

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **045693**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.12.15**

(21) Номер заявки  
**201992519**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.12.15**

(51) Int. Cl. **C25B 1/04** (2006.01)  
**C25B 1/02** (2006.01)  
**C25B 11/04** (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА**(31) **17167999.6**(32) **2017.04.25**(33) **EP**(43) **2020.02.21**(86) **PCT/EP2017/083134**(87) **WO 2018/197032 2018.11.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ТЕК ЭДВАНСТ АНШТАЛЬТ (LI)**

(72) Изобретатель:  
**Танберк Олгун, Фон Лихтенштейн  
Тилсим (LI)**

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

(56) DATABASE WPI Week 201419  
Thomson Scientific, London, GB; AN 2014-E11588  
XP002774163, -& JP 2014 040625 A (DOKURITSU  
GYOSEI HOJIN SANGYO GIJUTSU SO) 6 March  
2014 (2014-03-06) abstract paragraphs [0004], [0010],  
[0021], [0022], [0027], [0031], [0076], [0077], [0083]  
- [0087], [0124]; figure 1

WO-A2-2008061975

US-A-4384941

WO-A1-2009024185

SEROV A ET AL: "Direct hydrazine  
fuel cells: A review", APPLIED CATALYSIS B:  
ENVIRONMENTAL, ELSEVIER, AMSTERDAM,  
NL, vol. 98, no. 1-2, 20 July 2010 (2010-07-20), pages  
1-9, XP027110272, ISSN: 0926-3373 [retrieved on  
2010-06-28] the whole document

US-A-4761270

CHUN TANG ET AL: "Energy-Saving  
Electrolytic Hydrogen Generation: Ni<sub>2</sub>P  
Nanoarray as a High-Performance Non-Noble-  
Metal Electrocatalyst", ANGEWANDTE CHEMIE  
INTERNATIONAL EDITION, vol. 56, no.  
3, 16 January 2017 (2017-01-16), pages  
842-846, XP055457325, ISSN: 1433-7851, DOI:  
10.1002/anie.201608899 abstract page 842, right-hand  
column

MENG LIU ET AL: "Energy-efficient  
electrolytic hydrogen generation using a Cu<sub>3</sub>P  
nanoarray as a bifunctional catalyst for hydrazine  
oxidation and water reduction", INORGANIC  
CHEMISTRY FRONTIERS, vol. 4, no. 3, 1 January  
2017 (2017-01-01), pages 420-423, XP055457288,  
DOI: 10.1039/C6QI00384B abstract page 420, right-  
hand column

(57) Настоящее изобретение относится к способу получения водорода посредством улучшенного электролитического процесса; к электролитическим ячейкам (электролизёрам), выполненным с возможностью осуществления такого процесса, и к устройствам, содержащим такие электролитические ячейки. Изобретение дополнительно относится к новым вариантам применения водного раствора гидразина; в частности, в качестве электролита.

**B1****045693****045693 B1**

Настоящее изобретение относится к способу получения водорода при помощи усовершенствованного электролитического процесса; к электролитическим ячейкам (электролизёрам), выполненным с возможностью осуществления такого процесса, и к устройствам, содержащим такие электролитические ячейки. Изобретение также относится к новым вариантам применения водного раствора гидразина; более конкретно, в качестве электролита.

Водород, в частности газообразный водород и водородсодержащие газы, хорошо известны и считаются ключевым элементом в современной промышленности и развивающейся водородной экономике. Эффективное производство водорода имеет первостепенную важность.

Существующие в настоящее время промышленные процессы производства водорода основаны на переработке углеводородов, таких как природный газ, посредством крекинга или парового риформинга. Указанные способы неотъемлемо включают в себя выбросы CO<sub>2</sub>, что, несомненно, является неблагоприятным.

Известны также процессы производства водорода, свободные от выбросов CO<sub>2</sub>, эти процессы включают в себя электролиз воды. В указанных способах в качестве побочного продукта образуется кислород, что является преимуществом. Электролиз воды, хотя и является благоприятным в том, что касается экологической чистоты, не достиг крупномасштабного производства в контексте получения водорода, что обусловлено, главным образом, соображениями стоимости.

