

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043704**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.06.15

(51) Int. Cl. **H01M 8/18** (2006.01)

(21) Номер заявки
202390004

(22) Дата подачи заявки
2021.05.28

(54) **ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ПРОТОЧНАЯ БАТАРЕЯ И СПОСОБ ЕЕ
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

(31) **10 2020 115 385.6**

(56) EP-A1-2980903
US-A1-2019020045
JP-A-2017174541
KR-A-20160072916
DE-A1-102018119930

(32) **2020.06.10**

(33) **DE**

(43) **2023.02.28**

(86) **PCT/EP2021/064331**

(87) **WO 2021/249789 2021.12.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ФОЙТ ПАТЕНТ ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:
Крюгер Клаус, Лют Томас (DE)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Окислительно-восстановительная проточная батарея (1), содержащая комплект (2) ячеек и резервуарное устройство (3) для приема электролита, при этом батарея (1) содержит измерительное устройство (4) для определения напряжения холостого хода и циркуляционный модуль, и при этом измерительное устройство для определения напряжения холостого хода содержит по меньшей мере одну измерительную ячейку (4.1, 4.2, 4.3) и по меньшей мере четыре соединительных патрубка, при этом один соединительный патрубок предусмотрен для подвода анолита, один соединительный патрубок - для отвода анолита, один соединительный патрубок - для подвода католита и один соединительный патрубок - для отвода католита, и при этом циркуляционный модуль содержит по меньшей мере одну насосную головку (8.1, 8.2) и по меньшей мере два рабочих колеса (9.1, 9.2) насоса, и при этом упомянутая по меньшей мере одна измерительная ячейка встроена в насосную головку, и при этом один соединительный патрубок измерительного устройства соединен с напорной стороной рабочего колеса насоса, и при этом соответствующий соединительный трубопровод встроен в насосную головку.

B1

043704

043704

B1

Изобретение относится к окислительно-восстановительной проточной батарее и способу эксплуатации такой батареи. Причем эта батарея может эксплуатироваться автономно или как часть системы батарей. Такая система батарей состоит, например, из нескольких последовательно подключенных окислительно-восстановительных проточных батарей (цепи батарей).

Окислительно-восстановительная проточная батарея включает в себя комплект ячеек, т.е. комплект из множества окислительно-восстановительных проточных ячеек, и резервуарное устройство для подачи электролита с по меньшей мере двумя резервуарами, при этом в первый резервуар подается анолит, а во второй резервуар - католит. Во время эксплуатации батареи анолит и католит прокачиваются через ячейки в двух отдельных циркуляционных контурах. Для этого предусмотрены два рабочих колеса насоса, средства привода рабочих колес насоса и соответствующие трубные разводки. Такая окислительно-восстановительная проточная батарея раскрыта в DE 10 2018 119 930 A1, при этом оба рабочих колеса насоса вместе приводятся в движение одним двигателем.

Задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы улучшить известную окислительно-восстановительную проточную батарею в отношении эксплуатационной надежности и удобства обслуживания.

Изобретатели руководствовались тем наблюдением, что часто случающаяся неисправность у традиционных окислительно-восстановительных проточных батарей заключается в утечках в циркуляционных контурах электролита. Из-за этого со временем сокращается емкость батареи, и, в итоге, это приводит к выходу батареи из строя. Другие потенциальные случающиеся неисправности заключаются в отказе средств привода рабочих колес насоса. Когда во время эксплуатации батареи выходит из строя циркуляющий электролит, батарея может разрушаться, если ее эксплуатация своевременно не прерывается.

Задача решается согласно изобретению с помощью варианта осуществления, соответствующего независимым пунктам на устройство и на способ. Другие предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения находятся в зависимых пунктах формулы изобретения.

Предлагаемые изобретением решения поясняются далее с помощью фигур. На фигурах, в частности, показано:

- фиг. 1 - окислительно-восстановительная проточная батарея;
- фиг. 2 - измерительные устройства для определения НХХ;
- фиг. 3 - циркуляционный модуль в первом варианте осуществления;
- фиг. 4 - циркуляционный модуль в другом варианте осуществления;
- фиг. 5 - циркуляционный модуль в другом варианте осуществления;
- фиг. 6 - циркуляционный модуль в другом варианте осуществления;
- фиг. 7 - циркуляционный модуль в другом варианте осуществления;
- фиг. 8 - детали электропитания циркуляционного модуля по изобретению.

На фиг. 1 показана окислительно-восстановительная проточная батарея, которая обозначена позицией 1. Эта батарея включает в себя комплект ячеек, который обозначен позицией 2, и резервуарное устройство, которое обозначено позицией 3. Комплект 2 ячеек представляет собой комплект из множества окислительно-восстановительных проточных ячеек, которые могут быть расположены любым образом. Например, речь могла бы идти об одном отдельном пакете ячеек, последовательной цепи из нескольких пакетов, параллельной цепи из нескольких пакетов или о комбинации последовательной и параллельной цепей из нескольких пакетов. Резервуарное устройство 3 служит для подачи электролита и для снабжения комплекта 2 ячеек электролитом. Для этого резервуарное устройство 3 включает в себя по меньшей мере два резервуара для анолита и католита, систему труб для соединения резервуаров с комплектом 2 ячеек и рабочие колеса насоса для нагнетания электролита. Батарея 1 также включает в себя измерительное устройство для определения так называемого напряжения холостого хода (НХХ, англ. open circuit voltage - OCV), которое обозначено позицией 4. Значение НХХ является мерой состояния заряда батарейного модуля (англ. SoC - State of Charge). Батарея 1 включает в себя, кроме того, внешний источник тока, который указан прямоугольником с клеммами и обозначением 6. Этот внешний источник 6 тока служит, в том числе, для питания средств привода рабочих колес насоса и необязательно имеющегося вентиляционного устройства и тому подобных.

