, 13 электролит может также перемещаться вертикально через электроды с капиллярными зазорами 2, поскольку изогнутые разделительные электродные элементы 23а фактически не препятствуют капиллярному действию внутри гидрофильной реакционной зоны 10, 13 в вертикальном направлении, которое является плоскопараллельным по отношению к сепаратору 1.

Разумеется, могут быть выбраны и другие конфигурации электродных элементов в форме ламелей, лент или полосок пленки с включенными бусинками, разделителями и т. д. как известно из (3). В данном варианте, сплошная пленка электролита образуется за счет тесного контакта внутренней части гидрофильной реакционной зоны 10, 13 с сепаратором 1 в этой области электрода. В противоположность этому, гидрофобный характер зоны транспортировки газа 11, 11' электродов с капиллярными зазорами 2, 3 приводит к тому, что отталкивающее жидкость действие в этих частях электродов с капиллярными зазорами 2, 3 снимает капиллярный эффект, так что электроды остаются свободными от электролита в областях газопереноса 11, 11'.

В предпочтительном варианте толщина d электродного элемента 23 и разделительных электродных элементов 23а, соответственно, составляет от 0,01 до 0,05 мм, а ширина W капиллярного зазора составляет от 0,05 до 0,25 мм в зависимости от процесса электролиза, рабочей температуры, рабочего давления и типа электролита. Ширина b, представляющая толщину электродов с капиллярными зазорами 2, 3 в то же время по меньшей мере в десять раз больше ширины W капиллярного зазора 22.

Слой электролита должен быть как можно более тонким в гидрофильной реакционной зоне 10, 13 электродов с капиллярными зазорами 2, 3 на анодной и катодной стороне. Ширина B гидрофильной реакционной зоны 10 и 13, соответственно, предпочтительно составляет около 1/4 ширины b электродных элементов 23 и 23а, соответственно, то есть около 1/4 толщины электрода.

Гидрофильная реакционная зона 10, 13, которая образована с помощью имеющего средство к электролиту гидрофильного преимущественно кристаллического покрытия, обеспечивается для пути переноса, разделяющего электролит и реакционный газ внутри электродов с капиллярным зазором 2, 3. В то же время капиллярный эффект интенсифицируется в этой области, и при малой толщине пленки электролита можно

достигать больших структурных единиц электролитической ячейки с соответственно высокой пропускающей способностью в единицу времени. Гидрофобная часть электродных элементов 23, 23а, которая служит зоной транспортировки газа для газообразного кислорода, подаваемого на катодную сторону, и газообразного хлора, отводимого на анодной стороне, также формируется за счет соответствующего отталкивающего жидкость покрытия этой части поверхности электродных элементов 23, 23а, например, смазкой или отталкивающим жидкость полимерным покрытием. Ток здесь подводится токоподводами 4, которые остаются непосредственно на гидрофобной внешней стороне электродов с капиллярными зазорами 2, 3. Транспортировка газа в электроде осуществляется преимущественно в направлении, перпендикулярном к сепаратору 1, то есть в направлении электрического поля между анодом 2 и катодом 3 отделениями для сбора выходящего газа 14. Без них, однако, можно и обойтись, как будет видно из варианта данного изобретения, который будет разъяснен далее. В данном случае реакционный газ отводится от гидрофобных частей капиллярного зазора 22 вверх по плоскости электродов с капиллярными зазорами 2, 3, то есть, в сущности, параллельно сепаратору 1.

Фиг. 2 изображает ТПЭ электролизер (с твердым полимерным электролитом), то есть блок ячейки, состоящий из набора ячеек с твердым электролитом, который, в свою очередь, состоит из пары электродов с капиллярными зазорами анода 2 и катода 3, разделенных, например, мембраной, имеющей электролитические характеристики.

Обычные ТПЭ ячейки для электролиза воды содержат мембрану в качестве сепаратора, включающую тонкий пористый электрод в виде покрытия на обеих сторонах для формирования анода и катода. Комплекс ячеек для разложения воды обычно расположен в горизонтальной плоскости, и только верхняя часть заполнена водой. Эффективность такой сборки относительно низка из-за малых поверхностей.

В данном варианте электролизер может преимущественно иметь вертикальную и очень компактную конструкцию за счет электрода с капиллярными зазорами и стекающей пленкой воды, уже описанного в связи с фиг.1 и 4. Предварительным условием для такой простой компактной структуры является то, что электродные элементы 23 (фиг.4 в качестве примера), которые образуют электроды с капиллярными зазорами 2, 3, которые находятся на сепараторе 1 в качестве анода и катода без какого-либо зазора, должны быть непрерывно электропроводными, причем электроды с капиллярными зазорами 2, 3, разделяются в свою очередь на гидрофильную реакционную зону 10 и 13, соответственно, и на большую гидрофобную зону газопереноса 11, 11' (как разъяснено выше).