Шалленбах и др. (Schallenbach et al, Journal of The Electrochemical Society, 163 (11) F3197-F3208 (2016)) обсуждают новые перспективы относительно эффективности электролиза воды. В данном документе моделируется эффективность электролизёра и обсуждаются различные параметры, включая электроды, электролиты и рабочие параметры.

Окамото и др. (патент США № 4384941) раскрывают способ электролиза чистой воды в электролитической ячейке, снабжённой специальными катионообменными мембранами.

Берт и др. (WO 2009/024185) раскрывают непрерывное получение водорода на борту путём электролиза аммиака, соответствующие устройства и способы их действия. Полученную таким образом водородно-азотную смесь можно использовать в качестве активатора сжигания в двигателе внутреннего сгорания. Как подчёркивается в указанном документе (ур. 3), аммиак расщепляется на азот и водород при использовании водного раствора аммиака в электролитическом процессе. Аналогичным образом, Берт и др. (WO 2008/061975) раскрывают электроды для получения водорода электролизом водного раствора аммиака. В качестве предположения упоминается замена аммиака соединениями, содержащими NH-группы. Опять же, авторы подчёркивают, что расщепляется аммиак (с. 4), а не вода.

Ямазаки и др. (JP 2012/0182516) раскрывают получение водорода, исходя из водного раствора гидразина. Способ включает в себя погружение катодного и анодного полюсов, при этом упомянутый анод включает в себе каталитически активное покрытие из комплексов металлов, причём комплексы металлов содержат металлы IX группы и специфические лиганды. Согласно указанному документу (примеры 1 и 2) электролит содержит водный раствор, содержащий 1 мол.% гидразина (эквивал. 3,2 мас.%) и 1 мол.% или 0,1 мол.% NaOH (эквивалентно 4 мас.% или 0,4 мас.%). Благодаря присутствию катализатора, реакция протекает самопроизвольно, без приложения внешнего напряжения. Как следствие, раскрытый способ является не электролитическим процессом, а скорее самопроизвольно протекающим каталитическим процессом. Анодный полюс, хотя и подходит для использования в рамках исследования, сложен для изготовления и чувствителен в работе, что препятствует его промышленному применению.

Таким образом, цель настоящего изобретения заключается в смягчении по меньшей мере некоторых из указанных недостатков, характерных для уровня техники. В частности, цель настоящего изобретения заключается в разработке способов эффективного получения водорода и исключения выбросов CO<sub>2</sub>.

Указанные цели достигаются при помощи способа, описанного в п.1 формулы изобретения, с использованием электролизёров, описанных в п.5 формулы изобретения, и вариантов применения, изложенных в п.9 формулы изобретения. Дополнительные аспекты изобретения раскрыты в описании и в независимых пунктах формулы изобретения, предпочтительные варианты осуществления раскрыты в описании и в зависимых пунктах формулы изобретения.

Настоящее изобретение ниже будет описано более подробно. Подразумевается, что различные варианты осуществления, предпочтения и диапазоны, представленные/раскрытые в данном описании, можно комбинировать произвольным образом. Кроме того, в зависимости от конкретного варианта осуществления выбранные определения, варианты осуществления или диапазоны могут не применяться.

Употребляемые в настоящем документе термины в единственном числе (англ. "a", "an", "the" и аналогичные термины), используемые в связи с настоящим изобретением (особенно в контексте формулы изобретения), следует толковать, как охватывающие и единственное, и множественное число, если только в настоящем документе не указано иное или если контекст этому явно не противоречит. Употребляемые в настоящем документе термины "включающий", "имеющий в составе" и "содержащий" используются здесь в их открытом, неограничивающем смысле. Термин, "имеющий в составе" охватывает и "содержащий", и "состоящий из".

В более общих чертах первый аспект изобретения относится к электролитическому способу полу-

чения водорода. Способ по изобретению включает стадию осуществления электролиза композиции, содержащей воду и гидразин. Этот аспект изобретения будет пояснен более подробно ниже:

Термин "электролитический способ" является общеизвестным и относится к способу, в котором композицию электролита подвергают воздействию электрического тока (предпочтительно постоянного тока) посредством электродов (катод и анод) для проведения не протекающей самопроизвольно в иных условиях химической реакции. Соответственно, ключевыми параметрами способа по изобретению являются выбор композиции электролита, электродов и параметров процесса.