Изображенная на фиг. 1 батарея включает в себя необязательно два других измерительных устройства, которые обозначены позициями 5 и 7. Измерительное устройство, которое обозначено позицией 5, представляет собой измерительное устройство для выдачи клеммного напряжения комплекта 2 ячеек и, тем самым, также батареи 1. В случае, если батарея 1 является частью системы батарей, которая состоит из параллельной цепи из нескольких батарей 1, то все батареи 1 имеют одно и то же клеммное напряжение, так что может быть предусмотрено одно общее измерительное устройство 5 или в одной из батарей 1, или снаружи всех батарей 1. Измерительное устройство, которое обозначено позицией 7, представляет собой измерительное устройство для выдачи зарядного или, соответственно, разрядного тока комплекта 2 ячеек и, тем самым, также батареи 1. В случае, если батарея 1 является частью системы батарей, которая состоит из последовательной цепи из нескольких батарей 1, то все батареи имеют один и тот же зарядный или, соответственно, разрядный ток, так что может быть предусмотрено одно общее измерительное устройство 7 или в одной из батарей, или снаружи всех батарей 1.

На фиг. 2 показаны два варианта осуществления измерительного устройства 4 для определения НХХ. Изображенный в верхней части вариант осуществления включает в себя измерительную ячейку, которая обозначена позицией 4.1. Эта измерительная ячейка 4.1 разделена мембраной, которая называется также сепаратором, на две камеры. В каждой камере расположено по одному электроду. Между двумя электродами может сниматься напряжение холостого хода. Измерительная ячейка включает в себя четыре соединительных патрубка, при этом в каждую из обеих камер входят по два соединительных патрубка. Одна камера предназначена для приема анолита, при этом один соединительный патрубок предназначен для подвода, а другой соединительный патрубок - для отвода анолита. Другая камера предназначена для приема католита, при этом один соединительный патрубок предназначен для подвода, а другой соединительный патрубок - для отвода католита. Изображенный в нижней части фигуры 2 вариант осуществления включает в себя две измерительные ячейки, которые обозначены позициями 4.2 и 4.3. Каждая из измерительных ячеек разделена мембраной или, соответственно, сепаратором на две камеры, и в каждой камере расположено по одному электроду. У каждой из измерительных ячеек 4.2 и 4.3 предусмотрено по одной камере для приема стандартной жидкости. Эти камеры обозначены позицией 4.4. Камеры 4.4 для приема стандартной жидкости могут быть закрытыми, т. е. показанные на фигуре соединительные патрубки закрываются после того, как была залита стандартная жидкость. Камеры 4.4 могут быть также соединены между собой, как показано штриховым трубопроводом внизу. Могут быть также предусмотрены средства, с помощью которых время от времени в камеры 4.4 вводится свежая стандартная жидкость, при этом использованная стандартная жидкость выводится из камер 4.4. Две остальные камеры имеют по два соединительных патрубка, при этом одна из этих камер предназначена для приема анолита, и при этом один соединительный патрубок предназначен для подвода, а другой соединительный патрубок - для отвода анолита. Другая камера предназначена для приема католита, и при этом один соединительный патрубок предназначен для подвода, а другой соединительный патрубок - для отвода католита. Electroды камер, которые предназначены для приема стандартной жидкости, могут быть соединены друг с другом, как изображено штриховой линией на фиг. 2, так чтобы прямо между двумя оставшимися электродами могло сниматься напряжение холостого хода. Альтернативно, изображенное соединение средних электродов может отсутствовать, и между двумя электродами каждой ячейки может сниматься частичное напряжение. Тогда напряжение холостого хода получается из суммы этих двух частичных напряжений. Если эти два частичных напряжения отличаются друг от друга по величине, по этому отличию можно сделать заключение о наличии смещения в электролите батареи. Такое смещение может получаться вследствие нежелательного эффекта, который называется "переходом" (англ. "crossover"). Возможность обнаружения такого смещения делает изображенный на фиг. 2 внизу вариант осуществления особенно предпочтительным.

Общим для двух вариантов осуществления является то, что измерительное устройство 4 для определения напряжения холостого хода включает в себя по меньшей мере одну измерительную ячейку и по меньшей мере четыре соединительных патрубка, при этом один соединительный патрубок предусмотрен для подвода анолита, один соединительный патрубок - для отвода анолита, один соединительный патрубок - для подвода католита и один соединительный патрубок - для отвода католита.

