

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЙ КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА

Б.Д. Бабаев

Дагестанский государственный университет
Республика Дагестан, 367025 Махачкала, ул. М.Гаджиева, 43а
Тел.: 8(988)4689985, e-mail: bdbabaev@yandex.ru

Заключение совета рецензентов: 18.07.15 Заключение совета экспертов: 23.07.15 Принято к публикации: 28.07.15

В статье предлагается новый возобновляемый концентрационный гальванический элемент, который включает два одинаковых электрода, погруженных в раствор разных концентраций, отличающийся тем, что один из электродов погружается в русло реки у его стока в море или океан, а другой электрод погружается в соленую морскую воду. Получаемый постоянный ток используется для получения водорода из морской воды в электролизере. Приведен конкретный пример исполнения на стоке реки Сулак в Каспийское море.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, концентрационный гальванический элемент, первичная батарея, разность потенциалов, электрод, электролиз, водород.

RENEWABLE CONCENTRATION GALVANIC CELL AND ITS USE FOR OBTAINING HYDROGEN

B.D. Babaev

Daghestan State University
43a Gadzhieva str., Makhachkala, 367025, Daghestan, Russia
Tel.: 8(988)4689985, e-mail: bdbabaev@yandex.ru

Referred: 18.07.15 Expertise: 23.07.15 Accepted: 28.07.15

The paper proposes a new renewable concentration galvanic element, which includes two identical electrode immersed in a solution of different concentrations, wherein one of the electrodes is immersed in the bed of the river at its outflow into the sea or ocean, and the other electrode is immersed in salt water. The resulting direct current is used to produce hydrogen from sea water in the electrolytic cell. Some specific example of the execution flow of the Sulak river into the Caspian sea.

Keywords: renewable energy, concentration galvanic cell, primary battery, the potential difference, electrode, electrolysis, hydrogen.



*Баба Джабраилович
Бабаев
Baba D. Babaev*

Сведения об авторе: доцент каф. «Возобновляемые источники энергии» ДГУ.
Образование: Московский инженерно-строительный институт (МИСИ) (1982).
Область научных интересов: химические методы преобразования и аккумуляции энергии.
Публикации: 126 статей и 15 патентов.

Information about the author: associate professor, Dagestan State University.
Education: Moscow Engineering and Construction Institute (1982).
Research area: chemical methods for the conversion and energy storage.
Publications: 126 articles and 15 patents.

Введение

Поиску новых энергоемких теплоаккумулирующих материалов при использовании возобновляемых источников энергии в последнее время уделяется большое внимание [1, 2]. Одним из основных материалов, используемых в комбинированных системах энергоснабжения от возобновляемых источников энергии, является водород. Водород – энергоемкое химическое топливо, и продуктом сгорания водорода является только вода, что важно с точки зрения влияния на окружающую среду.

Существуют разные физические и химические способы получения водорода. Наиболее распространенным и глубоко исследованным электрохимическим методом получения водорода является электролиз. Он позволяет получать газ чистотой до 99,9%. Но расход энергии от традиционных источников на его получение превышает энергоемкость. И он может быть экономически выгоден при невысокой стоимости электроэнергии.

Поэтому важное значение имеет использование для получения водорода дешевых и альтернативных возобновляемых источников энергии.

Теоретический анализ

Как известно, источником получения постоянного тока служит концентрационный гальванический элемент, состоящий из двух одинаковых электродов, погруженных в растворы одного и того же электролита, но с разной концентрацией [3].

Медный электрод, погруженный в разбавленный раствор ионов Cu^{2+} (a_2), приобретает при этом потенциал, менее положительный по отношению к раствору, чем электрод, погруженный в более концентрированный раствор (a_1).

Потенциалы электродов в этом случае, соответственно, равны:

$$\varphi_1 = \varphi_{\text{Cu}}^0 + \frac{2,3RT}{2} \lg a_1; \quad \varphi_2 = \varphi_{\text{Cu}}^0 + \frac{2,3RT}{2} \lg a_2.$$

ЭДС такой цепи (без учета диффузионного потенциала φ_d) будет определяться согласно уравнению Нернста [3]:

$$E = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2,3RT}{n} \lg \frac{a_1}{a_2}. \quad (1)$$

Недостатком такого (гальванического элемента) способа получения постоянного тока является трудоемкость приготовления растворов разных концентраций, выравнивание концентрации со временем, когда гальванический элемент перестает давать ток.

Задачей был поиск новых способов получения постоянного тока, где использовались бы существующие возобновляемые природные источники в качестве компонентов гальванического элемента.