В таком случае гидрофильная реакционная зона 10, 13 электродов с капиллярными зазорами 2, 3, служит для того, чтобы осуществить хранение и прием воды, служащей пропитывающей жидкостью, в виде

пленки, и чтобы упомянутая пленка воды сохранялась, в то время как зоны газопереноса 11, 11' электродов с капиллярными зазорами 2, 3, как указано, гидрофобные, оставались свободными от воды и служили для раздельного отвода кислорода и водорода. Таким образом, можно существенно увеличить размеры ячейки при сниженном омическом сопротивлении ячейки и, таким образом, значительно увеличить эффективность электролизера, что облегчает наличие свободного от зазоров контакта электродов с капиллярными зазорами с мембраной 1. В данном случае ТПЭ электролизер согласно фиг. 2 представляет собой ряд из трех параллельных комплектов ячеек, каждый из которых состоит из анода и катода с капиллярными зазорами с расположенной между ними мембраной 1, и каждый из них соединен внутри биполярного блока ячеек тонкой электропроводной перегородкой 15.

В этом варианте непосредственный подвод тока к электродам с капиллярным зазором 2, 3 и к отделениям для электролита и к расположенным сбоку наружным отделениям отвода газа совсем не является необходимым, так что площадь, занимаемая электролизером, существенно сокращается и можно получить очень компактный блок ячеек. В этом случае, также, используемая чистая вода подается на анодную сторону капиллярным распределителем 7. В результате ТПЭ ячейки могут также действовать с вертикальным расположением электродов. Избыточная вода проходит через коллектор 18 из электролизера. Стенки корпуса 19, 20 одновременно служат токоподводами на анодной и катодной стороне.

Фиг. 3 изображает другой вариант в виде биполярного топливного элемента для генерирования тока в вертикальном разрезе. Что касается деталей строения электродов с капиллярными зазорами, которые используются как анод 2 и катод 3, соответственно, следует опять обратиться к предыдущим фигурам и к фиг.4. В этом случае три комплекта ячеек, каждый из которых состоит из анода 2, катода 3 и по меньшей мере одного сепаратора 1, и имеют объединенный подвод электролита, образованы в целом двумя электродными парами, то есть соответствующим электродом с капиллярными зазорами с внутренней гидрофильной реакционной зоной, которая обращена к электролиту и к сепаратору 1, и, кроме того, с гидрофобной зоной газопереноса. Внутренние электроды, а именно катод с капиллярными зазорами 3А и внутренний анод с капиллярными зазорами 2А, образуют другую пару электродов и комплект ячейки, так что каждый из внутренних электродов 2А, 3А принадлежит к двум комплектам ячеек. С этой целью анод 2А и катод 3А имеют гидрофильное покрытие на обеих сторонах в области кромки, и имеют гидрофильную реакционную зону 10, 13 вдоль их двух плоскопараллельных внешних поверхностей, в то время как внутренняя центральная область 11 анода 2А и катода 3А для вертикальной транспортировки газа выполнена гидрофобной. В этом случае сепараторы 1 выполнены соответственно в сочетании с каждой наружной стороной

гидрофильной реакционной зоны 10 электродов с капиллярными зазорами 2, 3, 2А, 3А, таким образом, что каждая пара электродов 2, 3А, 3, 2А, 3А разделяется двумя сепараторами 1, которые, в свою очередь, включают соответствующее отделение для электролита 21. Три отделения для электролита 21, образованные таким образом, взаимосвязаны общим потоком вверху и внизу анодов с капиллярными зазорами 2, 2А и катодов с капиллярными зазорами 3, 3А соответственно, и электролит или получающаяся вода протекает через них со дна в верхнюю часть (на фиг.3 в направлении стрелки). Гидрофильные реакционные зоны 10, 13 анодов 2, 2А и катодов 3, 3А могут быть смочены и образовывать место протекания электролитической реакции, в то время как другая, гидрофобная зона транспортировки газа 11 топливного элемента служит для подачи и отвода реакционных газов водорода и кислорода.