Чтобы измерительное устройство 4 могло надежно находить текущее напряжение холостого хода батареи, предусмотренные для анолита и католита камеры должны снабжаться свежим электролитом. Это происходит за счет того, что измерительное устройство включается в циркуляционный контур электролита батареи. При этом соединительные патрубки для подвода и отвода электролита соединяются с точками циркуляционного контура электролита, которые имеют такую разность давлений, что через камеры измерительного устройства 4 может протекать электролит. Подходящие точки ответвления с высоким давлением находятся в трубопроводах, которые простираются от напорной стороны рабочих колес насоса до комплекта ячеек. Подходящие точки ответвления с низким давлением находятся в трубопроводах, которые простираются от резервуаров до всасывающей стороны рабочих колес насоса или от комплекта ячеек до резервуаров. Низкое давление имеется также в верхней части самого резервуара, так что и с этой частью бака могут быть соединены соединительные патрубки для отвода электролита измерительного устройства 4. Изобретатели обнаружили, что особенно предрасположены к утечкам соединительные патрубки для подвода электролита и соединенные с ними трубопроводы, так как там действует более высокое внутреннее давление, чем в соединительных патрубках для отвода электролита и соединенных с ними трубопроводах.

Окислительно-восстановительная проточная батарея по изобретению включает в себя циркуляционный модуль, который выполнен так, что он может осуществлять циркуляцию анолита и католита. Так как нагнетаемое количество зависит от эксплуатационного состояния батареи, циркуляционный модуль располагает приводом с регулируемой скоростью вращения. Циркуляционный модуль может снабжаться током извне. При этом внешний источник 6 тока может состоять в подключении постоянного или переменного тока. Альтернативно, циркуляционный модуль может также снабжаться током изнутри. Эти возможности описываются детально в связи с фиг. 8.

На фиг. 3 показан циркуляционный модуль в первом варианте осуществления в схематичном изображении. Циркуляционный модуль включает в себя по меньшей мере одно первое рабочее колесо насо-

са для циркуляции анолита, которое обозначено позицией 9.1, и по меньшей мере одно второе рабочее колесо насоса для циркуляции католита, которое обозначено позицией 9.2. На фиг. 3 каждое рабочее колесо насоса расположено в своей насосной головке, которые обозначены позициями 8.1 и 8.2. Циркуляционный модуль включает в себя также электродвигатель с регулируемой скоростью вращения, который обозначен позицией 10 и соединен с рабочими колесами 9.1 и 9.2 насоса так, что он может приводить их в движение одновременно. На фиг. 3 соединение с рабочими колесами насоса реализовано посредством вала, который с обеих сторон выступает из двигателя 10 (двигатель со сплошным валом или с двойным валом). Каждое рабочее колесо насоса соединено с одним концом вала. Так как у окислительно-восстановительных проточных батарей, как правило, электролиту нельзя приходить в соприкосновение с металлом, между валом и каждым рабочим колесом насоса может быть расположено по магнитной муфте. На фиг. 3 и последующих фигурах такие магнитные муфты для обзорности не изображены. Такие магнитные муфты могут быть при этом встроены в каждую насосную головку. Насосные головки и рабочие колеса насоса изготавливаются, как правило, из полимерного материала, например, из полипропилена (ПП). При этом насосные головки могут, например, выфрезеровываться в виде двух полуоболочек из блоков ПП. Альтернативно, такие полуоболочки могут также изготавливаться в виде литых под давлением деталей. Циркуляционный модуль включает в себя также устройство управления и питания, которое обозначено позицией 11 и которое выполнено и соединено с электродвигателем 10 так, что оно может питать его переменным током с регулируемой частотой. Для этого устройство управления и питания включает в себя, как правило, блок управления и блок питания, т.е. частотный преобразователь, оба которые могут быть интегрированы в одну плату. В зависимости от того, является ли внешний источник 6 тока источником переменного или постоянного тока, речь идет о преобразователе переменного тока в переменный (AC/AC) или преобразователе постоянного тока в переменный (DC/AC).

Если оба рабочих колеса насоса выполнены идентично, то скорость нагнетания анолита соответствует скорости нагнетания католита. Это соответствие скоростей нагнетания является необходимым для некоторых окислительно-восстановительных проточных батарей, таких как, например, батареи на основе ванадия. Другие батареи требуют скоростей нагнетания с соотношением, отличающимся от 1:1. Этого можно добиться либо за счет того, что рабочие колеса насоса имеют различные нагнетаемые количества на один оборот, либо за счет того, что между по меньшей мере одним рабочим колесом и двигателем промежуточно включается зубчатая передача с соответствующим понижением.

Показанный на фиг. 3 циркуляционный модуль включает в себя измерительную ячейку, которая обозначена позицией 4.1. При этом первый соединительный патрубок измерительной ячейки 4.1 соединен с напорной стороной рабочего колеса 9.1 насоса, а второй соединительный патрубок измерительной ячейки 4.1 - с всасывающей стороной рабочего колеса 9.1 насоса, при этом названные соединительные патрубки входят в одну и ту же камеру измерительной ячейки 4.1, и как измерительная ячейка 4.1, так и указанные соединения встроены в принадлежащую рабочему колесу 4.1 насоса насосную головку 8.1. Благодаря этому встраиванию измерительной ячейки 4.1 и соединительных трубопроводов с напорной и всасывающей сторонами рабочего колеса 9.1 насоса в насосную головку 8.1 уменьшается предрасположенность батареи к утечке, так как отсутствуют проходящие снаружи трубопроводы с соответствующими фланцевыми соединениями, которые имеют более высокую подверженность утечке, чем встроенные согласно изобретению в насосную головку соединения, которые предпочтительно могут быть выполнены в виде проходящих в насосной головке каналов. Однако для достижения большей части описанного согласно изобретению положительного эффекта достаточно, если в насосную головку встроены только один трубопровод, входящий на напорной стороне рабочего колеса 9.1 насоса, так как он более предпочтительно к утечке, чем трубопровод, который отводит электролит из соответствующей камеры измерительной ячейки 4.1. Названный последним трубопровод мог бы быть также соединен с другой точкой низкого давления циркуляционного контура электролита (см. рассуждения выше к фиг. 2). То есть согласно изобретению достаточно, если с напорной стороной рабочего колеса 9.1 насоса соединен один (первый) соединительный патрубок измерительной ячейки 4.1, и если соответствующий трубопровод встроены в насосную головку 8.1. Особенно предпочтительно, если другой (второй) соединительный патрубок соединен с всасывающей стороной рабочего колеса 9.1 насоса и если соответствующий трубопровод также встроены в насосную головку 8.1. Соответствующее относится также к описанным ниже другим вариантам осуществления циркуляционного модуля.

