

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **023834**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2016.07.29

(51) Int. Cl. **F03D 9/02** (2006.01)
C25C 1/06 (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01)

(21) Номер заявки
201200341

(22) Дата подачи заявки
2012.02.15

(54) **СПОСОБ АККУМУЛИРОВАНИЯ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ**

(31) а 2011 0100

(56) RU-U1-81267
SU-A1-44970
SU-A1-72187
RU-C1-2192072

(32) 2011.11.01

(33) MD

(43) 2013.05.30

(96) EA/MD а 2012 0001 (MD) 2012.02.15

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ
АКАДЕМИИ НАУК МОЛДОВЫ (MD)**

(72) Изобретатель:
**Берзан Владимир, Сташков Евгений,
Анисимов Владимир, Тыршу Михай
(MD)**

(57) Заявляемое техническое решение относится к области ветроэнергетики, в частности к способам аккумуляции и хранения энергии ветра, и может быть использовано, например, для обеспечения потребителей тепловой энергией, полученной из энергии ветра. Задачей изобретения является расширение области применения ветроэнергетических установок для обеспечения потребителей тепловой энергией, полученной из энергии ветра. Эта задача решается тем, что в способе аккумуляции ветровой энергии, заключающемся в том, что энергию ветра принимают, преобразуют в электрическую энергию, а используемым для хранения энергии веществом является металл, который получают электрохимическим способом из раствора его соли, а отличие заключается в том, что этот металл получают электролизом движущегося раствора его соли, для чего раствор прокачивают через электролизер, после этого металл отделяют от раствора и хранят отдельно от него и, при необходимости, транспортируют туда, где необходимо использование аккумуляции энергии ветра, и затем этот металл используют как реагирующий анод при электрохимическом получении водорода из водного раствора поваренной соли, далее этот водород используют для получения энергии в требуемом виде (например, для получения тепла).

B1

023834

023834

B1

Заявляемое техническое решение относится к области ветроэнергетики, в частности к способам аккумуляции и хранения энергии ветра, и может быть использовано, например, для обеспечения потребителей тепловой энергией, полученной из энергии ветра.

Известен способ аккумуляции энергии ветра, заключающийся в том, что энергию ветра принимают от ветроэнергетической установки, преобразуют в тепловую и обеспечивают ею потребителя [1].

Недостатком этого способа является ограниченная область применения. Этот недостаток обусловлен тем, что в период отсутствия ветра тепловая энергия не производится и температура у объектов потребителя поддерживается только за счет их теплоаккумулирующих свойств, что продолжается очень ограниченное время. Соответственно область применения такого способа хранения энергии ветра ограничивается или объектами, допускающими снижение температуры на период отсутствия ветра, или местами расположения потребителя в местах, где ветер дует с очень маленькими перерывами.

Известен способ аккумуляции энергии ветра, включающий преобразование энергии ветра в тепловую, аккумуляцию тепловой энергии в виде газообразного горючего вещества, которое накапливают и хранят в герметичной емкости [2].

Недостатком этого способа является ограниченная область применения. Этот недостаток связан с тем, что использование горючего газа как аккумулятора энергии требует его получения, накопления и хранения, что может производиться только специальной техникой, имеющей соответствующие уровни исполнения по взрывобезопасности. Соответственно область применения ограничивается объектами, которые или уже располагают такой техникой, или могут позволить себе ее приобретение и эксплуатацию.

Известен также способ аккумуляции энергии ветра, заключающийся в том, что энергию ветра принимают, преобразуют в электрическую энергию, а используемым для хранения энергии веществом является металл, который получают электрохимическим способом из раствора его соли в электрохимическом аккумуляторе [3].

Недостатком этого способа является ограниченная область применения. Этот недостаток связан с тем, что полученный таким способом металл по массе имеет небольшую по величине часть от массы аккумулятора, так как, кроме металла, в аккумуляторе происходит также процесс накопления и другого вещества (например, в кислотном аккумуляторе кроме свинца образуется еще и окись свинца). Кроме того, хранение полученного металла является процессом хранения всего аккумулятора, со всеми требованиями к помещениям, а также к персоналу, который обслуживает хранение аккумуляторов.

Задачей изобретения является расширение области применения ветроэнергетических установок для обеспечения потребителей тепловой энергией, полученной из энергии ветра.