Не связывая себя теорией, предполагают, что добавление гидразина к чистой воде улучшает электролиз воды. Более конкретно, данный процесс является намного более быстрым и экономичным по сравнению с процессами, в которых гидразин отсутствует. Указанный эффект можно приписать экзотермическому разложению гидразина на водород и азот. Электролитический процесс, описанный в настоящем документе, является (а) более быстрым (большее количество водорода, производимого за промежуток времени); (b) более производительным (большее количество водорода, производимого в расчёте на установку); (c) более эффективным (меньший расход энергии). Это позволяет заменить существующие в настоящее время электролитические способы и электролизёры электролитическими способами и электролизёрами по изобретению. Таким образом, в изобретении предлагается улучшенный электролитический способ получения водорода из воды.

Композиция электролита: Как указано выше, композиция электролита содержит воду и гидразин. Количество гидразина может варьироваться в широком диапазоне, в композиции электролита может присутствовать до 98 мас.% гидразина. Предпочтительно композиция электролита содержит воду и 0,5-50 мас.% гидразина, предпочтительно воду и 5-50 мас.% гидразина. В альтернативном варианте осуществления композиция электролита содержит воду и 0,5-5 мас.% гидразина, предпочтительно воду и 0,5-3 мас.% гидразина. Испытания показали, что малые количества гидразина, как, например, всего 3 мас.%, давали очень хорошие результаты. Такие малые количества гидразина являются благоприятными также и с экономической точки зрения.

Таким образом, для способа по изобретению можно использовать коммерчески доступные растворы гидразина в воде. Удельные массы вышеупомянутых компонентов приводят к тому, что мас.% и об.% соотносятся приблизительно с одними и теми же величинами.

В одном из вариантов осуществления электролит содержит дополнительные добавки, предпочтительно выбранные из группы, состоящей из неорганических щелочных соединений, таких как щелочные гидроксиды, например гидроксид калия (KOH). Гидроксид калия, как было обнаружено, является особенно предпочтительным.

В одном из альтернативных вариантов осуществления композиция электролита не содержит или практически не содержит компонентов, отличных от воды и гидразина. Соответственно, композиция электролита может состоять из воды и гидразина.

В дополнительном варианте осуществления композиция электролита содержит 0,5-3 мас.% гидразина, 0-10 мас.% KOH (например, 0,2-5 мас.% KOH) и воду.

Гидразин: Термин "гидразин" относится к химическому веществу  $H_2NNH_2$  и более конкретно включает в себя чистое соединение  $H_2NNH_2$ , гидразин-гидрат  $H_2NNH_2 \cdot H_2O$  и водные растворы гидразина, такие как коммерчески доступные его растворы. Воздействие на раствор, содержащий как гидразин, так и воду, электролитического процесса рассматривается как ключевой признак настоящего изобретения. Во избежание сомнений, величины мас.%, приводимые в связи гидразином, будут относиться к чистому веществу, а не к гидразин-гидрату.

Водород: Как обсуждалось выше, в способе по изобретению в качестве основного продукта получают водород. Термин "водород" относится к химическому веществу  $H_2$  и более конкретно обозначает газ, содержащий до 100 об.% водорода, предпочтительно 50-100 об.% водорода, особенно предпочтительно 95-100 об.% водорода.

В контексте данного изобретения водород не имеет или по существу не имеет в своём составе никаких углеродсодержащих газов (например, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>).

В контексте данного изобретения полученный водород может содержать другие компоненты, такие как азот (N<sub>2</sub>), аммиак (NH<sub>3</sub>) или кислород (O<sub>2</sub>), в зависимости от параметров процесса и используемых электролизёров.

Электроды: В способе по изобретению можно использовать широкое разнообразие электродов. Электроды, известные для электролиза воды, как правило, подходят для использования в способе по изобретению. Известно, что материалы электродов оказывают влияние на электролитические процессы; известным способом оптимизации материалов электродов является нанесение на электроды покрытий. Подходящие электроды или материалы электродов известны и/или доступны на коммерческой основе. В одном из вариантов осуществления электроды изготовлены из титана или его сплавов, либо на электроды нанесено покрытие из титана/сплавов титана.

