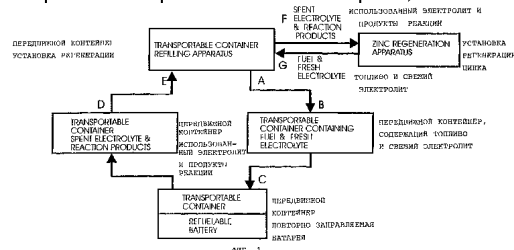


(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

- (71) Заявитель:
МЕТАЛЛИК ПАУЭР, ИНК. (US)
- (72) Изобретатель: КОЛБОРН Джеффри А. (US),
РАЙТ Кеннет А. (US), ГУЛИНО Рональд (US)
- (73) Патентообладатель:
МЕТАЛЛИК ПАУЭР, ИНК. (US)
- (74) Патентный поверенный:
Томская Елена Владимировна

- передвижного контейнера (10) к повторно заправляемой батарее (40). Когда повторно заправляемая батарея (40) разряжается, передвижной контейнер (10), содержащий использованный электролит и продукты реакции, отсоединяется от повторно заправляемой батареи (40). Техническим результатом изобретения является обеспечение быстрой и безопасной повторной заправки батареи. 6 с. и 31 з.п. ф-лы, 13 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 169 967** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **H 01 M 8/04, 12/06**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99110945/09, 01.10.1997
(24) Effective date for property rights: 01.10.1997
(30) Priority: 24.10.1996 US 08/736,395
(43) Application published: 20.02.2001
(46) Date of publication: 27.06.2001
(85) Commencement of national phase: 24.05.1999
(86) PCT application:
US 97/18371 (01.10.1997)
(87) PCT publication:
WO 98/18172 (30.04.1998)
(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja 25,
str.3, OOO "Gorodisskij i Partnery", Tomskoj E.V.

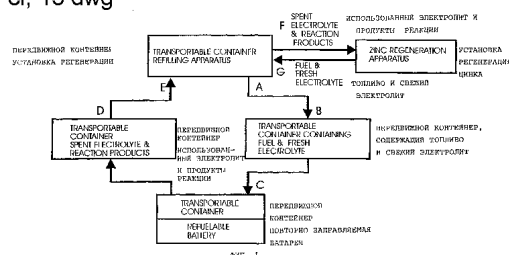
(71) Applicant:
METALLIK PAUEhR, INK. (US)
(72) Inventor: KOLBORN DzhEFFRI A. (US),
RAJT Kennet A. (US), GULINO Ronal'd (US)
(73) Proprietor:
METALLIK PAUEhR, INK. (US)
(74) Representative:
Tomskaja Elena Vladimirovna

(54) **METHOD AND DEVICE FOR REFILLING ELECTROCHEMICAL POWER SOURCES**

(57) Abstract:

FIELD: electrochemical power sources.
SUBSTANCE: movable container 10 for refilling battery 40 has housing 26, electrolyte tank 14 placed in housing 26, first valve connected to electrolyte tank 14, fuel compartment 12 arranged in housing 26, second valve connected to fuel compartment 12, and pipeline 24 connected to electrolyte tank and to fuel compartment 12; connecting movable container 10 to battery 40 being refilled forms closed loop passing electrolyte 60. Fuel particles 62 and electrolyte 60 are passed from movable container 10 to battery 40 to be refilled.

When the latter discharges, movable container 20 holding spent electrolyte and products of reaction is disconnected from mentioned battery 40. EFFECT: enhanced speed and improved safety of battery refilling. 37 cl, 13 dwg



Областью изобретения являются источники энергии, работающие на электрохимических элементах.

Как известно, электрохимические источники энергии работают на электрохимических элементах, которые используют электроды из макрочастиц. Электроды из частиц обычно состоят из слоя электрохимически активных частиц, или частиц, на которые нанесен методом электролитического осаждения (гальваностегии) электрохимически активный материал. Электрод из частиц может быть использован в катодном процессе, таком как гальваностегия металлов на частицы, или он может быть использован в анодном процессе, таком как растворение металла для получения электрической энергии.

Электрохимические источники энергии, использующие анодный процесс, включают, но не ограничиваются, металло/воздушные батареи, такие как цинко/воздушные и алюминии/воздушные батареи. Такие металло/воздушные батареи, использующие анод, состоящий из металлических частиц, внесенных в элемент и растворенных во время разрядки, часто называются повторно заправляемыми батареями. Элементы цинко/воздушной повторно заправляемой батареи состоят из анода, катода или электролита. Анод обычно выполнен из частиц цинка, погруженных в электролит, которые могут удерживаться на месте сеткой или сотовой конструкцией из инертного проводника. Катод обычно состоит из полупроницаемой мембраны, сетки из инертного проводника и катализированного слоя для поглощения кислорода, который проникает через мембрану снаружи элемента. Катод и анод обычно разделены при помощи электронного изолятора, который является проницаемым для электролита. Цинко/воздушная повторно заправляемая батарея расходует частицы цинка и кислорода для производства электричества и продуктов реакции. Продукты реакции обычно состоят из растворенных цинкатов и частиц оксида цинка, взвешенных в использованном электролите.

Металло/воздушные повторно заправляемые батареи могут быть повторно заправлены в минуты или секунды, по сравнению с несколькими часами, обычно требуемыми для перезарядки обычных батарей. Это делает повторно заправляемые батареи очень удобными для использования в мобильных применениях, таких как электрические средства передвижения, газонокосилки, портативные источники энергии и многие другие применения, где требуется быстрая повторная заправка.

Во время процесса повторной заправки свежие электрохимически активные частицы, такие как гранулы алюминия или цинка, и электролит добавляются к повторно заправляемой батарее, а использованный электролит, содержащий продукты реакции, выводится. Обычно, использованный электролит, содержащий продукты реакции, может быть регенерирован.

Продукты реакции алюминии/воздушных повторно заправляемых батарей должны быть либо транспортированы в крупное промышленное предприятие (такое как глиноземный завод) для переработки, либо использованы для других целей (например,

для обработки воды). Использованный электролит, содержащий продукты реакции из цинко/воздушной повторно заправляемой батареи, может быть полностью регенерирован на сравнительно небольшом предприятии с большей производительностью. По этой причине и также благодаря его более низкой степени паразитической коррозии, цинк может быть более предпочтительным, чем алюминий в качестве анодного топлива в металло/воздушных повторно заправляемых батареях для потенциальных коммерческих применений. Однако более высокая энергетическая плотность алюминия может сделать его более подходящим для некоторых применений, особенно, если принимаются дополнительные меры по снижению его степени паразитической коррозии.

Было предложено несколько способов для повторной заправки металло/воздушных батарей. Один такой способ включает систему заправки для цинко/воздушной повторно заправляемой батареи, в которой бункеры над каждым элементом гидравлически наполняются из цинко-образующего устройства посредством высокоскоростной струи электролита, проходящей поперек вершины каждого бункера. Эта и другие гидравлические повторно заправляемые системы имеют недостатки, так как требуется большая рециркуляция электролита, чтобы достичь полной повторной заправки, так же как требуется близкое расположение к установке для хранения или формирования цинкового топлива. Это делает их неподходящими для многих применений, таких как газонокосилки и портативные источники энергии, поскольку непрактично возвращать их на место обслуживания для каждой повторной заправки.

В другом способе используется сотообразный лист из инертного проводника, который наполнен жидкой смесью из мельчайших частиц цинка, электролита и присадок для формирования плоской анодной кассеты. Батарея повторно заправляется путем замены этих кассет (одна кассета на элемент). Такая система имеет весьма серьезный недостаток, так как требует перемещения большого количества кассет (например, 528 в электрогрузовике). Даже для небольших устройств, как электрическая газонокосилка, такая система потребует перемещения приблизительно 24 или более индивидуальных кассет во время каждой операции повторной заправки. Дополнительными недостатками такой системы являются менее чем 100% утилизация цинка и потенциально возможный контакт потребителя с едким электролитом, который обычно является гидроксидом калия.

В других конструкциях повторно заправляемых батарей используется бункер хранения над каждым элементом, содержащим запас металлических частиц, но не адекватно решается проблема, как частицы и свежий электролит могут быть удобно, надежно, быстро и аккуратно введены в множество бункеров хранения без контакта пользователя с едким электролитом. Эти и другие конструкции также неадекватно решают проблему безопасного, быстрого и удобного удаления использованного электролита и продуктов реакции из элементов батарей.

Таким образом, очевидно, что необходимы

более удобный, безопасный и быстрый способ повторной заправки и установка для металло/воздушных повторно заправляемых батарей. Это особенно необходимо, если металло/воздушные повторно заправляемые батареи должны быть практичными для снабжения энергией небольших устройств, таких как электрические газонокосилки и портативное оборудование. В частности, несомненным преимуществом будет, если система повторной заправки батареи включает передвижные контейнеры, способные заправлять более чем один электрохимический элемент. Еще большим преимуществом будет то, если в системе повторной заправки батареи не допускается контакт пользователя с едким электролитом в любое время, особенно во время операции повторной заправки и во время замены и заполнения передвижных контейнеров. Наконец, будет еще одним преимуществом, если передвижные контейнеры могут быть удобно, безопасно и быстро заполнены в установке для хранения или формирования металлического топлива.