Топливо, такое как водород, подается к катодам 3, 3А, и кислород или воздух к анодам 2, 2А под давлением. Электропроводные стенки корпуса 19, 20, которые не показаны более детально и реализованы в соединении с внешним катодом 3 и анодом 2, соответственно, служат для подвода тока. В соответствии с рабочей температурой и используемым электролитом, гидрофильная реакционная зона 10 электродов с капиллярными зазорами 2, 2А, 3, 3А снабжены соответствующими катализаторами, например, в случае щелочной низкотемпературной ячейки, анод никелем, допированным титаном, и катод - серебром, допированным никелем. В другом варианте, катализатор может также быть нанесен на сепараторы 1 и электроды с капиллярными зазорами 2, 2А, 3, 3А, служащие одновременно для переноса вещества и сбалансированного пропускания тока.

По сравнению с вариантом, рассматривающим электролизер для воды согласно фиг. 2, здесь обошлись без электропроводных перегородок 15, за счет чего толщину комплекта ячейки топливных элементов в сочетании с многофункциональным использованием внутренних электродов 2А, 3А, можно уменьшить приблизительно на 50%

Особенно плотноупакованные большие электролитические реакторы могут быть выполнены в случае процессов, электродов с капиллярными зазорами и электролитических ячеек, составленных из таких электродов с капиллярными зазорами. Кроме их компактной конфигурации, дополнительным преимуществом реакторов для электролиза является то, что они имеют существенно более низкое омическое сопротивление, чем известные электролитические ячейки, так что они дают больше тока или имеют сниженные потребности в токе, в результате чего можно улучшить как превращение вещества за единицу времени, так и эффективность соответствующего электролизера.

Дальнейшее повышение скорости превращения возможно за счет того, что электролизеры могут работать при повышенных давлениях. Производство электродов с капиллярными зазорами может

быть механизировано и, таким образом, осуществлено очень эффективным путем. Их прочность очень велика, что приводит к очень длительному времени работы электродов с капиллярными зазорами и, таким образом, электролитических ячеек.

### Формула изобретения:

1. Электролитическая ячейка для электролитических реакций, протекающих с выделением или поглощением газа, в частности для электролиза с получением хлора и щелочи, или электролиза воды, или для использования в качестве топливного элемента для получения тока, включающая по меньшей мере одну пару электродов, разделенных по меньшей мере одним сепаратором, отличающаяся тем, что по меньшей мере один из электродов выполнен в виде электрода с капиллярными зазорами и включает по меньшей мере одну гидрофильную электролитически активную реакционную область и гидрофобную электролитически неактивную зону газопереноса для раздельного прохождения электролита или пропитываемого вещества и реакционного газа.

2. Ячейка по п.1, отличающаяся тем, что гидрофильная реакционная область электрода обращена к сепаратору, а зона газопереноса электрода обращена от сепаратора.

3. Ячейка по п.1 или 2, отличающаяся тем, что гидрофильная реакционная область электрода соединена с сепаратором.

4. Ячейка по пп.1-3, отличающаяся тем, что электрод с капиллярными зазорами выполнен в виде ряда электродных элементов, между которыми образованы капиллярные зазоры, расположенные перпендикулярно сепаратору, кроме того, ширина гидрофильной реакционной области меньше, предпочтительно существенно меньше, ширины зоны газопереноса в направлении, перпендикулярном сепаратору.

5. Ячейка по п.4, отличающаяся тем, что ширина гидрофильной реакционной области составляет не более 1/3, предпочтительно 1/4, ширины электрода с капиллярными зазорами в направлении, перпендикулярном сепаратору.

6. Ячейка по пп.1 и 5, отличающаяся тем, что электрод с капиллярными зазорами включает две гидрофильные реакционные области, расположенные вдоль его внешних противоположных сторон, причем области разделены гидрофобной зоной газопереноса, расположенной в центральной части электрода с капиллярными зазорами.

7. Ячейка по пп.4-6, отличающаяся тем, что толщина электродных элементов составляет 0,01-0,05 мм, ширина капиллярного зазора 0,05-0,25 мм, а толщина электрода с капиллярными зазорами по крайней мере в 10 раз больше ширины капиллярного зазора.

8. Ячейка по п.1-7, отличающаяся тем, что электродные элементы выполнены в виде полос с гидрофильным и гидрофобным покрытием, расположенных перпендикулярно сепаратору.

9. Ячейка по пп. 1-8, отличающаяся тем, что сепаратор выполнен в виде подводящего элемента для подвода электролита или пропитываемого вещества к электроду с капиллярными зазорами, в частности к

гидрофильной реакционной области, при этом сепаратор представляет собой диафрагму или мембрану.