Это повысит его ресурс, время непрерывной работы, и при этом нет необходимости приготовления растворов разных концентраций.

Один из таких способов заключается в том, что один электрод погружается в русло реки у его стока в море или океан, а другой электрод погружается в соленую морскую воду [4].

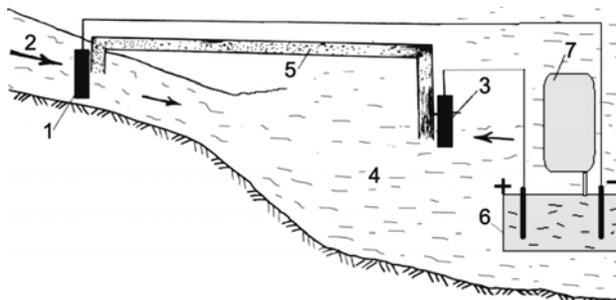


Схема возобновляемого концентрационного гальванического элемента и получения водорода
The scheme of renewable concentration galvanic cell and hydrogen production

На рисунке схематически показан концентрационный гальванический элемент, состоящий из электрода 1, погруженного в русло реки 2, электрода 3, погруженного в море 4, и электролитического ключа 5, заполненного раствором KCl, электролизер 6 для электролиза воды и газгольдер 7 для хранения водорода.

Конкретный пример выполнения гальванического элемента

Теоретически минимальное напряжение, при котором начинается разложение воды, равно напряжению гальванической ячейки при стандартных условиях 1,23 В, а на практике – 1,44 В.

Если электрод 1 погрузить в русло реки Сулак, суммарное содержание ионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ + K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , NO_2^-) которой согласно [5] в фазе весенне-летнего половодья при наименьшей водности фазы по расходу воды составляет 0,2377 г/л, а электрод 2 в морскую воду Каспийского моря, суммарное содержание тех же ионов которой, по данным Госкомитета по природе и природопользованию, составляет 12,776 г/л, то ЭДС такой цепи при стандартных условиях (температура 25 °С и 1 атм) будет (без учета диффузионного потенциала φ_d) согласно (1) равна

$$E = \frac{2,3RT}{n} \lg \frac{a_1}{a_2} \approx \frac{0,059}{2} \lg \frac{12,776}{0,2377} \approx 0,03 \lg 53,8 \approx 0,05 \text{ В.}$$

Это подтверждается и проведенными на месте исследованиями.

Подсоединив последовательно 30 таких элементов в батарейку, получим напряжение 1,5 В непрерывно, которое можно использовать для электролиза морской воды и получения водорода (см. рисунок).

Заключение

Таким образом, предлагаемый возобновляемый источник постоянного тока обеспечивает использование существующих возобновляемых природных источников энергии в качестве компонентов гальванического элемента. И полученный постоянный ток можно использовать для электролиза морской воды и получения водорода – энергоемкого топлива. Использование данного метода повышает время работы гальванического элемента и снижает энергозатраты на получение водорода.

Список литературы

1. Соренсен Б. Преобразование, передача и аккумуляция энергии: Учебно-справочное руководство. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011.
2. Бабаев Б.Д. Принципы теплового аккумулярования и используемые теплоаккумулирующие материалы // Теплофизика высоких температур. 2014. Т. 52, № 5. С. 760-776.
3. Левин А.И. Теоретические основы электрохимии. М., 1963. С. 173-174.
4. Бабаев Б.Д. Способ получения постоянного тока. А.с. № 73200400092. ФГУП «ВНТИЦ».
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 9, В. 3 / Под ред. Н.М. Алюшинской, П.С. Кузина, В.В. Куприянова. Л.: Гидрометеорологическое изд-во. 1966. С. 294.

References

1. Sorensen B. Preobrazovanie, predača i akumulirovanie ènergii: Učebno-spravočnoe rukovodstvo. Dolgoprudnyj: Izdatel'skij dom «Intellekt», 2011.
2. Babaev B.D. Principy teplovogo akumulirovaniâ i ispol'zuemye teploakkumuliruûšie materialy // Teplofizika vysokih temperatur. 2014. T. 52, № 5. S. 760-776.
3. Levin A.I. Teoretičeskie osnovy èlektrohimii. M., 1963. S. 173-174.
4. Babaev B.D. Sposob polučeniâ postoânogo toka. A.s. № 73200400092. FGUP «VNTIC».
5. Resursy poverhnostnyh vod SSSR. T. 9, V. 3 / Pod red. N.M. Alûšinskoj, P.S. Kuzina, V.V. Kupriânova. L.: Gidrometeorologičeskoe izd-vo. 1966. S. 294.

Транслитерация по ISO 9:1995