При этом изображенная на фиг. 3 измерительная ячейка 4.1 является частью измерительного устройства 4 согласно приведенному выше варианту осуществления по фиг. 2. При этом изображенные на фигуре 3 открытыми соединительные патрубки измерительной ячейки 4.1 соединены с принадлежащим другой насосной головке 8.2 циркуляционным контуром так, что электролит из этого циркуляционного контура может течь через соответствующую камеру (т.е. левую камеру) измерительной ячейки 4.1. Эти трубопроводы для обзорности на фиг. 3 не изображены. При этом насосная головка 8.2 может предоставлять в распоряжение подлежащие соединительные патрубки, которые находятся в соединении с напорной или, соответственно, всасывающей стороной рабочего колеса 9.1 насоса. Но это соединение может быть также устроено иначе. Так как две насосные головки 8.1 и 8.2 расположены близко друг к другу, указанная первой возможность особенно предпочтительна и может быть особенно предпочтительно реа-

лизована посредством жестких, проходящих вдоль корпуса двигателя трубопроводов. Вариант осуществления по фигуре 3 может также включать в себя другую измерительную ячейку 4.1 согласно приведенному выше варианту осуществления по фиг. 2, которая встроена в насосную головку 8.2. Поэтому измерительное устройство 4 выполнено избыточным, так что при отказе одной из измерительных ячеек 4.1 батарея может, тем не менее, продолжать эксплуатироваться.

На фиг. 4 показан циркуляционный модуль в другом варианте осуществления. При этом соответствующая батарея включает в себя измерительное устройство 4 согласно приведенному ниже варианту осуществления по фиг. 2. При этом в каждую из двух насосных головок 8.1 и 8.2 встроено по одной из измерительных ячеек 4.2 и 4.3 вместе с соединениями с соответствующими напорными и всасывающими сторонами рабочих колес 9.1 и 9.2 насоса. При этом сказанное ниже в отношении фигуры 2 относится к изображенным свободными на фиг. 4 соединительным патрубкам к наполненным стандартной жидкостью камерам измерительных ячеек 4.2 и 4.3.

На фиг. 5 показан циркуляционный модуль в другом варианте осуществления. При этом соответствующая батарея включает в себя измерительное устройство 4 согласно приведенному выше варианту осуществления по фиг. 2. В противоположность вариантам осуществления согласно фиг. 3 и 4, оба рабочих колеса 9.1 и 9.2 насоса расположены в одной общей насосной головке, которая обозначена позицией 8.1. Рабочие колеса 9.1 и 9.2 насоса соединены друг с другом так, что когда двигатель 10 приводит в движение одно из рабочих колес насоса, одновременно он приводит в движение и другое. Измерительная ячейка 4.1 встроена в насосную головку 8.1 так, что все трубопроводы к измерительной ячейке 4.1 проходят внутри насосной головки 8.1. Поэтому изображенный на фиг. 5 вариант осуществления еще меньше нуждается в проходящих снаружи соединительных трубопроводах, чем вариант осуществления согласно фиг. 3.

Кроме того, на фиг. 5 показан вентилятор, который обозначен позицией 12. При этом речь идет о внешнем вентиляторе, который соединен с осью двигателя 10. Изобретатели обнаружили, что частая причина выхода из строя двигателя 10 заключается в поломке лопасти вентилятора. Если двигатель имеет встроенный вентилятор, то для ремонта должен заменяться весь двигатель. При внешнем вентиляторе достаточно заменить сам вентилятор. Такой внешний вентилятор может также находить применение у всех других описанных вариантов осуществления. Причем в данном случае вентилятор должен быть расположен на двигателе сбоку и располагать собственным приводом.

На фиг. 6 показан циркуляционный модуль в другом варианте осуществления. При этом соответствующая батарея включает в себя измерительное устройство 4 согласно приведенному выше варианту осуществления по фиг. 2. Вариант осуществления согласно фигуре 6 отличается от варианта осуществления согласно фиг. 5 тем, что рабочие колеса 9.1 и 9.2 насоса соединены друг с другом посредством зубчатой передачи, которая обозначена позицией 13. При этом речь идет о зубчатой передаче с одним входным и двумя выходными валами. Двигатель 10 соединен с входным валом. Такая передача 13 может также предпочтительно комбинироваться с вариантами осуществления согласно фиг. 3 и 4, так что и эти варианты осуществления могут быть реализованы с двигателем, имеющим вступающий только с одной стороны вал двигателя.