Параметры процесса: Параметры процесса, включая прилагаемое напряжение, ток ячейки, температуру и давление, можно варьировать в широких диапазонах и могут быть определены специалистом путем рутинных экспериментов.

Подходящие прилагаемые напряжения можно варьировать в широком диапазоне, в том числе в диапазоне 2-480 Вольт, предпочтительно 12-240 Вольт, как, например, 12-48 Вольт. В альтернативном варианте можно прикладывать напряжение 100-120 В или 200-250 В, или 300-400 В.

Подходящие температуры можно варьировать в широком диапазоне, обычно 0-100°C, предпочтительно 10-60°C, как, например, 20-40°C. Предпочтительно не осуществляют ни нагревания, ни охлаждения, что в результате приводит к протеканию процесса при температурах окружающей среды.

В предпочтительном варианте осуществления электролитический процесс проводят в щелочной среде, т.е. при уровне pH более 7, предпочтительно pH 7,5-13. Такие условия могут быть достигнуты при добавлении неорганических щелочных соединений, как, например, КОН.

Второй аспект изобретения относится к электролитической ячейке, содержащей композицию электролита, описанную в настоящем документе. Данный аспект изобретения будет пояснён более подробно ниже:

Употребляемый в настоящем документе термин "электролитическая ячейка", также известный как "электролизёр", будет описывать устройство, подходящее для/выполненное с возможностью осуществления электролитического процесса. Во избежание сомнений, электролитические ячейки отличаются от топливных ячеек: в электролитических ячейках химическую реакцию осуществляют с расходом электрической энергии. В топливных ячейках, наоборот, имеет место химическая реакция, за счёт которой вырабатывается электрическая энергия. Соответственно, электролитическая ячейка содержит электролитическую композицию, кожух, катод, анод и, необязательно, диафрагму.

Электролит: Электролитические ячейки по изобретению отличаются тем, что электролитическая композиция содержит воду и гидразин, как описано в настоящем документе. Электролитическая композиция сообщается по текучей среде с электродами.

Кожух: Сами по себе кожухи для электролитических ячеек известны; такие кожухи подходят для электролитических ячеек по изобретению. Кожух включает в себя выходные отверстия для продуктов электролиза, в частности для водорода. Кожух может быть выполнен с возможностью разделения газов, образующихся на катоде и аноде. Кожух дополнительно включает в себя входное отверстие для подачи электролитической композиции. В кожухе дополнительно размещаются электроды таким образом, что катод и анод отделены друг от друга и находятся в контакте с композицией электролита и в контакте с источником электрической энергии.

В одном из вариантов осуществления кожух соединён с машиной внутреннего сгорания, так что продукты электролиза подаются в машину внутреннего сгорания. Машины внутреннего сгорания, в частности, включают в себя дизельные двигатели, известные в данной области техники.

В ещё одном варианте осуществления кожух соединён с нагревательным блоком, так что продукты электролиза подаются в нагревательный блок. Нагревательные блоки, в частности, включают в себя нагревательные блоки, работающие на природном газе, известные в данной области техники.

В ещё одном варианте осуществления кожух соединён с охладительным блоком, так что продукты электролиза подаются в охладительный блок.

В ещё одном варианте осуществления кожух соединён с компрессорной системой, так что продукты электролиза подаются в компрессорную систему.

В одном из дополнительных вариантов осуществления кожух соединён с системой хранения энергии, более конкретно с системами хранения ветровой энергии и системами хранения солнечной энергии, так что композиция электролита находится в контакте с источником электрической энергии, вырабатываемой системой генерирования энергии.

Катод: Материал катода может быть выбран из известных материалов катода, подходящих для электролиза воды; предпочтительно из инертного материала, такого как титан или сплавы титана. Ячейка по изобретению может содержать один или несколько катодов, предпочтительно один катод.

Анод: Материал анода может быть выбран из известных материалов анода, подходящих для электролиза воды; предпочтительно из инертного материала, такого как титан или сплавы титана. Ячейка по изобретению может содержать один или несколько анодов, предпочтительно один анод.

Диафрагма: В зависимости от назначения и конкретной конструкции электролитическая ячейка по изобретению также может содержать диафрагму. Такая диафрагма может отделять катод от анода.