Настоящее изобретение относится к способу и установке для повторной заправки и эксплуатации повторно заправляемой батареи.

Первым отдельным аспектом настоящего изобретения является то, что передвижной контейнер, который выполнен с возможностью присоединения к и заправки повторно заправляемой батареи, содержит резервуар для электролита, по меньшей мере, одно отделение для топлива, по меньшей мере, один трубопровод в жидкостной связи с, по меньшей мере, одним отделением для топлива и с резервуаром для электролита и множество клапанов, находящихся в жидкостной связи с резервуаром для электролита и, по меньшей мере, с одним отделением для топлива, клапаны могут присоединяться к повторно заправляемой батарее так, что при соединении, передвижной контейнер и заправляемая батарея образуют контур потока электролита через повторно заправляемую батарею и передвижной контейнер в процессе работы повторно заправляемой батареи.

Вторым отдельным аспектом настоящего изобретения является то, что передвижной контейнер, выполненный с возможностью присоединения к заправляемой батарее, содержит, по меньшей мере, одно отделение для топлива и множество клапанов, находящихся в жидкостной связи с, по меньшей мере, одним отделением для топлива и выполненным с возможностью присоединения к заправляемой батарее так, что при соединении, передвижной контейнер и повторно заправляемая батарея образуют контур потока электролита через повторно заправляемую батарею и передвижной контейнер в процессе работы повторно заправляемой батареи.

Третьим отдельным аспектом настоящего изобретения является то, что повторно заправляемый электрохимический источник энергии содержит повторно заправляемую батарею и передвижной контейнер, присоединенный к повторно заправляемой батарее с возможностью отделения, где повторно заправляемая батарея и передвижной контейнер образуют контур

потока электролита через повторно заправляемую батарею и передвижной контейнер в процессе работы повторно заправляемой батареи.

Четвертым отдельным аспектом настоящего изобретения является способ работы повторно заправляемого электрохимического источника энергии, включающего присоединение передвижного контейнера к повторно заправляемой батарее для образования контура потока электролита через повторно заправляемую батарею и передвижной контейнер, распределение частиц топлива и раствора электролита из передвижного контейнера в повторно заправляемую батарею, циркуляцию электролита через батарею и присоединенный с возможностью отделения передвижной контейнер за период времени, обеспечивающий разрядку повторно заправляемой батареи и растворение некоторого количества частиц топлива в продукты реакции в использованном электролите, отделение передвижного контейнера, содержащего продукты реакции и использованный электролит от повторно заправляемой батареи, и присоединение передвижного контейнера, содержащего свежие частицы топлива и электролит, к повторно заправляемой батарее.

На чертежах, где одинаковые ссылочные обозначения относятся к одинаковым элементам, показанным в разных видах:

Фиг. 1 - диаграмма, показывающая поток топлива и электролита в цикле разрядки и регенерации.

Фиг. 2 - схематическая иллюстрация первого примера воплощения передвижного контейнера и повторно заправляемой батареи перед их соединением.

Фиг. 3 - схематическая иллюстрация первого примера воплощения передвижного контейнера и повторно заправляемой батареи, показанных фиг. 2, соединенных вместе.

Фиг. 4 - схематическая иллюстрация первого примера воплощения передвижного контейнера фиг. 2 и 3, присоединенного к передвижному контейнеру установки повторного заполнения.

Фиг. 5A - схематическая иллюстрация второго примера воплощения передвижного контейнера, присоединенного к повторно заправляемой батарее.

Фиг. 5B - схематическая иллюстрация вида сбоку передвижного контейнера, присоединенного к повторно заправляемой батарее, показанной на фиг. 5A.

Фиг. 5C - секционный разрез по линии A-A на фиг. 5A, показывающий тонкую ленту в открытой позиции.

Фиг. 5D - секционный разрез по линии A-A на фиг. 5A, показывающий тонкую ленту фиг. 5C в частично закрытой позиции.

Фиг. 5E - секционный разрез по линии A-A на фиг. 5A, показывающий тонкую ленту фиг. 5C в полностью закрытой позиции.

Фиг. 6 - увеличенный вид части B на фиг. 5B.

Фиг. 7A - схематическая иллюстрация третьего воплощения передвижного контейнера, присоединенного к повторно заправляемой батарее.

Фиг. 7B - схематическая иллюстрация вида сбоку передвижного контейнера, присоединенного к повторно заправляемой

батареи, показанной на фиг. 7А.

Фиг. 7С - схематическая иллюстрация вида сбоку передвижного контейнера, присоединенного к повторно заправляемой батарее, показанной на фиг. 7А.

Показана система, способная подпитывать электрохимически активные топливные частицы, такие как гранулы цинка, и электролит, такой как гидроксид калия, из передвижных контейнеров в повторно заправляемые батареи, состоящие из множества элементов батареи, имеющих электроды, состоящие из частиц, которые используются в анодном процессе. Также предусмотрена циркуляция использованного электролита и продуктов реакции из разряженных элементов батареи обратно в передвижные контейнеры и подача электрохимически активных топливных частиц и электролита в передвижные контейнеры из установки для хранения или формирования электрохимически активных топливных частиц. И использованный электролит и продукты реакции разряженных элементов батареи из передвижных контейнеров могут быть направлены в установку для хранения или регенерации продуктов реакции.

Один или более передвижных контейнеров могут быть присоединены или включены в электрохимическое устройство, такое как металл/воздушная повторно заправляемая батарея. Электрохимически активные топливные частицы в передвижном контейнере могут автоматически под действием силы тяжести перемещаться из каждого передвижного контейнера в один или более электрохимических элементов устройства. В дополнение, электролит может подаваться в или из одного или более передвижных контейнеров вместе с любыми электрохимически активными топливными частицами или продуктами реакции, которые могут погружаться в электролит или перемещаться вместе с электролитом.

Передвижные контейнеры могут быть любой формы и предпочтительно изготовлены из материала, инертного к электрохимически активным топливным частицам и электролиту. Передвижные контейнеры предпочтительно простые и недорогие для производства и способны выдержать значительные нагрузки без протечки. Они предпочтительно имеют форму и размеры, обеспечивающие эффективное хранение и простое обслуживание, при этом существенно не снижая физическую стабильность электрохимического устройства, когда один или более передвижных контейнеров присоединен к нему.

Возможны различные изменения физического взаимодействия между электрохимическим устройством, таким как повторно заправляемая батарея, и передвижным контейнером. Преимущественные характеристики этого взаимодействия включают обеспечение надежного перемещения топливных частиц из передвижного контейнера в повторно заправляемые элементы батареи, обеспечение надежной подачи свежего электролита из передвижного контейнера в элементы батареи, обеспечение надежного перемещения использованного электролита из элементов батареи в передвижной контейнер, постоянное уменьшение контактов

пользователя с электролитом, особенно в процессе замены передвижного контейнера, обеспечение легкой и быстрой замены передвижного контейнера, уменьшение паразитических электрических контактов между элементами батареи, эффективное использование пространства, простота, прочность и низкие издержки производства.

Также возможны различные изменения физического взаимодействия между передвижными контейнерами и установкой повторного заполнения передвижных контейнеров. Преимущественные характеристики этого взаимодействия включают обеспечение надежного перемещения использованного электролита из передвижных контейнеров в установку повторного заполнения, обеспечение надежного перемещения топливных частиц из установки повторного заполнения в передвижные контейнеры, обеспечение надежной подачи свежего электролита из установки повторного заполнения в передвижные контейнеры, постоянное уменьшение контактов пользователя с электролитом особенно в процессе повторного заполнения передвижных контейнеров, обеспечение легкого и быстрого заполнения передвижных контейнеров, эффективное использование пространства, простота, прочность и низкие издержки производства.

Диаграмма перемещений, показывающая поток топливных частиц и электролита в цикле разрядки и регенерации цинко/воздушной повторно заправляемой батареи, показана на фиг. 1. Эта диаграмма показывает замкнутую систему, включающую следующие стадии: (А) топливные частицы цинка и свежий электролит помещают в передвижной контейнер, используя установку повторного заполнения передвижного контейнера; (В) передвижной контейнер затем перемещают к повторно заправляемой батарее; (С) передвижной контейнер затем подсоединяют к или помещают в повторно заправляемую батарею, которая становится частью системы циркуляции для потока электролита повторно заправляемой батареи и содержимого передвижного контейнера, топливные частицы цинка и электролит используют для разрядки повторно заправляемой батареи на какой-то период времени; (D) передвижной контейнер, содержащий, по меньшей мере, частично использованный электролит и продукты реакции, удаляют из повторно заправляемой батареи и транспортируют обратно к установке повторного заполнения; и (Е) содержимое передвижного контейнера выгружают в установку повторного заполнения, и стадия (А) повторяется. В дополнение, (F) использованный электролит и продукты реакции перемещают из установки повторного заполнения в установку регенерации цинка, где использованный электролит и продукты реакции регенерируют обратно в топливные частицы цинка и свежий электролит, которые затем (G) возвращают в установку повторного заполнения. Установка повторного заполнения и установка регенерации цинка могут быть разделены и размещены в различных местах или могут быть неотъемлемыми частями одной такой установки. Если используется не цинк, а другой металл, например, алюминий, установка регенерации металла может быть

большим промышленным предприятием, расположенным далеко от установки повторного заполнения, или металл может не регенерироваться.