Варианты осуществления согласно фиг. 5 и 6 могут также предпочтительно быть осуществлены с измерительными устройствами 4 согласно приведенному ниже варианту осуществления по фиг. 2, т. е. с соответственно двумя встроенными в насосную головку 8.1 ячейками 4.2 и 4.3. Кроме того, все варианты осуществления могут, в принципе, быть также осуществлены с двумя двигателями, так чтобы каждый двигатель приводил в движение одно рабочее колесо насоса. Однако экономически, конечно, выгоднее, когда применяется только один двигатель, который одновременно приводит в движение оба рабочих колеса насоса.

На фиг. 7 показан циркуляционный модуль в другом варианте осуществления. При этом на фиг. 7 показаны все необходимые и/или предпочтительные (т.е. необязательные) для управления циркуляционным модулем по изобретению датчики или регистрирующие блоки, которые выдают входные параметры для управления скоростью вращения двигателя 10 в устройство 11 управления и питания. При этом изображение по фиг. 7 использует вариант осуществления согласно фиг. 5, причем для обзорности некоторые детали были опущены. При этом перенос на все другие варианты осуществления не представляет собой никакой трудности для специалиста. Необходимыми входными параметрами являются значение НХХ, которое определяется измерительным устройством 4, и зарядный или разрядный ток, который определяется измерительным устройством 7. Все датчики или регистрирующие блоки соединены с устройством 11 управления и питания так, что в него могут передаваться полученные результаты измерений. На фигуре 7 эти соединения для обзорности не показаны. Необязательные датчики или регистрирующие блоки представляют собой датчики давления, один из которых обозначен позицией 15, датчики температуры для измерения температуры электролита, один из которых обозначен позицией 16, датчик температуры для измерения температуры обмотки двигателя 10, который обозначен позицией 18, и датчик вибрации для измерения вызываемой двигателем 10 вибрации, который обозначен позицией 19. Под датчиками вибрации понимаются все виды датчиков, которые в состоянии обнаруживать вибрацию. К ним относятся, например, датчики ускорения (мм/с^2) и датчики скорости (мм/с). Датчики 16 температуры для

измерения температуры электролита особенно важны тогда, когда батарея 1 и окружающая батарею 1 среда не термостатированы, так что температура батареи 1 следует за температурными колебаниями окружающей среды. Поэтому некоторые батареи 1 располагают также охлаждением, которое заключается, например, в теплообменнике электролит-воздух. Температурные колебания сказываются на вязкости электролита. Кроме того, внутреннее сопротивление ячеек находится в сильной зависимости от температуры.

Датчики 15 давления служат для того, чтобы измерять давление в нагнетающих электролит трубопроводах на напорной стороне рабочих колес 9.1 и 9.2 насоса. Поэтому на фиг. 7 эти датчики расположены на соответствующих трубопроводах снаружи на насосной головке. Они могли бы быть также встроены в насосную головку или же быть установлены удаленно от насосной головки на трубопроводах. Близость к насосной головке имеет, во всяком случае, то преимущество, что провода между датчиками 15 и устройством 11 управления и питания короткие. То же самое относится к датчикам 16 температуры. Они могли бы быть с тем же успехом расположены на всасывающей стороне рабочих колес насоса. Датчик 18 температуры на фиг. 7 расположен снаружи на корпусе двигателя. При этом он находится вблизи токовых разъемов двигателя и так может надежно регистрировать температуру обмотки. Он мог бы также быть встроен в двигатель или находиться в устройстве 11 управления и питания.

Устройство 11 управления и питания включает в себя также вход для зарядного или, соответственно, разрядного тока, который обозначен позицией 14, и вход для клеммного напряжения, который обозначен позицией 17. Если соответствующие измерительные устройства 5 и/или 7 являются частью батареи 1, то названные входы принимают соответствующие соединительные провода к этим измерительным устройствам, так что устройство 11 управления и питания может принимать соответствующие результаты измерений. Если соответствующие измерительные устройства 5 и/или 7 расположены вне батареи 1, то полученные результаты измерений, как правило, передаются с помощью шины связи. В последнем случае входы 14 и/или 17 принимают соединительный провод к шине связи. При этом входы 14 и 17 могут также образовывать один единственный вход, который соединен с шиной связи.

Фиг. 7 отличается от фиг. 5 помимо прочего тем, что устройство 11 управления и питания напрямую соединено с двигателем 10. Преимуществом этой системы является компактность, которая, кроме того, позволяет укоротить все соединительные провода. Кроме того, датчик 19 вибрации может быть тогда расположен внутри устройства 11 управления и питания, так как создаваемые двигателем 10 вибрации передаются на устройство 11 управления и питания. Однако он мог бы быть расположен также на или в двигателе 10.

Циркуляционный модуль по изобретению может включать в себя и другие, не изображенные на фиг. 7, необязательные датчики, такие как, например, датчики расхода в обоих трубопроводах электролита или датчик корпусного шума на двигателе 10. Кроме того, в корпус насоса может быть встроена фотометрическая измерительная ячейка, с помощью которой могут сниматься UV/Vis (ультрафиолетовые/видимые) спектры.