В предпочтительном варианте осуществления электролитическая ячейка по изобретению отличается тем, что кожух соединён (или выполнен с возможностью соединения) с сосудом для хранения; при этом указанный сосуд содержит электролитическую композицию, описанную в настоящем документе.

В дополнительном предпочтительном варианте осуществления материалы катода и анода электролитической ячейки изготовлены из титана или титановых сплавов, либо на них нанесено покрытие из титана или титановых сплавов.

В ещё одном предпочтительном варианте осуществления электролитическая ячейка не содержит диафрагму.

Третий аспект изобретения относится к устройствам, содержащим электролитические ячейки, описанные в настоящем документе, и к соответствующим вариантам применения таких электролитических ячеек. Данный аспект изобретения будет пояснён более подробно ниже:

Как указано выше, электролитическим способом, описанным в настоящем документе, получают водород, более конкретно водород, не содержащий углеродистых веществ. Подходящие устройства для данного способа, электролизёры, описаны выше. Указанные электролизёры по изобретению могут заменять существующие электролизёры в известных вариантах применения и, как результат, могут быть использованы в известных устройствах. Соответственно, указанные известные устройства могут содержать в качестве одного из элементов электролизёры, описанные в настоящем документе.

Согласно изобретению любое устройство, оснащённое двигателем, может быть снабжено электролизёром, описанным в настоящем документе. Такое устройство, оснащённое двигателем, включает в себя любой вид транспортного средства (включая моторные транспортные средства, поезда и воздушные суда, но не ограничиваясь ими) и промышленные устройства, оснащённые двигателями (включая нагревательные системы, компрессорные системы, генераторные системы, но не ограничиваясь ими).

Моторные транспортные средства: В одном из вариантов осуществления устройство представляет собой моторное транспортное средство, такое как легковой автомобиль, грузовой автомобиль или автобус. С учётом вышесказанного данное изобретение относится к моторным транспортным средствам, содержащим один или несколько электролизёров, описанных в настоящем документе.

Поезда: В одном из дополнительных вариантов осуществления устройства представляют собой перемещающееся по рельсам транспортное средство, такое как железнодорожный локомотив или железнодорожный вагон. С учётом сказанного данное изобретение относится к перемещающимся по рельсам транспортным средствам, содержащим один или несколько электролизёров, описанных в настоящем документе.

Воздушное судно: В одном из вариантов осуществления устройство представляет собой воздушное судно, такое как самолёт (в том числе приводимые в движение пропеллерами самолёты и реактивные самолёты) или вертолёт. С учётом сказанного данное изобретение относится к воздушным судам, содержащим один или несколько электролизёров, описанных в настоящем документе.

Суда: В одном из вариантов осуществления устройство представляет собой судно, такое как лодка. С учётом сказанного данное изобретение относится к лодкам, содержащим один или несколько электролизёров, описанных в настоящем документе.

Нагревательные системы: В одном из дополнительных вариантов осуществления устройство представляет собой нагревательную и/или охлаждающую систему. С учётом сказанного данное изобретение относится к нагревательным системам, таким как нагреватели, или системам кондиционирования воздуха, содержащим один или несколько электролизёров, описанных в настоящем документе.

Компрессорные системы: В одном из дополнительных вариантов осуществления устройство представляет собой компрессорную систему. С учётом сказанного данное изобретение относится к компрессорным системам, содержащим один или несколько электролизёров, описанных в настоящем документе.

Системы для хранения энергии: В одном из дополнительных вариантов осуществления устройство представляет собой систему для хранения энергии. С учётом сказанного данное изобретение относится к системам для хранения энергии, содержащим один или несколько электролизёров, описанных в настоящем документе. Системы для хранения энергии становятся всё более важными, более конкретно в контексте возобновляемых видов энергии. Солнечные электростанции или ветровые парки могут производить избыточную энергию, не требуемую в момент выработки. Такую энергию можно использовать для проведения электролитического процесса, описанного в настоящем документе. Полученный в результате этого водород можно легко хранить и/или транспортировать и, наконец, превращать в электричество, когда это потребуется в более поздний момент времени или в другом месте.

Четвёртый аспект данного изобретения относится к новым вариантам применения гидразина и водных композиций гидразина. Указанный аспект изобретения будет пояснён более подробно ниже:

Как обсуждалось выше, гидразин является известным веществом и доступен на коммерческой основе, причем ежегодное производство гидразина имеет многотонный масштаб, что обусловлено множеством вариантов его применения в химическом синтезе.