Первый пример воплощения передвижного контейнера 10 и способ его герметизации и присоединения к повторно заправляемой батарее 40 показан на фиг. 2 и 3. Ссылаясь на данные фигуры, передвижной контейнер 10 показан для целей иллюстрации, как предназначенный для питания трех элементов повторно заправляемой батареи 40, использующий топливные частицы 62 в анодном процессе. Передвижной контейнер 10 и повторно заправляемая батарея 40 вместе составляют замкнутую систему циркуляции для потока электролита 60 через передвижной контейнер 10 и повторно заправляемую батарею 40 в процессе работы батареи.

Передвижной контейнер 10 состоит из корпуса 26, который может быть непроницаем для жидкости и внутри которого находится комплект топливных отделений 12, которые предпочтительно электрически изолированы друг от друга. Топливные отделения могут быть изолированы посредством разделения их разделительными панелями 28, которые могут быть изготовлены из любого материала, способного электрически изолировать топливные отделения друг от друга. Пластмассовые материалы, такие как ПВХ или ацеталь, используются для передвижного контейнера 10. Топливные отделения 12 подсоединены друг к другу с помощью узких и сравнительно длинных трубопроводов 24. Топливные отделения 12 также подсоединены к резервуару 14 электролита с помощью более широкого трубопровода 25.

Фильтр 34 размещен в каждом из трубопроводов 24 или в топливных отделениях 12, примыкающих к трубопроводам 24, для предотвращения прохождения топливных частиц 62 через трубопровод 24 между топливными отделениями 12. Если топливные частицы 62 попадут в трубопровод 24, они могут вызвать закупорку трубопровода 24 или могут возникнуть электрическое короткое замыкание.

Топливные отделения 12 могут удерживать определенный объем топливных частиц 62, таких как гранулы цинка, которые погружены в раствор электролита 60, который является обычно гидроксидом калия. Резервуар 14 для электролита также может удерживать объем дополнительного электролита. Возможен выбор различных размеров, форм и расположения топливных отделений 12 и резервуара 14 для электролита.

Топливные отделения 12 могут быть выполнены достаточно большими для того, чтобы вмещать определенный объем раствора электролита 60, который в противном случае должен был бы находиться в резервуаре 14 для электролита. Более того, хотя топливные отделения 12 показаны схематично в параллельном направлении потока раствора электролита 60 расположению, также может быть использовано последовательное расположение или комбинация обоих.

Альтернативно, передвижной контейнер 10 может иметь резервуар 14 для электролита без топливных отделений 12, снабжая таким образом повторно заправляемую батарею 40

электролитом 60 для циркуляции в процессе работы батареи. В этом случае, топливные частицы 62 будут перемещаться в повторно заправляемую батарею 40 отдельно от электролита 60.

С топливными отделениями 12 соединены каналы 18, которые проходят через корпус 26, так что конец 30 каждого канала 18 выходит из корпуса 26. Концы 30 каналов 18 гибкие. С резервуаром 14 для электролита соединен канал 20 с помощью трубы 22, который также проходит через корпус 26, так что конец 32 канала 20 выходит из корпуса 26. Конец 32 канала 20 также является гибким.

Передвижной контейнер 10 дополнительно содержит уплотнительный элемент 16, подвижно подсоединенный к передвижному контейнеру 10 и расположенный так, что он имеет возможность перемещаться между закрытым положением и открытым положением, чтобы открывать или закрывать каналы 18 и 20. Таким образом, можно видеть, что каналы 18 и 20 работают как клапаны для топливных отделений 12 и резервуара 14 для электролита. Однако, возможно использование других клапанных устройств.

Уплотнительный элемент 16 расположен так, чтобы предотвратить поток электролита 60 или топливных частиц 62 через каналы 18 и 20 посредством, например, зажима гибких концов 30 и 32 каналов 18 и 20. Уплотнительный элемент 46 имеет средство (не показано) для обеспечения удобного перемещения его между открытым и закрытым положениями, показанными на фиг. 2 и 3. Любое подходящее средство может быть использовано для этой цели, такое как рычаг и кулачок.

Когда передвижной контейнер 10 не подсоединен к повторно заправляемой батарее 40, уплотнительный элемент 16 перемещается в закрытое положение, показанное на фиг. 2, и подвижные концы 30 и 32 каналов 18 и 20 закрыты. Во время хранения и транспортировки передвижной контейнер 10 может храниться перевернутым снизу вверх по сравнению с положением, показанным на фиг. 2, чтобы уменьшить возможность небольших протечек из каналов 18 и 20.

Дополнительно, крышка 36 (не показана) может быть преимущественно использована для обеспечения дополнительного уплотнения каналов 18 и 20 во время хранения и транспортировки передвижного контейнера 10. Крышка 36 может включать приподнятую кромку 38 (не показана) или подобную конструкцию, расположенную на корпусе 26 вокруг каналов 18 и 20. Возможны и другие варианты. Крышка 36 может быть отдельным элементом или может быть присоединена, например, подвижным шарниром к корпусу 26 передвижного контейнера 10.

Повторно заправляемая батарея 40 имеет форму, соответствующую для размещения передвижного контейнера 10. Ссылаясь на фиг. 2 и 3, повторно заправляемая батарея 40, показанная для иллюстрации, состоит из трех выполненных из частиц электродных элементов 42 батареи, каждый из которых имеет верхний конец 56 и нижний конец 52. Элементы батареи 42 соединены друг с другом посредством узких и достаточно длинных трубопроводов 54, подсоединенных к нижнему концу 52 каждого элемента 42

батарей. Элементы 42 батареи также подсоединены к насосу 44, который находится внутри повторно заправляемой батареи 40, с помощью более широкого трубопровода 55.

Несмотря на то, что элементы 42 батареи показаны схематично в параллельном расположении для потока электролита 60, последовательное расположение также может быть использовано или комбинация обоих. При последовательном расположении давление, необходимое для перекачки электролита 60 через повторно заправляемую батарею 40 и передвижной контейнер 10, будет возрастать, в то время как способность электролита 60 отводить тепло от элементов 42 батареи будет уменьшаться.

Фильтр 34 размещен на каждом трубопроводе 54 или на нижнем конце 52 каждого из элементов 42 батареи, примыкающем к трубопроводам 54, чтобы предотвратить прохождение топливных частиц 62 через трубопроводы 54 между элементами 42 батареи. Если топливные частицы 62 проникают в трубопроводы 54, то может произойти закупорка трубопроводов 54 или короткое электрическое замыкание.

Фильтр 34 может быть выполнен из любого материала, стойкого к электролиту 60, такой как свернутый полипропиленовый экран, который обеспечивает возможность жидкому электролиту 60 проходить через него, но предотвращает прохождение топливных частиц 62.

Возможно, что трубопроводы 54 и 24 могут быть выполнены существенно узкими для предотвращения прохождения топливных частиц 62 даже без фильтра 34, в то же время обеспечивая прохождение электролита 60 и использованного топлива. Топливные частицы 62, такие как цинковые гранулы, будут изменяться в размере в процессе работы повторно заправляемой батареи 40. Могут быть использованы цинковые гранулы, имеющие диаметры 0,061 см, 0,076 см или 0,102 см. Однако, могут быть использованы частицы и других размеров, так же как и другие виды топлива.

Трубопроводы 54 являются узкими и достаточно длинными, чтобы существенно свести к минимуму электрическую проводимость и паразитную утечку тока между элементами 42 батареи через электролит 60. Таким же образом, трубопроводы 24 также являются узкими и сравнительно длинными, чтобы существенно свести к минимуму электрическую проводимость и паразитную утечку тока между топливными отделениями 12 через электролит 60. Паразитная утечка тока также может быть сведена к минимуму посредством последовательного расположения элементов 42 батареи и топливных отделений 12 для прохождения электролита.

Фильтры 34 предотвращают прохождение топливных частиц 62 в трубопроводы 54 и 24, которые также сводят к минимуму электрическую проводимость через трубопроводы 54 и 24. Если существенное количество топливных частиц 62 накопится в трубопроводах 54 и 24, то это может вызвать электрическое короткое замыкание через топливные частицы 62 между элементами 42 батареи или топливными отделениями 12.

В процессе работы повторно заправляемой батареи 40, паразитные потери

энергии вследствие утечки электрического тока через электропроводимый электролит 60 в трубопроводах 54 и 24, предпочтительно, существенно снижаются. Предпочтительно, чтобы общие паразитные потери были ниже 5% от общего производства энергии повторно заправляемой батареей 40.

Путем уменьшения минимального диаметра трубопроводов 54 и 24 и путем увеличения их длины может быть существенно увеличено сопротивление трубопроводов для того, чтобы снизить паразитные потери. Электрическое сопротивление трубопровода, содержащего электролит, составляет:

$$R = L/AC,$$

где R - сопротивление через трубопровод, L - длина трубопровода, A - площадь поперечного сечения трубопровода и C - проводимость электролита. Например, в системе прототипа мощностью 1000 Вт, имеющей 12 элементов батареи и топливных отделений, расположенные параллельно, два параллельных трубопровода, соединяющих каждый топливные отделения с резервуаром для электролита, будет иметь паразитные потери 4,5 Вт или 0,45% от полного производства энергии в 1000 Вт повторно заправляемой батареей, когда трубопроводы имеют диаметр 2 мм и длину 10 мм и проводимость электролита, гидроксида калия, 25 Ом/см.