На фиг. 8 в схематичном изображении показаны детали циркуляционного модуля по изобретению, касающиеся снабжения током. При этом возможно переключение между внешним и внутренним источниками тока. При этом вариант осуществления согласно фиг. 8 предполагает, что внешний источник 6 тока базируется на постоянном токе. Устройство 11 управления и питания включает в себя блок управления, который обозначен позицией 11.1, блок питания, который обозначен позицией 11.2, и реле, которое обозначено позицией 11.3. В принципе, блоки 11.1, 11.2 и 11.3 могут быть также выполнены отдельными, так что в этом случае устройство 11 управления и питания представляет собой только один функциональный (и, тем самым, мыслимый) блок. Блок 11.1 управления представляет собой, как правило, микроконтроллер. Блок 11.2 питания является частотным преобразователем постоянного тока в переменный ток (DC/AC), который на стороне постоянного тока (DC) соединен с реле 11.3 и который на стороне переменного тока (AC) соединен с двигателем 10 (не изображено на фиг. 8). При этом частотный преобразователь DC/AC рассчитан предпочтительно на входное напряжение постоянного тока (DC) от 35 до 80 Вольт. Провода управления, которыми блок 11.1 управления соединен соответственно с блоком 11.2 питания и реле 11.3, на фиг. 8 обозначены штриховыми линиями. При этом блок 11.1 управления управляет состоянием включения реле 11.3 и частотой на стороне AC блока 11.2 питания (и, тем самым, скоростью вращения двигателя 10). Реле 11.3 соединено с внешним источником 6 тока и с комплектом 2 ячеек так, что блок 11.1 управления может переключаться между внешним источником тока и внутренним источником тока (от комплекта 2 ячеек) блока 11.2 питания, при этом он соответствующим образом регулирует состояние включения реле 11.3. Блок 11.1 управления соединен соответственно с внешним и внутренним источником тока. Для этого блок 11.1 управления включает в себя два отдельных задатчика DC/DC, которые подключены так, что получается развязанное по потенциалу электрическое питание блока 11.1 управления, при этом блок 11.1 управления может таким образом снабжаться током как изнутри, так и извне. При этом то, какой источник тока применяется в каждом случае, блок 11.1 управления устанавливает внутри, при этом, конечно, является предпочтительным, если блок 11.1 управления запитывается изнутри именно тогда, когда и блок 11.2 питания запитывается изнутри.

При этом переключение электропитания блоком 11.1 управления между внешним и внутренним ис-

точником тока осуществляется следующим образом. Сначала понижается мощность блока 11.2 питания, при этом двигатель 10 вследствие его инерции продолжает вращаться, затормаживаясь. Затем включается реле 11.3, что в связи с этим может происходить без тока или почти без тока. Наконец, мощность блока 11.2 питания снова повышается. Чтобы на входе блока 11.2 питания при переключении не могли происходить резкие изменения напряжения, предусмотрен(ы) один или несколько соответственно подключенных фильтров нижних частот.

Способность переключаться между внешним и внутренним источниками тока имеет следующие преимущества:

возможность автономного запуска (внутренний источник тока);

предварительный заряд батареи (внешний источник тока);

оптимизация эффективности (или, соответственно, для разгрузки основного силового контура при разряде батареи).

В случае, если батарея является частью вышестоящей системы батарей, например, цепи батарей, получают другие преимущества, при этом переключение между внутренним и внешним источниками тока применяется для балансировки или в крайних областях состояния заряда. При этом в качестве регулируемой величины для балансировки могут применяться, например, клеммные напряжения отдельных батарей.

Способ эксплуатации батареи по изобретению включает в себя следующие этапы:

регистрация результатов измерений;

определение частоты по зарегистрированным результатам измерений;

питание двигателя переменным током с этой определенной частотой.

Причем этот способ эксплуатации гарантирует, что через комплект ячеек в единицу времени будет протекать достаточное количество электролита. При определении необходимой для этого частоты на втором этапе в каждом случае в качестве результатов измерений применяют зарядный или, соответственно, разрядный ток (или, соответственно, его величина и знак) и значение НХХ. В случае, если следует учитывать температурные колебания электролита, т.е. если батарея не термостатирована, то дополнительно для определения частоты в качестве результата измерения используют температуру электролита. Кроме того, к определению привлекаются характеристики рабочих колес насоса. При этом определение частоты может осуществляться с помощью таблиц или по какой-либо функции.

Способ может дополнительно включать в себя следующий этап:

выдача кода ошибки, если зарегистрированные результаты измерений лежат вне предварительно заданного диапазона.

При этом выдача кода ошибки должна гарантировать, что батарея не будет эксплуатироваться в состоянии, которое может иметь следствием повреждение батареи. Это происходило бы, например, тогда, когда через комплект ячеек в единицу времени не протекало бы достаточное количество электролита. Этот случай может, например, возникать, когда двигатель не работает или ненормально работает. В таком случае, например, датчик вибрации выдавал бы значение, которое лежит выше предварительно заданного порогового значения, или датчик давления выдавал бы значение, которое лежит ниже (выход из строя двигателя) или выше (засорение циркуляционного контура электролита) предварительно заданных пороговых значений, или датчик температуры для регистрации температуры обмотки выдавал бы значение, которое лежит выше предварительно заданного порогового значения. Аналогичное относится к датчикам расхода и датчикам корпусного шума. Вообще, упомянутые предварительно заданные пороговые значения могут также зависеть от параметров, таких как, например, эксплуатационные параметры батареи, так что эти пороговые значения переменны и являются функцией этих параметров.

Способ может дополнительно включать в себя следующий этап:

переключение между внешним и внутренним источниками тока для циркуляционного модуля.

При этом переключение осуществляется путем изменения состояния включения реле 11.3. При этом, как правило, при заряде происходит переключение на внешний источник тока, а при разряде - на внутренний источник тока. Благодаря этому при заряде достигается высокая эффективность, а при разряде разгружается основной силовой контур батареи. Однако переключение может также осуществляться по внешнему управляющему сигналу, причем в этом случае соблюдение установленных ранее правил не требуется. Это может быть предпочтительно тогда, когда батарея является частью вышестоящей системы батарей (см. выше).