10. Ячейка по пп. 1 9, отличающаяся тем, что пара электродов с капиллярными зазорами выполнена в виде анода и катода, соединенных с обеими сторонами сепаратора.

11. Ячейка по пп.1 10, отличающаяся тем, что она снабжена распределительным устройством для подачи в виде пленки электролита или пропитывающего вещества, расположенным выше электрода с капиллярными зазорами вдоль сепаратора, причем сепаратор и электрод с капиллярными зазорами расположены вертикально.

12. Ячейка по пп. 1 11, отличающаяся тем, что она снабжена отделением подачи или отвода газа, расположенным сверху и/или сбоку от гидрофобной зоны газопереноса.

13. Ячейка по пп.1 12, отличающаяся тем, что пара электродов выполнена непрерывно электропроводной.

14. Ячейка по пп. 1 13, отличающаяся тем, что она снабжена корпусом и токоподводами, выполненными в виде поддерживающих элементов, расположенных вертикально и соединенных с корпусом и электродами с капиллярными зазорами, кроме того, электроды с капиллярными зазорами и сепаратор выполнены плоскими.

15. Ячейка по пп.1, 14, отличающаяся тем, что она снабжена электропроводными перегородками, разделяющими расположенные в ряд пары электродов с капиллярными зазорами, при этом внешние противоположные стенки корпуса выполнены в виде токоподводов.

16. Ячейка по пп.1 15, отличающаяся тем, что она снабжена отделением для электролита, расположенным между анодом и катодом, причем стенки отделения выполнены в виде проницаемых для электролита сепараторов, один из которых соединен с анодом или другой из которых соединен с катодом.

17. Ячейка по п.16, отличающаяся тем, что она снабжена рядом пар плоских электродов и рядом отделений для электролита, расположенных между парами электродов и соединенных сверху и/или снизу от них.

18. Ячейка по пп.1, 6 и 17, отличающаяся тем, что электрод с капиллярными зазорами одной пары электродов одновременно выполнен в виде электрода другой пары электродов.

19. Электрод для электролитических реакций, протекающих с выделением или поглощением газа, в частности для электролиза с получением хлора и щелочи и электролиза воды или для топливных элементов, используемых для получения тока, отличающийся тем, что он включает по меньшей мере одну гидрофильную электролитически активную реакционную область и гидрофобную электролитически неактивную зону газопереноса для отдельного прохождения электролита или пропитывающего вещества и реакционного газа и выполнен в виде ряда электродных элементов, между которыми образованы капиллярные зазоры.

20. Электрод по п.19, отличающийся тем, что он снабжен сепаратором, соединенным с

гидрофильной реакционной областью.

21. Электрод по пп.19 и 20, отличающийся тем, что толщина электродных элементов составляет 0,01 0,05 мм, ширина капиллярного зазора между электродными элементами, расположенными параллельно друг другу, 0,05 0,25 мм, а ширина гидрофильной реакционной области составляет около 1/4 ширины электродных элементов.

22. Электрод по пп.19 21, отличающийся тем, что он включает две гидрофильные реакционные области, расположенные вдоль его внешних противоположных сторон, причем области разделены гидрофобной зоной газопереноса, расположенной в центральной части электрода.

23. Способ электролиза для процессов, протекающих с выделением или поглощением газа, заключающийся в том, что электролиз ведут в электролитической ячейке, включающей по меньшей мере одну пару электродов, разделенных по меньшей мере одним сепаратором, причем по меньшей мере один из электродов выполнен в виде электрода с капиллярными зазорами, при этом электролит или пропитывающее вещество и реакционной газ пропускают отдельно внутри электрода с капиллярными зазорами.

24. Способ по п.23, отличающийся тем, что электрод с капиллярными зазорами включает гидрофильную реакционную область, соединенную с сепаратором и заполненную электролитом, а также гидрофобную зону газопереноса, расположенную на большей части электрода, обращенную от сепаратора и свободную от электролита, при этом через гидрофобную зону газопереноса, а именно через капиллярные зазоры электрода, осуществляют вывод реакционного газа от гидрофильной реакционной области или подвод реакционного газа к гидрофильной реакционной области преимущественно в направлении, перпендикулярном и/или параллельном сепаратору.