На практике, величина паразитных потерь, которая может быть снижена таким образом, однако, ограничена, так как поток жидкого электролита 60 должен поддерживаться через трубопроводы 54 и 24, и гидравлическое сопротивление потока жидкости через трубопроводы 54 и 24 возрастает по мере уменьшения диаметра и увеличения длины. Таким образом, путем изменения различных комбинаций диаметра трубопровода, длины и количества возможно достижение баланса между поддержанием потока электролита 60, в то же время существенно снижая электрическую проводимость и образующиеся в результате паразитные потери через трубопроводы 54 и 24.

Множественные параллельные трубопроводы могут быть использованы вместо показанных единственных трубопроводов 54 и 24, чтобы обеспечить обходной путь в случае блокировки одного из трубопроводов. Множественные параллельные трубопроводы имеют тенденцию предотвращать рост гидравлического давления, возникающего в обратном направлении от пробки, и поддерживать его на должном уровне.

Соединяющиеся с верхним концом 56 элементов 42 батареи отверстия 50 имеют форму, соответствующую концам 30 каналов 18 передвижного контейнера 10. Повторно заправляемая батарея 40 дополнительно включает канал 46, соединяющий насос 44 с отверстием 48, которое имеет форму, соответствующую концу 32 канала 20 передвижного контейнера 10.

Как показано на фиг. 3, передвижной контейнер 10 соединен с повторно заправляемой батареей 40 посредством опускания его прямо вниз, так что концы 30 каналов 18 входят в отверстия 50 и конец 32 канала 20 входит в отверстие 48 и, предпочтительно, немного деформируется,

чтобы создать уплотнительное соединение для потока электролита 60. Возможны и другие типы уплотнений. Передвижной контейнер 10 может быть присоединен к повторно заправляемой батарее 40, используя любой удобный способ.

Как только передвижной контейнер 10 присоединяется к повторно заправляемой батарее 40, уплотнительный элемент 16 перемещается в открытое положение, чтобы обеспечить топливным частицам 62 и электролиту 60 прохождение через каналы 18 и в элементы 42 батареи, таким образом заправляя повторно заправляемую батарею 40. Уплотнительный элемент 16 может быть перемещен, используя любой удобный механизм (не показан), такой как рычаг и кулачок, винт или другой механизм.

В процессе работы батареи насос 44 прокачивает электролит 60 через повторно заправляемую батарею 40 и передвижной контейнер 10 посредством выкачивания электролита 60 с нижней части 52 элементов 42 батареи через трубопроводы 54 и 55 и прокачивает его через канал 46 в передвижной контейнер 10 через соединение, образованное отверстием 46 и каналом 20. Электролит проходит через трубу 22 в резервуар 14 для электролита и оттуда через трубопроводы 24 и 25 в топливные отделения 12, где электролит 60 проходит вниз в элементы 42 батареи через соединение, образованное каналами 18 и отверстиями 50. Топливные частицы 62 свободно перемещаются вниз из топливных отделений 12 в элементы 42 батареи, где топливные частицы 62 растворяются в процессе разрядки батареи. Таким образом, можно видеть, что передвижной контейнер 10 и повторно заправляемая батарея 40 образуют замкнутую систему циркуляции для потока электролита 60 в процессе работы батареи.

Когда электролит 60 становится существенно загруженным продуктами реакции и не может обеспечить поддержание дальнейшей разрядки батареи, или уровень топливных частиц 62 существенно снизился, повторно заправляемая батарея 40 деактивируется посредством отключения насоса 44 и закрытия каналов 18 и 20 посредством перемещения уплотнительного элемента 16 в закрытое положение. Передвижной контейнер 10, содержащий использованный электролит и продукты реакции, затем может быть отсоединен от повторно заправляемой батареи 40 и заменен другим передвижным контейнером 10, содержащим свежий электролит 60 и топливные частицы 62.

Направление потока электролита может быть изменено во всех примерах воплощения. Показанное направление было найдено, как обеспечивающее надежное питание топливных частиц 62 из топливных отделений 12 в элементы 42 батареи. Также возможно размещение внутри повторно заправляемой батареи 40 резервуара электролита (не показанного) для дополнительного хранения электролита.

Фиг. 4 является схематической иллюстрацией передвижного контейнера 10, присоединенного к установке 64 повторного наполнения. Как показано на фиг. 4, во время процесса повторного наполнения передвижной контейнер 10 подсоединяется в перевернутом

положении к установке 64 повторного наполнения.

Передвижной контейнер 10 присоединен к установке 64 повторного наполнения так, что концы 30 каналов 18 входят в соответствующие отверстия 68 на установке 64 повторного наполнения и конец 32 канала 20 входит в отверстие 66 на установке 64 повторного наполнения так, чтобы обеспечить уплотнительное соединение для потока электролита 60, подобное соединению передвижного контейнера 10 с повторно заправляемой батареей 40. Передвижной контейнер 10 может быть подсоединен к установке 64 повторного наполнения, используя любой подходящий способ.

Уплотнительный элемент 16 затем перемещается из закрытого положения в открытое положение так, чтобы открыть каналы 18 и 20. Использованный электролит затем удаляется из передвижного контейнера 10 через трубу 22, которая подсоединена к нижней части (в положении, показанном на фиг. 4) резервуара 14 для электролита передвижного контейнера 10. Свежие топливные частицы 62, такие как цинковые гранулы, смываются вместе с электролитом 60 в топливные отделения 12 из установки повторного наполнения 64 через каналы 18. Этот процесс продолжается до тех пор, пока существенное количество топливных частиц 62 смывается в топливные отделения 12 и каналы 18 большей частью очищаются от топливных частиц 62. Если необходимо, дополнительное количество электролита 60 добавляется через канал 20 и трубу 22 до тех пор, пока резервуар 14 для электролита наполнится электролитом 60.

Уплотнительный элемент 16 затем перемещается в закрытое положение так, чтобы закрыть каналы 18 и 20 и предотвратить дальнейшее проникновение топливных частиц 62 и электролита 60. Передвижной контейнер 10 затем отделяется от установки 64 повторного наполнения. Этим завершается операция повторного наполнения передвижного контейнера 10.

Фиг. 5 иллюстрирует второе воплощение передвижного контейнера 70, где одинаковые ссылочные номера обозначают аналогичные элементы первого примера воплощения, показанного на фиг. 2-4. Передвижной контейнер 70 имеет альтернативную клапанную систему для закрытия топливных отделений 12 и резервуара 14 для электролита, также как альтернативный способ соединения повторно заправляемой батареи 90. Как и на фиг. 2-4, передвижной контейнер 70 и повторно заправляемая батарея 90 показаны на фиг. 5, только для иллюстрации, предназначенные для питания трех элементов.

Передвижной контейнер 70 включает множество входных отверстий 74, расположенных на соединительной поверхности 72 передвижного контейнера 70, которые проходят через корпус 26 и соединены с топливными отделениями 12. Отверстия 74 соответствуют по расположению отверстиям 92 повторно заправляемой батареи 90, которые соединяются с верхними частями 56 элементов 42 батареи. Передвижной контейнер также имеет отверстие 76, расположенное на соединительной поверхности 72, которое

также проходит через корпус 26 и соединяется с резервуаром 14 для электролита через трубу 22. Отверстие 76 соответствует по расположению отверстию 94 на повторно заправляемой батарее 90, которая соединяется с каналом 46.

Передвижной контейнер 70 дополнительно содержит тонкую ленту 80, имеющую узкую часть 82 и широкую часть 84, которая подвижно подсоединена к корпусу 26 передвижного контейнера 70. Тонкая лента 80 может быть выполнена из нержавеющей стали или из любого другого достаточно прочного материала, стойкого к едкому электролиту. В закрытом положении, показанном на фиг. 5Е, широкая часть 84 закрывает отверстия 74 и 76, чтобы предотвратить поток электролита 60 и топливных частиц 62. В открытом положении, показанном на фиг. 5С, узкая часть 82 перемещается на отверстия 74 и 76, чтобы обеспечить прохождение потока электролита 60 и топливных частиц 62.

Узкий зазор 86 приблизительно 0,008 см обычно допускается между тонкой лентой 80 и соединительной поверхностью 72, чтобы устранить трение между тонкой лентой 80 и соединительной поверхностью 72. Зазор 86 допускает небольшому количеству жидкого электролита 60 протекать между топливными отделениями 12. Это приводит к небольшой паразитической утечке электрического тока между элементами 42 батареи, когда повторно заправляемая батарея 90 работает, но эта утечка тока поглощает только малую часть энергии, производимой повторно заправляемой батареей 90 при условии, что зазор 86 является достаточно узким. Утечка электролита 60 из передвижного контейнера 70 через зазор 86 предотвращается при помощи О-образного уплотнительного кольца 78, расположенного между тонкой лентой 80 и соединительной поверхностью 72 и которое расположено вокруг отверстий 74 и 76. Тонкая лента 80 и О-образное уплотнительное кольцо 78 могут удерживаться на месте на передвижном контейнере 70 с помощью прокладки 88, как показано на фиг. 6. Прокладка 88 также обеспечивает сохранение контролируемой ширины зазора 86.