Список ссылочных обозначений

- 1 Окислительно-восстановительная проточная батарея,
- 2 Комплект ячеек,
- 3 Резервуарное устройство,
- 4 Измерительное устройство для определения НХХ,
 - 4.1 Измерительная ячейка,
 - 4.2 Измерительная ячейка,
 - 4.3 Измерительная ячейка,
 - 4.4 Стандартная жидкость,

- 5 Измерительное устройство для определения клеммного напряжения,
- 6 Внешний источник тока,
- 7 Измерительное устройство для определения зарядного или разрядного тока,
- 8.1 Насосная головка,
- 8.2 Насосная головка,
- 9.1 Рабочее колесо насоса,
- 9.2 Рабочее колесо насоса,
- 10 Электродвигатель,
- 11 Устройство управления и питания,
- 11.1 Блок управления,
- 11.2 Блок питания,
- 11.3 Реле,
- 12 Вентилятор,
- 13 Зубчатая передача,
- 14 Вход для зарядного или разрядного тока,
- 15 Датчик давления,
- 16 Датчик температуры,
- 17 Вход для клеммного напряжения,
- 18 Датчик температуры,
- 19 Датчик вибрации.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1), содержащая комплект (2) ячеек и резервуарное устройство (3) для приема электролита, причем комплект (2) ячеек содержит множество окислительно-восстановительных проточных ячеек, а резервуарное устройство (3) содержит по меньшей мере один первый резервуар для приема анолита, по меньшей мере один второй резервуар для приема католита и систему труб для соединения резервуаров с комплектом (2) ячеек, и при этом батарея (1) содержит измерительное устройство (4) для определения напряжения холостого хода и циркуляционный модуль, который выполнен так, что он может осуществлять циркуляцию анолита и католита, и при этом измерительное устройство (4) для определения напряжения холостого хода содержит по меньшей мере одну измерительную ячейку (4.1, 4.2, 4.3) и по меньшей мере четыре соединительных патрубка, причем один соединительный патрубок предусмотрен для подвода анолита, один соединительный патрубок - для отвода анолита, один соединительный патрубок - для подвода католита и один соединительный патрубок - для отвода католита, и при этом циркуляционный модуль содержит по меньшей мере одну насосную головку (8.1, 8.2) и по меньшей мере два рабочих колеса (9.1, 9.2) насоса, и при этом по меньшей мере одно рабочее колесо (9.1, 9.2) насоса расположено в по меньшей мере одной насосной головке (8.1, 8.2), отличающаяся тем, что упомянутая по меньшей мере одна измерительная ячейка (4.1, 4.2, 4.3) встроена в насосную головку (8.1, 8.2), и при этом один соединительный патрубок измерительного устройства (4) соединен с напорной стороной расположенного в насосной головке (8.1, 8.2) рабочего колеса (9.1, 9.2) насоса, и при этом соответствующий соединительный трубопровод встроена в насосную головку (8.1, 8.2).

2. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по п.1, при этом другой соединительный патрубок измерительного устройства (4) соединен с всасывающей стороной расположенного в насосной головке (8.1, 8.2) рабочего колеса (9.1, 9.2) насоса, и при этом соответствующий соединительный трубопровод встроена в насосную головку (8.1, 8.2).

3. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по п.1 или 2, при этом циркуляционный модуль содержит две насосные головки (8.1, 8.2) с одним рабочим колесом (9.1, 9.2) насоса в каждой, а измерительное устройство (4) для определения напряжения холостого хода содержит две измерительные ячейки (4.2, 4.3), и при этом в каждую из насосных головок (8.1, 8.2) встроено по одной из измерительных ячеек (4.2, 4.3).

4. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по п.1 или 2, при этом циркуляционный модуль содержит ровно одну насосную головку (8.1) с двумя рабочими колесами (9.1, 9.2) насоса.

5. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по п.4, при этом измерительное устройство (4) для определения напряжения холостого хода содержит две измерительные ячейки (4.2, 4.3), и при этом в насосную головку (8.1) встроены обе измерительные ячейки (4.2, 4.3).

6. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по любому из предыдущих пунктов, при этом циркуляционный модуль содержит электродвигатель (10) с регулируемой скоростью вращения, который соединен с рабочими колесами (9.1, 9.2) насоса так, что он может приводить их в движение одновременно, и при этом циркуляционный модуль содержит устройство (11) управления и питания, которое выполнено и соединено с электродвигателем (10) так, что оно может питать его переменным током с регулируемой частотой.

7. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по п.6, при этом устройство (11) управ-

ления и питания напрямую соединено с двигателем (10).

8. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по любому из пп.6, 7, при этом устройство (11) управления и питания включает в себя вход для зарядного или, соответственно, разрядного тока батареи (1).

9. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по любому из пп.6-8, при этом устройство (11) управления и питания включает в себя вход для клеммного напряжения батареи (1).

10. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по любому из пп.6-9, при этом циркуляционный модуль содержит один или более из следующих элементов: датчик (15) давления, датчик (16) температуры для измерения температуры электролита, датчик (18) температуры для измерения температуры обмотки электродвигателя (10), датчик (19) вибрации, датчик расхода, датчик корпусного шума.