Известно также, что гидразин может термически разлагаться, образуя в результате азот и водород, или азот и аммиак. Указанное термическое разложение может активироваться гетерогенными катализаторами. Термическое разложение гидразина используется в различных устройствах, таких как ракетные двигатели.

Дополнительно известно, что гидразин является восстановителем, позволяющим получать гетерогенные катализаторы. Турчан и др. (патент США № 4761270) также раскрывают способ восстановления  $\text{NO}_x$  при горении ископаемых топлив с использованием гидразина или соединений гидразина. Согласно указанному документу гидразин впрыскивают непосредственно в реакционную зону горения топлива.

Однако до сих пор было неизвестно использование гидразина в качестве электролита. Таким образом, данное изобретение относится также к применению гидразина в качестве электролита.

Предпочтительно изобретение относится к применению гидразина в качестве электролита в составе электролитической композиции, содержащей воду и гидразин, с концентрацией до 98 мас.% гидразина. Соответственно, изобретение относится к применению композиций, описанных в настоящем документе в 1-м аспекте изобретения, в качестве электролитических композиций.

Предпочтительно данное изобретение относится к применению водного раствора гидразина в качестве электролита в составе электролитической композиции для получения водорода.

Неожиданно также было обнаружено, что водные композиции гидразина, описанные в настоящем документе, можно использовать для улучшения сгорания углеводородов, таких как природный газ, бензин или дизельное топливо. Общим недостатком двигателей внутреннего сгорания, известным в настоящее время, является их низкая эффективность. Конкретно в случае дизельных двигателей известной проблемой является образование сажи. Образование сажи указывает на неполное сгорание и, таким образом, низкую эффективность. При воздействии электролитического процесса на электролитическую композицию, описанную в настоящем документе (1-й аспект), и при подаче получаемого за счёт этого водорода в машину внутреннего сгорания, такую как дизельный двигатель, сгорание, как правило, улучшается, и образование сажи уменьшается. Соответственно, в данном изобретении предлагается также применение композиции, содержащей воду и гидразин, с концентрацией до 98 мас.% гидразина, в качестве добавки в двигатели внутреннего сгорания, конкретно в качестве добавки к дизельным двигателям.

В отличие от предшествующего уровня техники водный раствор гидразина не используют как прямую добавку, т.е. его не впрыскивают в реакционную зону горения топлива. Вместо этого водный раствор гидразина, в частности описанный в настоящем документе, подвергают воздействию электролитического процесса, при этом в реакционную зону горения топлива подают продукты его реакции. Соответственно, водный раствор гидразина, в частности описанный в настоящем документе, можно использовать в качестве не прямой добавки в процессы горения топлива. Указанное применение относится, в частности, к процессам горения углеводородов, таких как природный газ, бензин или дизельное топливо.

Следовательно, данное изобретение относится к применению композиции, содержащей воду и 0,5-50 мас.% гидразина и характеризующейся уровнем pH 7,5-13, в качестве добавки в двигатели внутреннего сгорания, где упомянутую композицию вначале подвергают воздействию электролитического процесса, а образующиеся в результате этого газообразные продукты подают в двигатель внутреннего сгорания.

Для дополнительной иллюстрации изобретения приведены следующие ниже примеры. Данные примеры представлены без какого-либо намерения ограничить объём изобретения.

#### Пример 1.

Для полевого испытания использовали четыре обычных миниавтобуса (Renault Traffic). 3 миниавтобуса были оснащены электролизёром, описанным в настоящем документе, четвёртый миниавтобус передвигался с электролизёром, но в нём находилась только вода. Все миниавтобусы использовали в установленном повседневном режиме работы в аналогичных условиях. Катод и анод электролизёров были изготовлены из титана, в качестве электролитической композиции использовали 500 мл воды и гидразина (95:5 об. для #1-3; 100:0 для #4). Электролизёр был соединён с аккумуляторной батареей миниавтобусов для подачи в электролизёр постоянного тока. Полученный водород подавали в двигатель.