Эта задача решается тем, что в способе аккумуляции ветровой энергии, заключающемся в том, что энергию ветра принимают, преобразуют в электрическую энергию, а используемым для хранения энергии веществом является металл, который получают электрохимическим способом из раствора его соли, а отличие заключается в том, что этот металл получают электролизом движущегося раствора его соли, для чего раствор прокачивают через электролизер, после чего этот металл отделяют от раствора и хранят отдельно от него, и при необходимости транспортируют туда, где необходимо использование аккумуляции энергии ветра, и затем этот металл используют как реагирующий анод при электрохимическом получении водорода из водного раствора поваренной соли, и далее этот водород используют для получения энергии в требуемом виде (например, для получения тепла).

Указанная совокупность признаков обеспечивает накопление энергии в больших объемах в виде металла и длительное ее хранение, а также возможность обеспечения энергией потребителей, удаленных от места расположения ветродвигателя. Ветродвигатель располагают на склоне холма ближе к его верхней части, а ветер наиболее сильный на вершине холма. Именно преобразование энергии ветра в электрическую энергию, а также то, что электрохимическим способом преобразуют электрическую энергию в энергию металла, например железа, и в таком виде она хранится требуемое время, причем отдельно от раствора, а затем совместно с электрической энергией химическую энергию этого металла используют для электрохимического получения водорода, для чего этот металл используют как реагирующий анод при электрохимическом получении водорода из водного раствора поваренной соли, причем управление процессом получения водорода производится регулированием величины тока, а от водорода тепловая энергия синтеза, например, горения, поступает потребителю, что и позволяет расширить область применения ветроэнергетических установок для получения тепловой энергии: как для потребителей, расположенных в непосредственной близости от ветродвигателя, так и для удаленных потребителей, причем как в период наличия ветра, так и во время периода отсутствия ветра.

Заявляемый способ может быть реализован устройствами, изображенными на фиг. 1-4.

На фиг. 1 изображен ветродвигатель с вертикальной турбиной, редуктором и электрогенератором.

На фиг. 2 изображено электрохимическое устройство для получения железа из раствора его соли.

На фиг. 3 изображено электрохимическое устройство для получения водорода и тепловой энергии для потребителя.

На фиг. 4 изображено устройство для получения тепловой энергии.

Перечень позиций к фиг. 1-4.

На фиг. 1: 1 - каркас ветродвигателя, 2 - лопасть турбины, 3 - редуктор, 4 - электрогенератор, 5 - узел подшипниковый верхний, 6 - узел подшипниковый нижний, 7 - узел неподвижного соединения, 8 - вал турбины, 9 - соединительные муфты, 10 - электроизолированный вывод (фиг. 4).

На фиг. 2: 11 - первая ванна, 12 - вторая ванна, 13 - насос, 14 - первая соединительная трубка, 15 - вторая соединительная трубка, 16 - раствор соли железа, 17 - раствор кислоты, 18 - проточный электрод, 19 - пластины железа, 20 - слой гидрата окиси железа, 21 - слой песка, 22 - сетка.

На фиг. 3: 23 - третья ванна, 24 - раствор поваренной соли, 25 - реагирующий анод, 26 - стальной катод, 27 - первый газовый колокол, 28 - третья трубка, 29 - первая горелка, 30 - пламя первой горелки, 31 - труба первого теплообменника.

На фиг. 4: 32 - второй газовый колокол, 33 - четвертая трубка, 34 - вторая горелка, 35 - пламя второй горелки, 36 - четвертая ванна, 37 - вода, 38 - труба второго теплообменника.

Устройства, изображенные на фиг. 1-3, состоят из следующих узлов и связей. В каркасе 1 ветродвигателя (фиг. 1) на валу 8 турбины укреплены лопасти 2 турбины (на узлах 7 неподвижного соединения). Узел 5 подшипниковый верхний содержит радиальный подшипник, а узел 6 подшипниковый нижний - радиальный и упорный подшипники. Через муфту 9 с валом турбины 8 последовательно соединены редуктор 3 и электрогенератор 4. Крепление редуктора 3 и электрогенератора 4 показано условно.

Электрогенератор 4 через выпрямитель (не показан) подключен (фиг. 2) к проточному электроду 18 и пластинам железа 19. Электроизолированный вывод 10 более подробно показан на фиг. 4. Электроды (18 и 19) расположены в первой ванне 11, в которой находится раствор 16 соли железа. За проточным электродом находится раствор кислоты 17 получаемый на этом электроде, выполненном из химически пассивного материала (например, из графита).

Вторая ванна 12 соединена с первой ванной 11 через первую (14) и вторую (15) соединительные трубки, а также насос 13. Во второй ванне 12 на сетке 22 расположен слой песка 21, а на нем - слой гидрата окиси железа 20, над ним - слой раствора кислоты 17 (из первой ванны 11). Выделяющиеся газы в процессе электролиза (в первой ванне 11) не показаны.