Тонкая лента 80 может иметь определенную длину и присоединяться к барабану (не показан) с ручками или другими средствами (не показаны) для вращения барабанов так, чтобы продвигать тонкую ленту 80 между открытым и закрытым положениями. Альтернативно, тонкая лента 80 может быть бесконечной петлей, в таком случае она может проходить вокруг передвижного контейнера 70 и иметь линейный тяговый механизм (не показан) или другие средства для движения тонкой ленты 80 между открытым и закрытым положениями.

Перед подсоединением передвижного контейнера 70 к повторно заправляемой батарее 90, тонкая лента 80 находится в закрытом положении, так что отверстия 74 и 76 закрыты. После присоединения передвижного контейнера 70 к повторно заправляемой батарее 90, тонкая лента 80 продвигается в открытое положение, чтобы обеспечить прохождение топливных частиц 62 и электролита 60 через отверстия 74 и 76.

В процессе работы повторно заправляемой батареи 90 насос 44 прокачивает электролит 60 с нижней части 52

элементов 42 батареи через канал 46 в передвижной контейнер через соединение, образованное отверстиями 94 и 76, через трубу 22 в резервуар 14 для электролита и оттуда через трубопроводы 24 и 25 в топливные отделения 12, где электролит 60 течет вниз через соединение, образованное отверстиями 74 и 92, в верхнюю часть 56 элементов 42 батареи.

Когда тонкая лента 80 находится в открытом положении, показанном на фиг. 5С в процессе работы повторно заправляемой батареи 90, только узкая часть 82 тонкой ленты 80 перекрывает соединительную поверхность 72 передвижного контейнера 70, где расположены отверстия 74. Эта узкая часть 82 расположена снаружи О-образного уплотнительного кольца 78, так что тонкая лента 80 не приводит к короткому замыканию элементов 42 батареи.

Когда электролит 60 становится существенно загруженным продуктами реакции, который не может обеспечить поддержание дальнейшей разрядки батареи или уровень топливных частиц 62 существенно снизился ниже соединительной поверхности контейнер/батарея, повторно заправляемая батарея 90 деактивируется посредством отключения насоса 44 и закрытия отверстий 74 и 76 посредством продвижения тонкой ленты 80 из открытого положения в закрытое положение. Передвижной контейнер 70, содержащий использованный электролит и продукты реакции, может быть отсоединен и извлечен из повторно заправляемой батареи 90 и заменен другим передвижным контейнером 70, содержащим свежие топливные частицы 62 и свежий электролит 60.

Фиг. 7 показывает третий пример воплощения передвижного контейнера 150 и повторно заправляемой батареи 170. Передвижной контейнер 150 и повторно заправляемая батарея 170 показаны только для иллюстрации, предназначенный для питания трех элементов.

Передвижной контейнер 150 состоит из канистры 152, имеющей топливные отделения 154 и резервуар 156 для электролита для хранения и подачи отмеренного количества топливных частиц 62 и электролита 60 соответственно. К канистре 152 присоединены гибкие каналы 158 и 160, которые соответственно соединены с топливными отделениями 154 и с резервуаром 156 для электролита. Гибкие каналы 158 и 160 постоянно присоединены к канистре 152 и удерживаются вместе на противоположном конце 162 с помощью удлиненной концевой части 164 или с помощью других подходящих средств. В нижней части 166 топливных отделений 154 имеются узкие и относительно длинные трубопроводы 168, соединяющие топливные отделения 154 друг с другом. Топливные отделения 154 также подсоединены к резервуару 156 для электролита посредством более широкого трубопровода 165.

Фильтр 34 расположен в каждом из трубопроводов 168 или в топливных отделениях 154, примыкающих к трубопроводам 168, чтобы предотвратить прохождение топливных частиц 62 через трубопроводы 168 между топливными отделениями 154. Если топливные частицы 62

будут поступать в трубопровод 168, то в результате может образоваться закупорка трубопроводов 168 или короткое электрическое замыкание.

Повторно заправляемая батарея 170 имеет несколько отверстий 172, которые имеют форму, соответствующую концевой части 164 для формирования уплотнительного соединения между передвижным контейнером 150 и повторно заправляемой батареей 170. При соединении, передвижной контейнер 150 и повторно заправляемая батарея 170 образует замкнутую систему циркуляции для потока электролита 60 в процессе работы батареи. Отверстия 172 соединены с загрузочными воронками 174 внутри повторно заправляемой батареи 170 и с каналом 176. Загрузочные воронки 174 имеют форму, обеспечивающую необходимое содержание объема топливных частиц 62 в электролите 60. Ниже загрузочной воронки 174 размещены элементы 178 батареи. Элементы 178 батареи соединены друг с другом через узкие и сравнительно длинные трубопроводы 182, подсоединенные к нижнему концу 184 каждого из элементов 178 батареи. Элементы 178 батареи также подсоединены к насосу 180 через более широкий трубопровод 185. Насос 180 соединен с каналом 176, который с обратной стороны соединен с отверстиями 172.

Фильтр 34 расположен в каждом трубопроводе 182 или в элементах 178 батареи, непосредственно прилегая к трубопроводу 182, чтобы предотвратить прохождение топливных частиц 62 через трубопровод 182 между элементами 178 батареи.

Возможно, что трубопроводы 182 и 168 могут быть выполнены существенно узкими, чтобы предотвратить прохождение топливных частиц 62 даже без фильтра 34, одновременно обеспечивая прохождение электролита 60. Трубопроводы 182 и 168 имеют такую форму, которая обеспечивает существенное снижение паразитных потерь подобно трубопроводам 54 и 24.

Внутренний объем канистры 152 соотносительно больше, чем объем, имеющийся в повторно заправляемой батарее 170, когда элементы 178 батареи заполняются сухими топливными частицами 62.

Повторно заправляемая батарея 170 заправляется посредством соединения концевой части 164 передвижного контейнера 150 с отверстиями 172 на повторно заправляемой батарее 170, элементы 178 батареи которой были заполнены сухими топливными частицами 62. Канистра 152 затем поднимается, для того чтобы выпустить топливные частицы 62, содержащиеся в канистре 152, но не существенную порцию электролита 60, в загрузочные воронки 174, расположенные над элементами 178 батареи. После того как топливные частицы 62 были полностью перемещены в загрузочные воронки 174, передвижной контейнер 150 опускается в положение, показанное на фиг. 7С, и закрепляется к повторно заряжаемой батарее 170.

В процессе работы батареи насос 180 перекачивает электролит 60 через трубопроводы 182 и 185 из элементов 178 батареи вверх через канал 176 и гибкий канал 160 в резервуар 156 для электролита

канистры 152. Электролит 60 затем проходит в топливные отделения 154 через трубопроводы 168 и 165 и затем в загрузочные воронки 174 через гибкие каналы 158. Электролит 60 затем возвращается в элементы 178 батареи из загрузочных воронок 174. Топливные частицы 62 являются свободными для перемещения вниз из загрузочных воронок 174 в элементы 178 батареи, где топливные частицы 62 растворяются в процессе разрядки батареи.

Когда электролит 60 становится существенно загруженным продуктами реакции и не может обеспечить поддержание дальнейшей разрядки батареи или уровень топливных частиц 62 существенно снизился, повторно заправляемая батарея 170 деактивируется посредством выключения насоса 180. Передвижной контейнер 150, содержащий использованный электролит и продукты реакции, может затем быть отсоединен от повторно заправляемой батареи 170 и заменен другим контейнером 150, содержащим свежие топливные частицы 62 и свежий электролит 60.

Таким образом, описаны способ и установка для питания множественных электрохимических элементов, включающих выполненные из частиц электроды. Любому специалисту в данной области техники будет понятно, что изобретение не ограничивается тем, что было подробно показано и описано выше. Описание предпочтительных и альтернативных применений и воплощений имеет иллюстративную цель и не предназначено быть исчерпывающим или ограничивающим изобретение только описанными формами. Возможны многие другие модификации и изменения без отклонения от изобретательских идей изобретения. Поэтому изобретение не должно быть ограничено, за исключением сущности прилагаемой формулы изобретения.

Формула изобретения:

1. Передвижной контейнер для заправки повторно заправляемой батареей, имеющей электрохимический элемент, включающий выполненный из частиц электрод, содержащий (а) корпус; (b) резервуар для электролита, размещенный в корпусе, содержащий объем раствора электролита; (с) первый клапан, находящийся в жидкостной связи с резервуаром для электролита, который проходит через корпус и выполнен с возможностью подсоединения к повторно заправляемой батарее; (d) топливное отделение, размещенное в корпусе, содержащее электрохимические активные топливные частицы и раствор электролита; (е) второй клапан, находящийся в жидкостной связи с топливным отделением, который проходит через корпус и выполнен с возможностью подсоединения к повторно заправляемой батарее; (f) трубопровод, находящийся в жидкостной связи с резервуаром для электролита и топливным отделением, так что передвижной контейнер и повторно заправляемая батарея образуют замкнутый контур для потока раствора электролита через передвижной контейнер и повторно заправляемую батарею, при подсоединении передвижного контейнера к повторно заправляемой батарее в процессе работы батареи.