500 мл электролитической композиции было достаточно для пробега миниавтобуса, составляющего приблизительно 1300 км. Наблюдали следующие расходы топлива:

Миниавтобус #	Общее расстояние [км]	Расход топлива [км/литр дизельного топлива]
<b>По изобретению,</b> с электролизёром		
#1	892	11,2
#2	907	10,6
#3	895	10,4
среднее #1-#3		10,7
<b>Для сравнения</b> с электролизёром, только вода		
#4	484	7,6

Как можно видеть, расход топлива миниавтобусов по изобретению (т.е. оснащённых электролизёром) явно ниже, чем расход обычного миниавтобуса (т.е. без электролизёра). Тогда как обычный миниавтобус может проехать всего 7,6 км с 1 л дизельного топлива (эквивалентно 13,2 л на 100 км), миниавтобус по изобретению может проехать приблизительно 10,7 км с 1 л дизельного топлива (эквивалентно 9,3 л на 100 км); это соответствует повышению коэффициента полезного действия на величину около 50% (!).

В дополнение к повышенной эффективности наблюдается улучшенное сгорание. Улучшенное сгорание можно легко наблюдать при осмотре выхлопной системы. Тогда как миниавтобусы по изобретению демонстрировали выхлопные трубы, которые были практически чистыми, обычные миниавтобусы демонстрировали типичную черноту. Указанная чернота объясняется образованием сажи, хорошо известным для дизельных двигателей.

#### Пример 2.

В полевом испытании использовали три обычных миниавтобуса. Все миниавтобусы были оснащены электролизёром, описанным в настоящем документе. Все миниавтобусы использовали в установленном повседневном режиме работы в аналогичных условиях. Электролизёр был соединён с аккумуля-

торной батареей миниавтобусов для подачи в электролизёр постоянного тока. Полученный водород подавали в двигатель. Катод и анод электролизёров были изготовлены из титана, отличалась только электролитическая композиция, как показано ниже в таблице.

При использовании различных электролитов наблюдали следующие расходы топлива:

Миниавтобус #	По изобретению, композиция электролита: вода + гидразин	Для сравнения, композиция электролита: только вода	Для сравнения, композиция электролита: вода + аммиак
#A	<b>8,1 л/100 км</b>	16,4 л/100 км	16,2 л/100 км
#B	<b>7,9 л/100 км</b>	16,0 л/100 км	16,0 л/100 км
#C	<b>7,5 л/100 км</b>	15,9 л/100 км	15,9 л/100 км

Как можно видеть, расход топлива миниавтобусов по изобретению (т.е. пробег с композицией электролита (вода + гидразин) в соответствии с изобретением) явно ниже, чем пробег миниавтобуса, не соответствующего изобретению (т.е. пробег с композицией электролита = вода или пробег с композицией электролита = вода + аммиак). Следует отметить, что результаты были получены в полевом испытании в реальных условиях, а не на испытательном оборудовании. Дополнительно отметим, что все испытания являются воспроизводимыми и согласующимися.

Особенно неожиданными являются результаты, полученные с композицией электролита = вода + аммиак, не находящейся в пределах изобретения. По сравнению с одной водой добавление аммиака не оказывает никакого влияния на результат. Иными словами, тогда как композиция электролита = вода и композиция электролита = вода + аммиак обеспечивают достижение одинаковых результатов, композиция электролита = вода + гидразин обеспечивает значительное и воспроизводимое снижение расхода топлива. Как можно видеть, достигается снижение расхода топлива на 50% (!).

В дополнение к повышенной эффективности снова наблюдалось улучшенное сгорание. Результаты улучшенного сгорания можно легко наблюдать при осмотре выхлопной системы. Тогда как миниавтобусы изобретения демонстрировали выхлопные трубы, которые были практически чистыми, электролиты, не соответствующие изобретению, снова демонстрировали типичную черноту. Указанная чернота объясняется образованием сажи, хорошо известным для дизельных двигателей.

Пример 3.

Нагревательный блок, первоначально сконструированный для работы на природном газе (мощность 3 000 000 ккал), был преобразован для заправки водородом. Водород получали из установки электролиза, работающей при 320-350 В постоянного тока с использованием 90-Амперного выпрямителя.