11. Окислительно-восстановительная проточная батарея (1) по любому из пп.6-10, при этом батарея (1) включает в себя внешний источник (6) постоянного тока, а устройство (11) управления и питания включает в себя блок (11.1) управления, блок (11.2) питания и реле (11.3), и при этом блок (11.2) питания выполнен в виде частотного преобразователя постоянного тока в переменный ток (DC/AC), который на стороне постоянного тока (DC) соединен с реле (11.3), а на стороне переменного тока (AC) - с электродвигателем (10), и при этом блок (11.1) управления соединен с реле (11.3) так, что блок (11.1) управления может определять состояние включения реле (11.3), и при этом блок (11.1) управления соединен с блоком (11.2) питания так, что блок (11.1) управления может определять частоту на стороне AC блока (11.2) питания, и при этом реле (11.3) соединено с внешним источником (6) постоянного тока и с комплектом (2) ячеек так, что в зависимости от состояния включения реле (11.3) блок (11.2) питания соединен либо с внешним источником (6) постоянного тока, либо с комплектом (2) ячеек, и при этом блок (11.1) управления всегда соединен с внешним источником (6) постоянного тока и с комплектом (2) ячеек.

12. Способ эксплуатации окислительно-восстановительной проточной батареи (1) по любому из пп.8-11, при этом способ включает следующие этапы:

регистрация результатов измерений;

определение частоты по зарегистрированным результатам измерений;

питание двигателя переменным током с этой определенной частотой;

при этом в качестве результатов измерений используют напряжение холостого хода и зарядный или разрядный ток, и при этом у зарядного или разрядного тока используют как величину, так и знак тока.

13. Способ по п.12 эксплуатации окислительно-восстановительной проточной батареи (1) по любому из пп.10 или 11, при этом способ включает следующий этап:

выдача кода ошибки, если зарегистрированные результаты измерений лежат вне предварительно заданного диапазона.

14. Способ по п.12 или 13 эксплуатации окислительно-восстановительной проточной батареи (1) по п.11, при этом способ включает следующий этап:

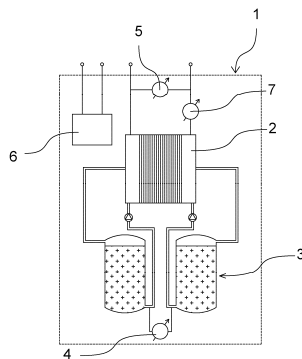
изменение состояния включения реле (11.3);

при этом состоянии включения реле (11.3) выбирают так, что при заряде блок (11.2) питания соединен с внешним источником (6) постоянного тока, а при разряде блок (11.2) питания соединен с комплектом (2) ячеек.

15. Способ по п.12 или 13 эксплуатации окислительно-восстановительной проточной батареи (1) по п.11, при этом способ включает следующий этап:

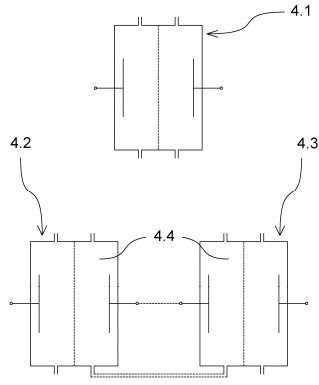
изменение состояния включения реле (11.3);

при этом состояние включения реле (11.3) наступает по внешнему управляющему сигналу.

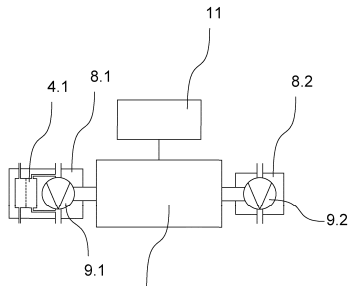


Фиг. 1

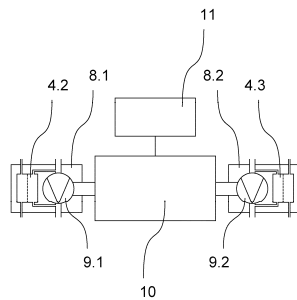
043704



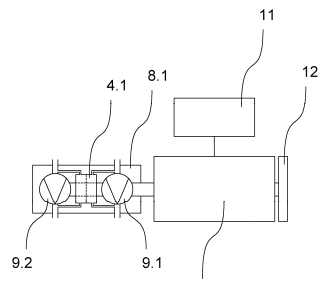
Фиг. 2



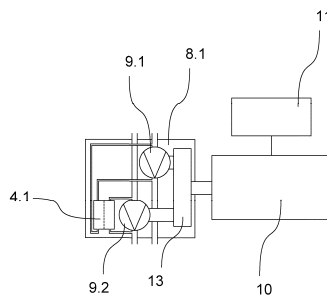
Фиг. 3



Фиг. 4

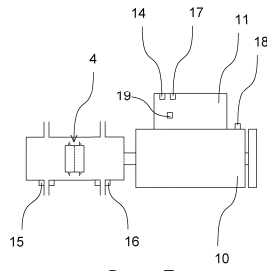


Фиг. 5

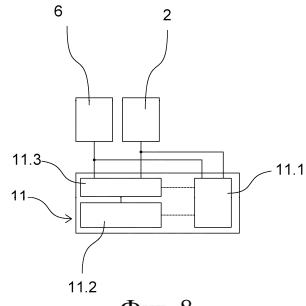


Фиг. 6

043704



Фиг. 7



Фиг. 8