2. Передвижной контейнер по п.1, который дополнительно содержит фильтр,

выполненный с возможностью предотвращения прохождения топливных частиц между топливным отделением и резервуаром для электролита.

3. Передвижной контейнер по п.1, в котором трубопровод по существу выполнен узким, чтобы предотвратить прохождение топливных частиц, но обеспечить прохождение раствора электролита.

4. Передвижной контейнер по п.1, в котором первый клапан и второй клапан включают гибкие каналы, при этом передвижной контейнер дополнительно содержит уплотнительный элемент, подвижно подсоединенный к передвижному контейнеру, который обеспечивает закрытие посредством зажима гибких каналов.

5. Передвижной контейнер по п. 1, в котором дополнительно содержит крышку, обеспечивающую закрытие первого клапана и второго клапана, когда передвижной контейнер не подсоединен к повторно заправляемой батарее.

6. Передвижной контейнер по п.5, в котором крышка присоединена к корпусу.

7. Передвижной контейнер по п.1, в котором корпус уплотнен по жидкости.

8. Передвижной контейнер для заправки повторно заправляемой батареи, имеющей электрохимический элемент, включающий выполненный из частиц электрод, содержащий (а) корпус; (b) резервуар для электролита, размещенный в корпусе, содержащий объем раствора электролита; (с) первый клапан, содержащий первый гибкий канал, находящийся в жидкостной связи с резервуаром для электролита, который проходит через корпус и подсоединен к повторно заправляемой батарее; (d) топливное отделение, размещенное в корпусе, содержащее электрохимические активные топливные частицы и раствор электролита; (е) второй клапан, содержащий второй гибкий канал, находящийся в жидкостной связи с топливным отделением, который проходит через корпус и выполнен с возможностью подсоединения к повторно заправляемой батарее; (f) трубопровод, находящийся в жидкостной связи с резервуаром для электролита и топливным отделением, так что передвижной контейнер и повторно заправляемая батарея образуют замкнутый контур для потока раствора электролита через передвижной контейнер и повторно заправляемую батарею при подсоединении передвижного контейнера к повторно заправляемой батарее в процессе работы повторно заправляемой батареи; (g) уплотнительный элемент, подвижно закрепленный к передвижному контейнеру и обеспечивающий закрытие посредством зажима первого и второго гибких каналов, и (h) крышку, обеспечивающую закрытие первого клапана и второго клапана, когда передвижной контейнер не подсоединен к повторно заправляемой батарее.

9. Передвижной контейнер по п.8, который дополнительно содержит фильтр, предотвращающий проникновение топливных частиц между топливным отделением и резервуаром для электролита.

10. Передвижной контейнер по п.8, который включает трубопровод, выполненный, по существу, узким для предотвращения прохождения топливных частиц, но

пропускания раствора электролита.

11. Передвижной контейнер для заправки повторно заправляемой батареи, имеющей множественные электрохимические элементы, включающие выполненные из частиц электроды, содержащий (а) корпус; (b) одно или более топливных отделений, размещенных в корпусе, содержащее электрохимические активные топливные частицы и раствор электролита; (с) множество клапанов, находящихся в жидкостной связи с одним или более топливных отделений, которые проходят через корпус и выполнены с возможностью подсоединения к повторно заправляемой батарее; и (d) один или более трубопроводов, соединяющих один или более топливных отделений друг с другом, так что передвижной контейнер и повторно заправляемая батарея образуют замкнутый контур циркуляции для потока раствора электролита через передвижной контейнер и повторно заправляемую батарею, при подсоединении передвижного контейнера к повторно заправляемой батарее в процессе работы повторно заправляемой батареи.

12. Передвижной контейнер по п.11, который дополнительно содержит резервуар для электролита, размещенный в корпусе и подсоединенный к одному или более топливных отделений, и второй клапан, находящийся в жидкостной связи с резервуаром для электролита, проходящий через корпус, подсоединенный к повторно заправляемой батарее.

13. Передвижной контейнер по п.11, в котором один или более трубопроводов выполнены с возможностью обеспечения снижения в значительной степени электрической проводимости между каждым из одного или более топливных отделений через трубопроводы, когда передвижной контейнер содержит раствор электролита.

14. Передвижной контейнер по п.13, в котором один или более трубопроводов выполнены достаточно узкими и относительно длинными, чтобы по существу уменьшить электрическую проводимость между каждым одним или более топливными отделениями через трубопроводы, когда передвижной контейнер содержит раствор электролита.

15. Передвижной контейнер по п.11, который дополнительно содержит один или более фильтров, предотвращающих прохождение топливных частиц между каждым одним или более топливными отделениями.

16. Передвижной контейнер по п.11, в котором один или более трубопроводов выполнены достаточно узкими для предотвращения прохождения топливных частиц, но пропускания раствора электролита.

17. Передвижной контейнер по п.12, который включает множество клапанов и второй клапан, содержащий гибкие каналы, при этом передвижной контейнер дополнительно содержит уплотнительный элемент, подвижно подсоединенный к передвижному контейнеру, закрывающий посредством зажима гибкие каналы.

18. Передвижной контейнер по п.12, который содержит множество клапанов и второй клапан, включающий отверстия, проходящие через корпус передвижного контейнера, и тонкую ленту, подвижно подсоединенную к передвижному контейнеру, перемещающуюся между открытым и

закрытым положениями для открытия и закрытия соответственно отверстий в корпусе.

19. Передвижной контейнер по п.11, который дополнительно содержит крышку для закрытия множества клапанов, когда передвижной контейнер не подсоединен к повторно заправляемой батарее.

20. Передвижной контейнер по п.19, в котором крышка присоединена к корпусу передвижного контейнера.

21. Передвижной контейнер по п.11, в котором крышка уплотнена по жидкости.

22. Передвижной контейнер по п.11, в котором одно или более топливных отделений соединены параллельно потоку раствора электролита.

23. Повторно заправляемый источник электрохимической энергии, содержащий (а) повторно заправляемую батарею, имеющую один или более электрохимических элементов, включающих выполненные из частиц электроды, и один или более трубопроводов, соединяющих один или более электрохимических элементов друг с другом; (в) передвижной контейнер, подвижно подсоединенный к повторно заправляемой батарее, имеющий корпус, отделение, размещенное в корпусе, содержащее раствор электролита, первый клапан и второй клапан, находящиеся в жидкостной связи с отделением и проходящие через корпус и подвижно подсоединенные к повторно заправляемой батарее, так что передвижной контейнер и повторно заправляемая батарея образуют замкнутый контур для потока раствора электролита через передвижной контейнер и электрохимические элементы повторно заправляемой батареи при подсоединении передвижного контейнера к повторно заправляемой батарее в процессе работы повторно заправляемой батареи.

24. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии, содержащий (а) повторно заправляемую батарею, имеющую один или более электрохимических элементов, включающих выполненные из частиц электроды, и один или более первых трубопроводов, соединяющих один или более электрохимических элементов друг с другом; (в) передвижной контейнер, подвижно подсоединенный к повторно заправляемой батарее, имеющий корпус; одно или более топливных отделений, размещенных в корпусе, содержащих объем электрохимически активных топливных частиц и раствор электролита, множество клапанов, находящихся в жидкостной связи с одним или более топливными отделениями и проходящих через корпус и подвижно присоединенных к повторно заправляемой батарее, и один или более вторых трубопроводов, соединяющих одно или более топливных отделений друг с другом, так что передвижной контейнер и повторно заправляемая батарея образуют замкнутый контур для потока раствора электролита через передвижной контейнер и электрохимические элементы повторно заправляемой батареи при подсоединении передвижного контейнера к повторно заправляемой батарее в процессе работы повторно заправляемой батареи.

25. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.24, в котором один или более электрохимических элементов соединены параллельно потоку

раствора электролита.

26. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.25, в котором один или более первых трубопроводов по существу уменьшают электрическую проводимость через раствор электролита между каждым одним или более электрохимическими элементами и один или более вторых трубопроводов по существу уменьшают электрическую проводимость через раствор электролита между каждым одним или более топливными отделениями.

27. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.26, в котором один или более первых трубопроводов выполнены достаточно узкими и относительно длинными для уменьшения по существу электрической проводимости через раствор электролита между каждым из одного или более электрических элементов, и один или более вторых трубопроводов выполнены достаточно узкими и относительно длинными для уменьшения по существу электрической проводимости через раствор электролита между каждым из одного или более топливных отделений.

28. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.24, в котором один или более электрохимических элементов соединены последовательно с потоком раствора.

29. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.24, в котором передвижной контейнер дополнительно имеет резервуар для электролита, размещенный в корпусе и подсоединенный к одному или более топливным отделениям, и второй клапан, находящийся в жидкостной связи с резервуаром для электролита и проходящий через корпус и подвижно подсоединенный к повторно заправляемой батарее.

30. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.24, в котором передвижной контейнер обеспечивает подачу топливных частиц и раствора электролита непосредственно в каждый один или более электрохимических элементов повторно заправляемой батареи.

31. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.24, в котором повторно заправляемая батарея дополнительно имеет один или более бункеров, содержащих объем топливных частиц и раствор электролита, при этом передвижной контейнер обеспечивает подачу топливных частиц в один или более бункеров.

32. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.31, в котором повторно заправляемая батарея дополнительно имеет резервуар для электролита, содержащий объем раствора электролита, который подсоединен к одному или более бункеру.

33. Повторно заправляемый электрохимический источник энергии по п.24, в котором повторно заправляемая батарея дополнительно имеет резервуар для электролита, содержащий объем раствора электролита, который подсоединен к одному или более электрохимических элементов.

34. Способ работы повторно заправляемого электрохимического источника энергии, содержащий следующие этапы: (а) присоединение передвижного контейнера,

содержащего топливные частицы и раствор электролита, к повторно заправляемой батарее, и обеспечение подачи топливных частиц и электролита в повторно заправляемую батарею; (b) обеспечение циркуляции раствора электролита через повторно заправляемую батарею и присоединенный передвижной контейнер за период времени, обеспечивающий разрядку повторно заправляемой батареи и растворение некоторого количества частиц топлива в продукты реакции в использованном электролите; (c) отделение передвижного контейнера, содержащего продукты реакции и использованный электролит, от повторно заправляемой батареи; и (d) присоединение передвижного контейнера, содержащего свежие частицы топлива и электролита, к повторно заправляемой батарее.

5

35. Способ работы повторно заправляемого электрохимического источника энергии по п.34, в котором после отделения передвижного контейнера с продуктами реакции и использованным электролитом от повторно заправляемой батареи продукты реакции и использованный электролит удаляют и заменяют свежими топливными частицами и раствором электролита на установке повторного наполнения.

10

36. Способ работы повторно заправляемого электрохимического источника энергии по п.34, в котором топливные частицы содержат гранулы цинка.

15

37. Способ работы повторно заправляемого электрохимического источника энергии по п.34, в котором топливные частицы содержат гранулы алюминия.