А) Вода/Гидразин: Установку заполняли композицией электролита, содержащей дистиллированную воду и 2,5 мас.% гидразина. Из установки электролиза поступало около 120 л/мин газообразного водорода. Это приводило в результате к выработке энергии в количестве около 300 000 ккал, генерируемой преобразованным нагревательным блоком.

В) Только вода: При работе вышеописанного преобразованного нагревательного блока в сопряжении с той же установкой, но с использованием композиции электролита, содержащей только дистиллированную воду, 0% гидразина, в каждом испытании наблюдали всего 1/5 выхода газообразного водорода по сравнению с установкой, описанной выше, в А).

Результаты, полученные в примере, обобщены ниже:

#	По изобретению, композиция электролита: Вода + Гидразин 2,5	Для сравнения, композиция электролита: только вода
Полученный H <sub>2</sub>		
1 <sup>й</sup> запуск	<b>124 л/мин</b>	25 л/мин
2 <sup>й</sup> запуск	<b>127 л/мин</b>	29 л/мин
3 <sup>й</sup> запуск	<b>125 л/мин</b>	24 л/мин
Произведённая энергия		
1 <sup>й</sup> запуск	<b>304 000 ккал</b>	57 000 ккал
2 <sup>й</sup> запуск	<b>312 000 ккал</b>	59 000 ккал
3 <sup>й</sup> запуск	<b>305 000 ккал</b>	57 500 ккал

Как можно видеть, производство водорода увеличивается в 4-5 раз при замене электролита "вода" на композицию электролита "вода + гидразин" в соответствии с изобретением.

Вне связи с теорией предполагается, что присутствие гидразина запускает электролитический процесс, поскольку гидразин разлагается экзотермически, что, как следствие, приводит к получению намного большего количества водорода и энергии за тот же промежуток времени.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Электролитический способ получения водорода из воды, включающий стадию осуществления электролиза композиции, содержащей

(i) воду;

(ii) 0,5-5,0 мас.% гидразина;

(iii) до 10 мас.% гидроксида калия;

причем к упомянутой композиции прикладывают напряжение 12-240 В; и

материал катода и материал анода выбраны из титана и его сплавов или покрыты титаном и его сплавами.

2. Электролитический способ по п.1, в котором указанная композиция содержит 0,5-3,0 мас.% гидразина.

3. Электролитический способ по п.1, в котором указанная композиция характеризуется уровнем pH 7,5-13.

4. Электролитический способ по любому из пп.1-3, который осуществляют в отсутствие диафрагмы.

5. Электролитический способ по любому из пп.1-3, который осуществляют в присутствии диафрагмы.

6. Электролитическая ячейка для производства водорода из воды способом по п.1, содержащая: кожух;

катод, где материал катода выбран из титана и его сплавов или покрыт титаном и его сплавами;

анод, где материал анода выбран из титана и его сплавов или покрыт титаном и его сплавами;

электролитическую композицию, содержащую воду и 0,5-5,0 мас.% гидразина, до 10 мас.% гидроксида калия, которая характеризуется pH 7,5-13, причем ячейка выполнена для разложения воды с получением газообразного водорода.

7. Электролитическая ячейка по п.6, отличающаяся тем, что она содержит диафрагму.

8. Электролитическая ячейка по п.6 или 7, отличающаяся тем, что

кожух соединён с сосудом для хранения, где упомянутый сосуд содержит водную композицию гидразина; и тем, что

кожух соединён с машиной внутреннего сгорания, так что продукты электролиза поступают в машину внутреннего сгорания.

9. Устройство, содержащее электролитическую ячейку по любому из пп.6-8, выбранное из

моторных транспортных средств;

воздушных судов;

поездов;

лодок;

охлаждающих и нагревательных систем;

компрессорных систем;

генераторных систем; и

систем для хранения энергии.

10. Устройство по п.9, выбранное из автомобилей на дизельном топливе, систем для хранения ветровой энергии и систем для хранения солнечной энергии.

11. Композиция добавки для сгорания топлива в двигателе внутреннего сгорания, которая

содержит воду, 0,5-5,0 мас.% гидразина и до 10 мас.% гидроксида калия и характеризуется pH 7,5-13, причем указанную композицию вначале подвергают воздействию электролитического способа по п.1, после чего образующиеся в результате этого газообразные продукты подают в двигатель внутреннего сгорания.