Электрогенератор 4 через плавно регулируемый автотрансформатор и выпрямитель (не показаны) подключены (фиг. 3) к реагирующему аноду 25 и стальному катоду 26 в третьей ванне 23. В ней налит водный раствор поваренной соли 24. Над стальным катодом 26 расположен газовый колокол 27, соединенный третьей трубкой 28 (крепление этой трубки не показано) с горелкой 29, над которой находится пламя 30. Труба теплообменника 31 проходит по нижней части третьей ванны 23. Стрелками показано направление движения охлаждающей жидкости от входа А к выходу В. С выхода последнего нагретая жидкость поступает потребителю (не показан).

Устройство, изображенное на фиг. 1-4, работает и реализует заявляемый способ следующим образом. Ветер давит на лопасти 2 турбины, и они вращаются вместе с валом 8 турбины в каркасе 1 ветродвигателя, на верхнем (5) и нижнем (6) подшипниковых узлах.

Передача энергии от лопастей 2 турбины производится через узлы 7 неподвижного соединения. Редуктор 3 увеличивает скорость вращения вала 8 турбины до скорости вращения, удобной для работы электрогенератора 4. Передача вращения производится через муфты 9 между валом турбины 8 и редуктором 3 и далее - между редуктором 3 и электрогенератором 4. Последний вырабатывает электроэнергию (на выходах U) переменного тока. Поэтому в этой части устройства, изображенного на фиг. 1, производят прием энергии ветра, преобразование ее в тепловую и электрическую.

Далее электроэнергия от электрогенератора 4 через выпрямитель (не показан) поступает в электрохимическое устройство для получения железа (фиг. 2). Раствор соли железа 16 поступает в первую ванну 11 по второй соединительной трубке 15 под давлением насоса 13. В электрическом поле между анодом (проточный электрод 18) и катодом (пластины железа 19) происходит разделение ионов. Ионы железа подходят к катоду, восстанавливаются до атомов и остаются на пластинах железа 19. Ионы кислотного остатка проходят проточный электрод 18, на котором получают из молекулы воды недостающий до кислоты ион водорода, а кислород из раствора выделяется в виде газа (не показан). По первой соединительной трубке раствор кислоты 17 из первой ванны 11 поступает во вторую ванну 12, где проходит слой 20 гидрата окиси железа, слой песка 21 и сетку 22. В процессе реакции между гидратом окиси железа 20 и кислотой в растворе 17 образуется растворимая в воде соль железа 16. Ее раствор откачивается насосом 13. Полученное железо на пластинах 19 хранится затем вне ванны (например, в полиэтиленовой упаковке) требуемое время, и используется по мере необходимости в устройстве, изображенном на фиг. 3. Последнее может быть расположено далеко от остальных устройств (фиг. 1, 2, 4), и железо привозят туда по мере необходимости как материал, позволяющий получать тепловую энергию при очень небольших затратах электроэнергии (около 20% от энергии получаемого водорода). Электроэнергия используется при этом от местной электросети переменного тока через трансформатор с плавно регулируемым выходным напряжением и выпрямителем (не показаны). Электрохимическое устройство для получения водорода (фиг. 3) работает следующим образом. В третьей ванне 23 в водном растворе поваренной соли 24 под действием проходящего электрического тока между реагирующим анодом 25 (листы железа) и стальным катодом 26 происходят следующие процессы. В водном растворе поваренной соли 24 есть ионы хлора и натрия. Ионы хлора подходят к реагирующему аноду 25 и вырывают из него ионы железа. На некоторое

время образуется молекула хлорного железа, которая тоже распадается на ионы. Далее ионы железа движутся к катоду, а ионы хлора возвращаются к аноду. Ионы железа, окруженные гидратной оболочкой из молекул воды, приближаются к стальному катоду 26, где сильное электрическое поле срывает ионы водорода с периферийной части гидратной оболочки иона железа и восстанавливает их до молекул водорода. Последние выделяются с этого электрода в виде пузырьков газа (не показаны) и через первый газовый колокол 27 и третью трубку 28 водород поступает в первую горелку 29. От нее пламя первой горелки 30 греет третью ванну 23, в которой происходит общая реакция с образованием гидрата окиси железа и водорода. Нерастворимое соединение гидрата окиси железа удаляют из третьей ванны 23 и направляют во вторую ванну 12 на восстановление железа. По первой трубе теплообменника 31 протекает жидкость, которая нагревается в процессе движения от входа А к выходу В, с которого поступает потребителю (не показан).