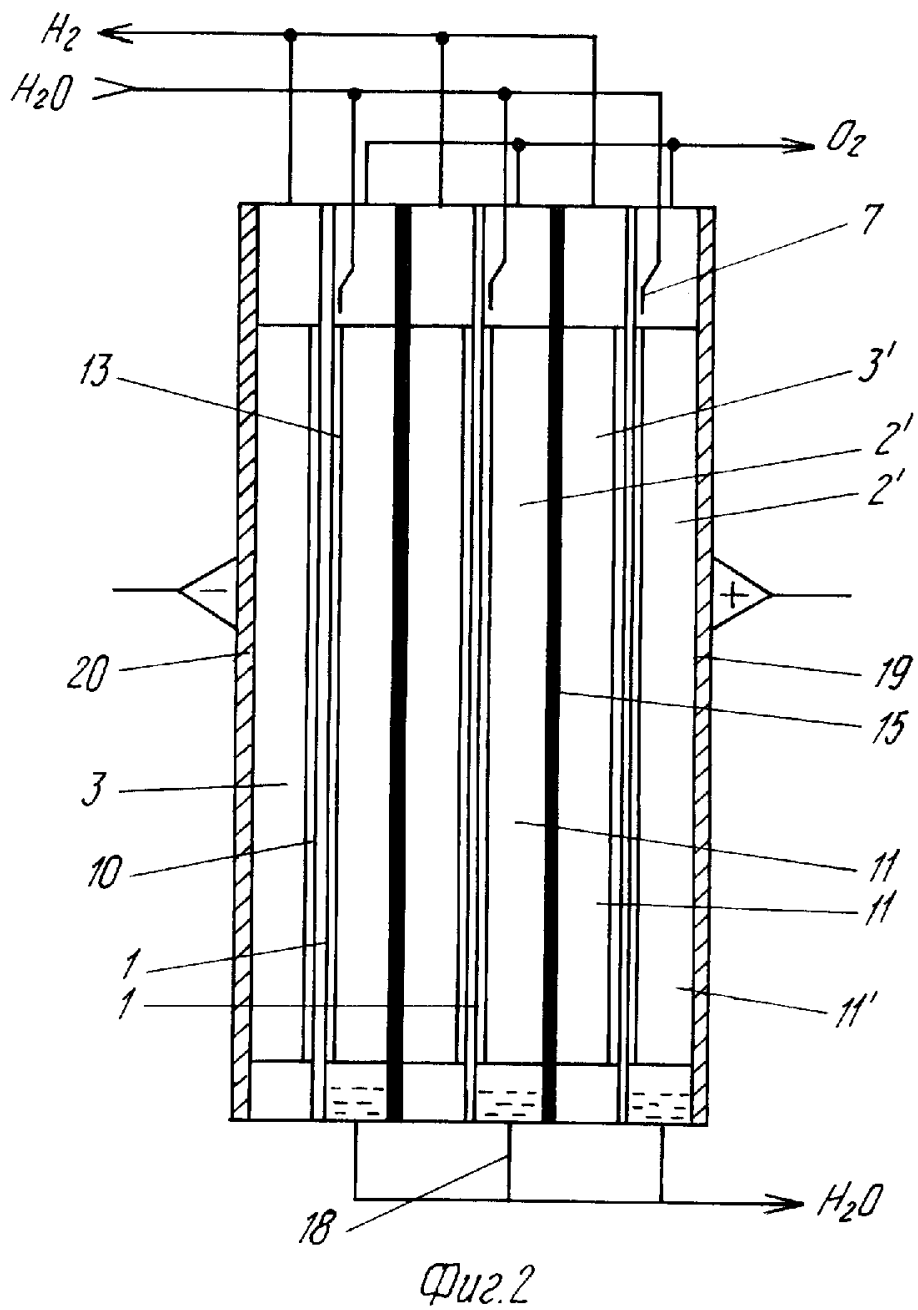
25. Способ по пп.23 и 24, отличающийся тем, что электролит или пропитывающее вещество подают только в гидрофильную реакционную область с последующим распределением его в данной области за счет капиллярных сил.

26. Способ по пп.23 25, отличающийся тем, что электролит или пропитывающее вещество подают к электроду с капиллярными зазорами через сепаратор в виде пленки, стекающей вдоль сепаратора.

27. Способ по пп.23 25, отличающийся тем, что ячейка снабжена отделением для электролита, расположенным между электродами, выполненными в виде анода и катода, в которое направляют электролит, а затем через стенку отделения, выполненную в виде проницаемого для электролита сепаратора, подводят к электроду с капиллярными зазорами в виде анода или катода.

28. Способ по пп.24 27, отличающийся тем, что электролит или пропитывающее вещество подают с помощью сепаратора к электродам с капиллярными зазорами, расположенными по обе стороны от сепаратора сверху относительно электродов.

RU 2074266 C1



RU 2074266 C1