20

25

30

35

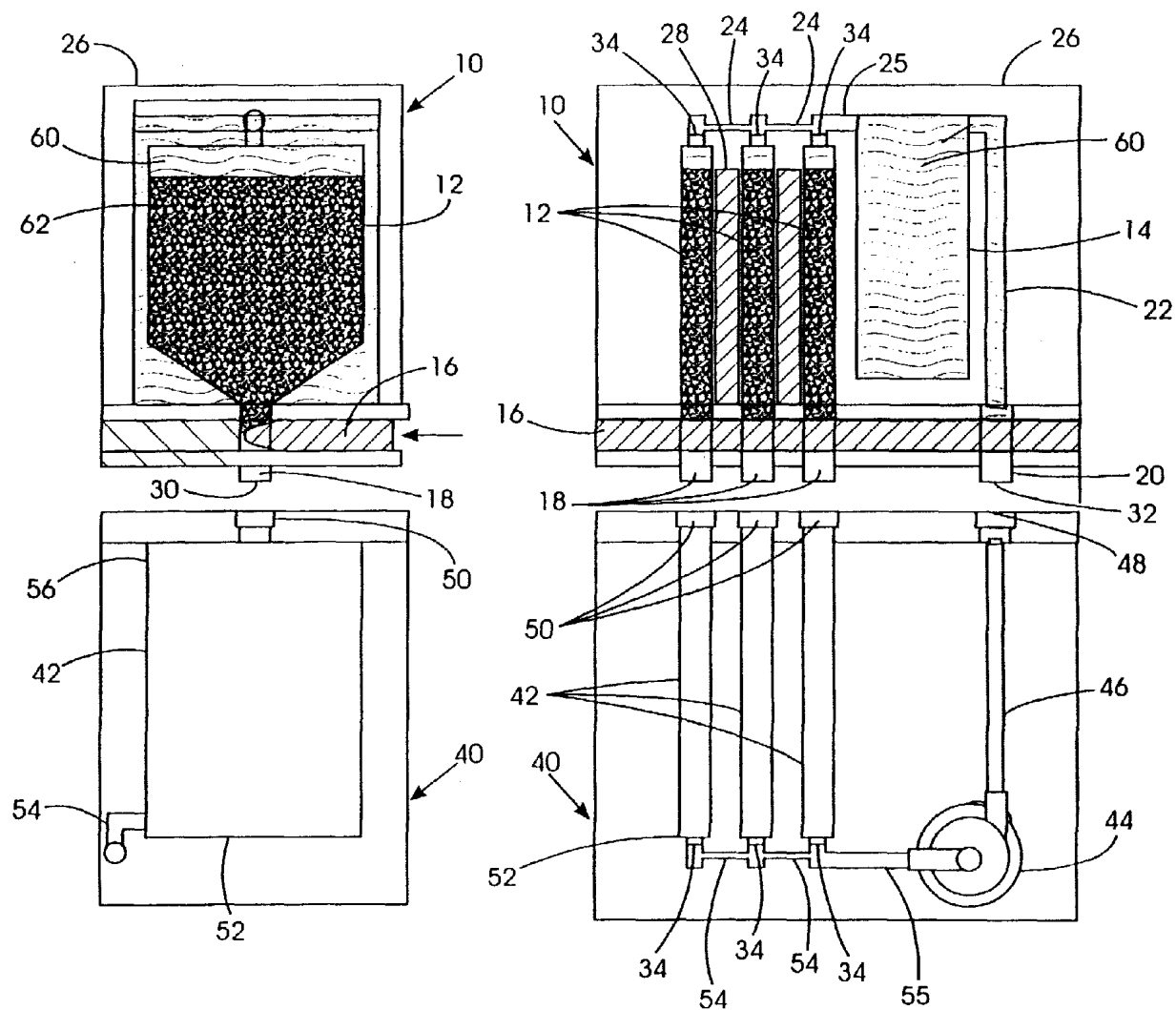
40

45

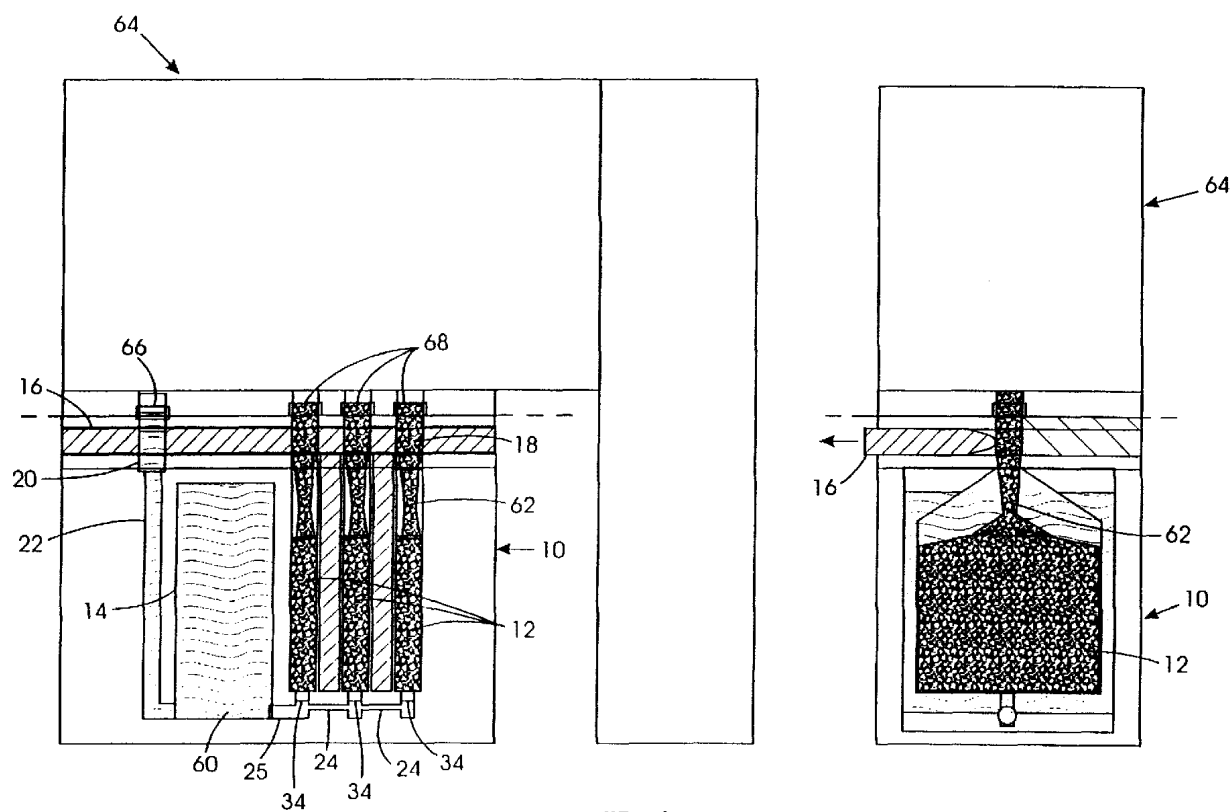
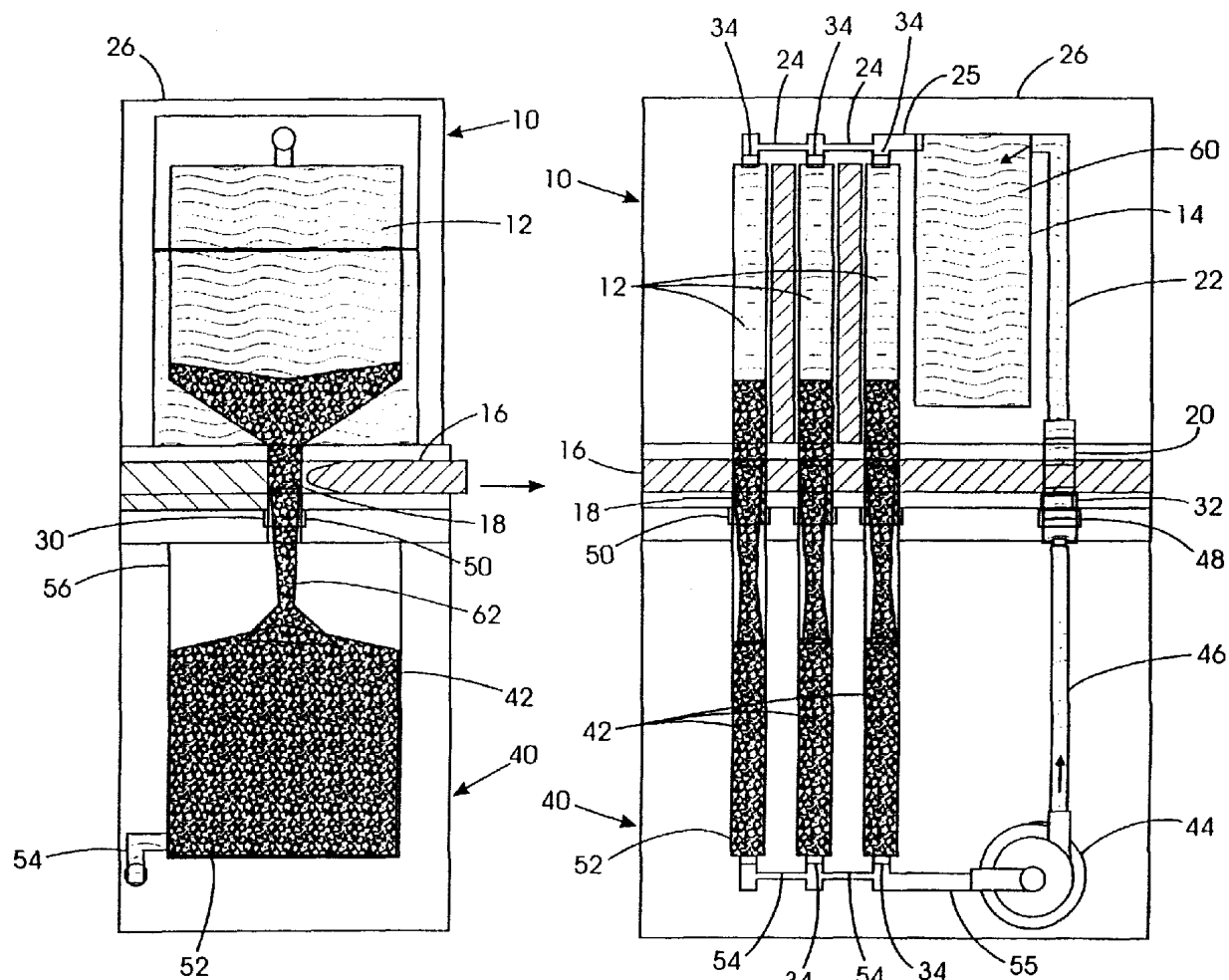
50

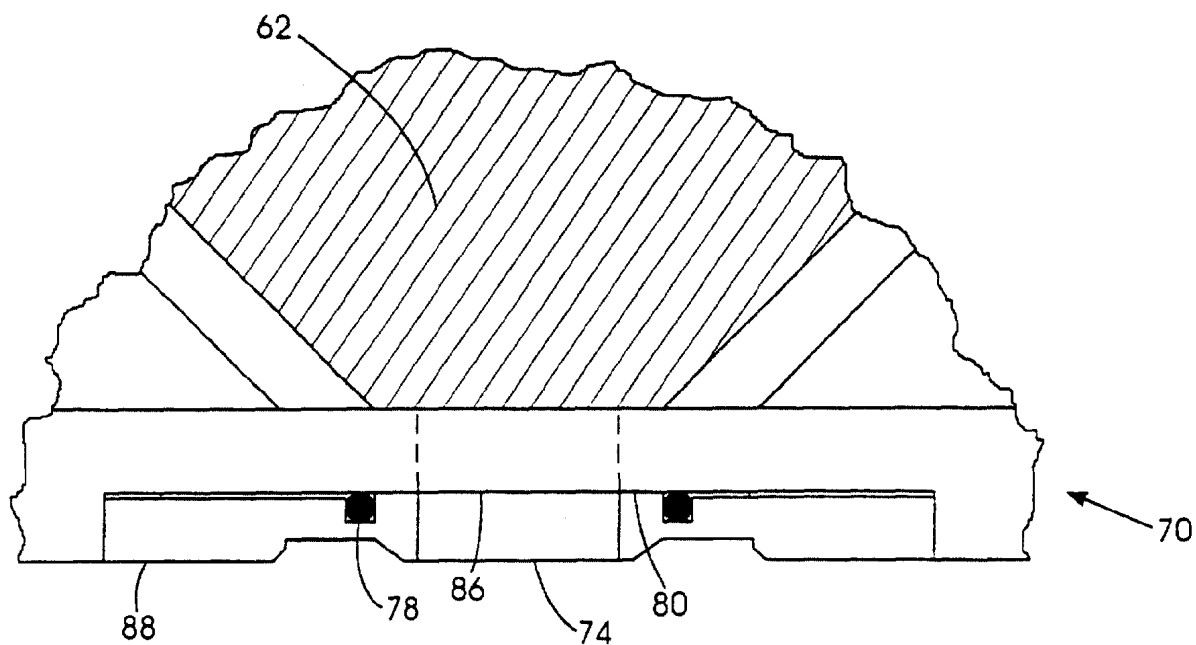
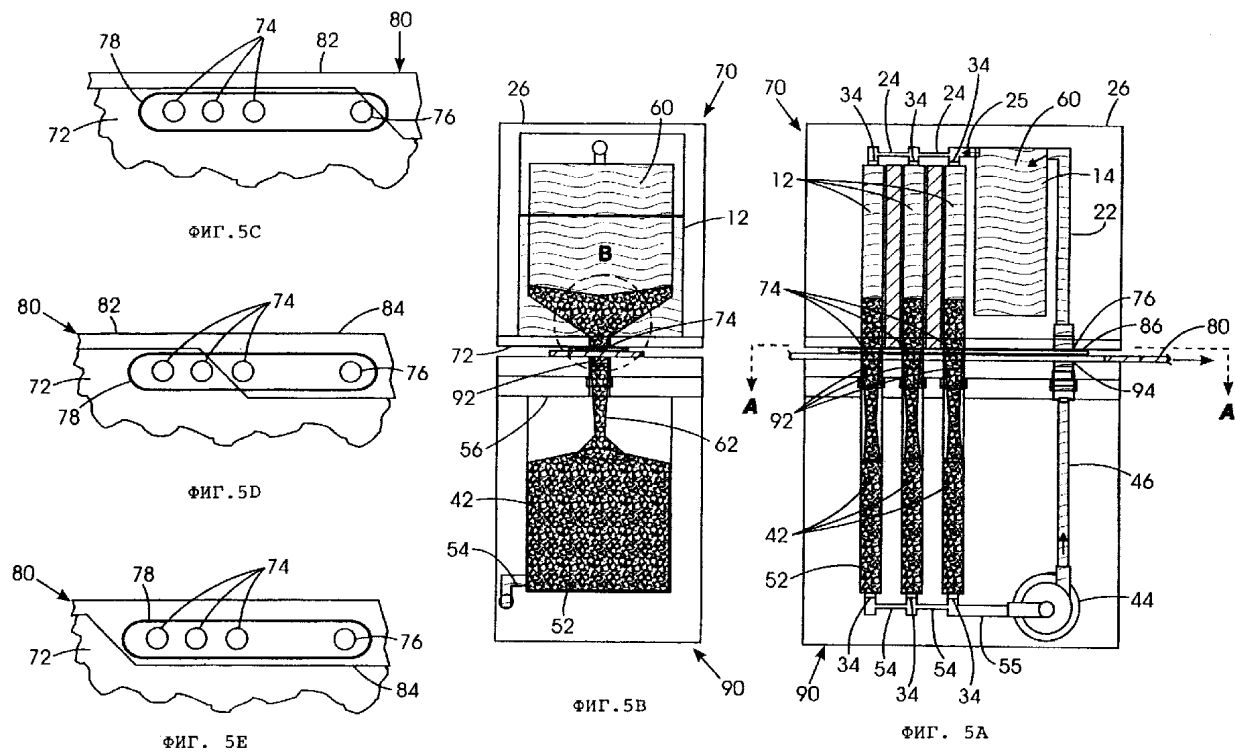
55

60



ФИГ. 2





ФИГ. 6