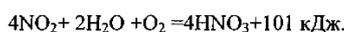
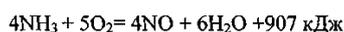
Поэтому в устройствах, изображенных на фиг. 2, электрическую энергию от электрогенератора 4 электрохимическим способом преобразуют в металл (железа на пластинах 19), в таком виде хранят требуемое время, а затем совместно с электрической энергией химическую энергию этого металла используют для получения водорода.

Выход водорода пропорционален величине тока через стальной катод 26 (коэффициент выхода по току практически равен 1), поэтому регулированием величины тока производят регулирование процессом получения водорода.

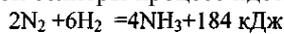
Водород может быть использован для получения тепла методом горения (на фиг. 3 - горения), или тепла и некоторых химических вещества, например, азотной кислоты и аммиачной селитры.

Получение тепловой энергии происходит при протекании реакции синтеза водорода с азотом при получении аммиака $2N_2 + 6H_2 = 4NH_3 + 184$ кДж.

Получение азотной кислоты обеспечивается в рамках процесса, который описывается следующими химическими реакциями:



В случае получения аммонийной селитры процесс идет по известным реакциям:



Прямое сжигание водорода дает больше тепловой энергии, чем в случае получения тепловой энергии и аммиачной селитры. В этом случае расходуется 12 моль водорода для получения 4 моль аммиачной селитры (NH_4NO_3), которая в массовом выражении составляет 0,3 кг (4 моль по 76 единиц). Энергия 12 моль водорода составляет

$$12 \times 0,286 \text{ МДж} = 3,4 \text{ МДж}$$

Полученная от этих реакций тепловая энергия составляет

$$184 + 907 + 228 + 101 + 184 + 592 = 2196 \text{ кДж},$$

т.е. около 65% от тепловой энергии, которую можно было получить сжиганием этого водорода.

Устройство для получения тепловой энергии на фиг. 4 работает следующим образом. Пузырьки водорода (не показаны), выделяющиеся на пластинах железа 19 в предлагаемом способе получения железа, поступают через второй газовый колокол 32, по четвертой трубке 33 поступают во вторую горелку 34. Пламя второй горелки 35 (показана многофакельная горелка) греет четвертую ванну 36 (теплоизоляция этой ванны не показана). В ней нагревается вода 37, которая служит тепловым аккумулятором и от которой нагревается жидкость в трубе 38 второго теплообменника. Стрелками показано направление движения жидкости от входа А к выходу В, с которого тепловая энергия поступает потребителю (не показан). В экспериментах около 60% тока (электрических зарядов) расходовалось на получение железа, которое являлось материалом хранения энергии, а остальная часть тока (около 40%) расходовалась на получение водорода.

Эффективность аккумуляирования энергии таким способом оценивалась следующим образом. При условии, что напряжение электролиза составляет 1,5 В, коэффициент выхода по току - 0,6 и валентности железа равной 2 (по закону Фарадея для выделения 1 моль вещества с валентностью 2 необходимо прохождение 190000 К электричества), количество получаемого железа М (Fe) при затрате 1 МДж электрической энергии, полученной от электрогенератора 4, рассчитывается по формуле

$$M(\text{Fe}) = 0,6 \times 10^6 \text{ Дж} / \{[(1,5\text{В} \times (190 \times 10^3) \text{К/моль})]\} = 2,1 \text{ моль}$$

Количество полученного при этом водорода (коэффициент выхода по току 0,4)

$$M(\text{H}) = 0,4 \times 10^6 : \times 10^6 \text{ Дж} / \{[(1,5\text{В} \times (190 \times 10^3) \text{К/моль})]\} = 1,4 \text{ моль}$$

Этот водород при сжигании даст тепловую энергию: 1,4 моль \times 0,286 МДж/моль = 0,4 МДж, а водород, полученный при использовании полученных 2,1 моль железа (коэффициент выхода по току при

этом 1,0): $2,1 \text{ моль} \times 0,286 \text{ МДж/моль} = 0,6 \text{ МДж}$, т.е. суммарно $0,4+0,6=1,0 \text{ МДж}$. Энергозатраты при получении водорода с использованием энергии железа (напряжение электролиза 0,6 В):

$$0,6\text{В} \times 190 \times 10^3 \text{К/моль} \times 2,1 \text{моль} = 0,24 \text{ МДж.}$$

С учетом энергии в 1 МДж, потраченной на восстановление этого количества железа (2,1 моль), общие затраты электроэнергии $1+0,24=1,24 \text{ МДж}$ и общий коэффициент полезного действия $1:1,24=80\%$.

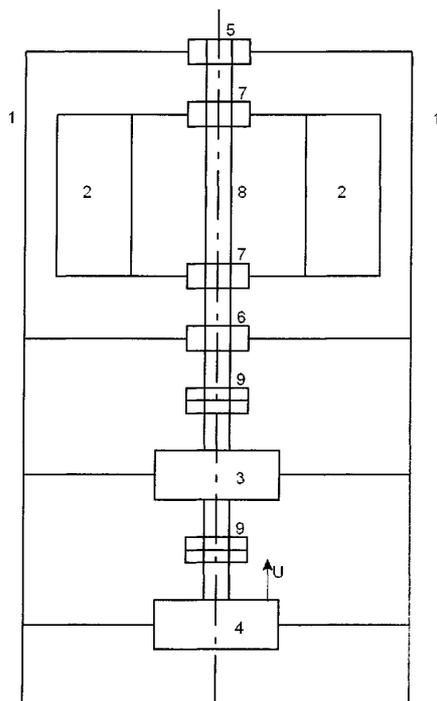
Совокупность всех вышеперечисленных признаков - получение энергии, хранение ее в виде металла, получение тепловой энергии в требуемом потребителе объеме в необходимое для него время независимо от наличия ветра в этот момент, а также возможность получения тепловой энергии от ветроэнергетической установки, не находясь в непосредственной близости от нее, и позволяет решить задачу изобретения.

Библиографические данные.

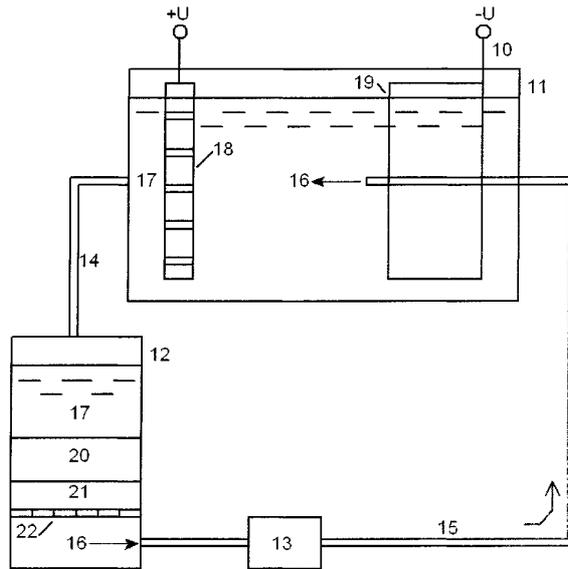
1. А.с СССР № 17019766 А1, опубл. 30.12.1991.
2. Патент RU 2136961 С1, опубл. 10.09.1999.
3. Патент US № 7476987 В2, опубл. 13.01.2009.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

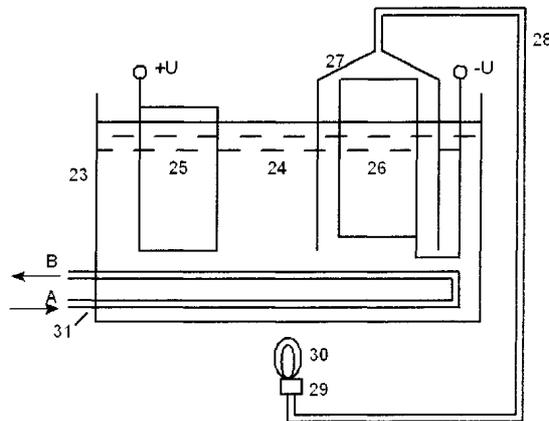
Способ аккумулирования энергии, полученной в результате преобразования энергии ветра, заключающийся в том, что энергию ветра принимают, преобразуют в электрическую энергию, отличающийся тем, что электроэнергию подводят к электролизеру, при этом электролизом движущегося раствора соли получают металл, для чего раствор прокачивают через электролизер, после чего металл извлекают из раствора и хранят отдельно от него, затем извлеченный металл используют в качестве реагирующего анода при электрохимическом получении водорода из водного раствора поваренной соли и далее этот водород используют для получения энергии в требуемом виде.



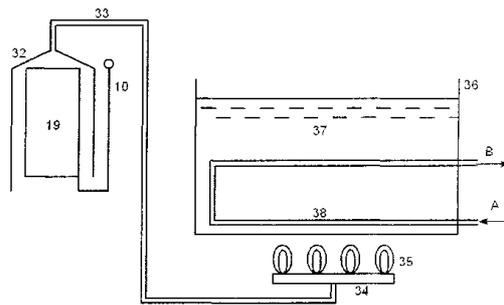
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4