

ПАЛИВНИЙ ЕЛЕМЕНТ НА ОСНОВІ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЕЛЕКТРОЛІЗУ ВОДИ

*Троц А. А.¹, к. т. н., доцент; Богомолов М. Ф.², к. т. н., доцент;
Реутська Ю. Ю.², асистент*

¹*Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»,
м. Київ, Україна*

²*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Паливні елементи (ПЕ) відносяться до хімічних джерел струму. На даний час використання ПЕ з твердим полімерним електролітом є найбільш перспективним для створення паливної комірки, яка є основою автономного джерела живлення. Відомі ПЕ складаються з пористих електродів в оболонці – анода, катода, мембрани і реагенту. Основна відмінність ПЕ від гальванічних елементів полягає в тому, що в них використовуються електроди, що не витрачаються, тому вони можуть працювати довгий час. Реагенти в ПЕ надходять під час роботи, а не закладаються заздалегідь. Найбільш освоєні ПЕ працюють на водні і кисні. У пористих електродах здійснюється контакт газу (реагенту), електроліту (мембрани) і електронного провідника. При цьому виробляється електрична енергія [1]. Завданням є створення ПЕ, в якому виступає вода при нормальних температурних умовах (20 градусів Цельсія) в якості реагенту.

В роботі [2] було представлено результати дослідження можливості створення ПЕ з характеристиками електричної напруги і електричного струму, придатних для живлення широкого спектру радіоелектронних пристроїв. Водень та кисень, що утворюються в процесі електролізу водяної пари, в поєднанні з твердоелектролітною системою дозволили створити автономний воднево-кисневий ПЕ. У разі підключення повітря до паливного елемента через ТЕО2 із середовища водяної пари в повітря буде відкачуватись кисень, а через систему ТЕН2 в повітря буде відкачуватись водень ([2], рис. 1) При підключенні клеми 1 до клеми 4, а клеми 2 до клеми 3, електричне коло замкнеться зі сталим струмом. При цьому водень і кисень будуть відкачуватись в середовище водяної пари. Згідно з рівнянням Нернста, на електродах водневого елемента виникає е.р.с.:

$$E = \varphi_i - \varphi_j = \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_i}{C_j} \quad (1)$$

де E — напруга Нернста (В); φ_i, φ_j — потенціали електродів i і j (В); R — газова стала (8.31 Дж/(моль×К)); T — температура (°К); n — кількість електронів, що йде на іонізацію однієї молекули; F — постійна Фарадея ($9.65 \cdot 10^4$ Кл×моль⁻¹); C_i, C_j — концентрації вимірювального газу

(об'ємна доля водню у воді та об'ємна доля водню у повітрі відповідно) на i і j електродах.

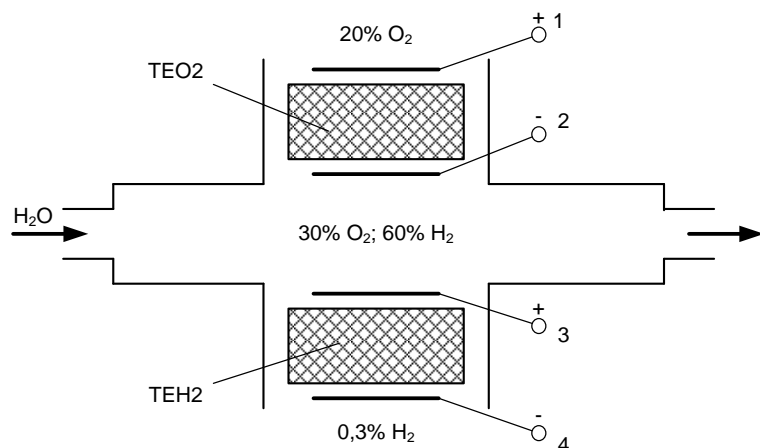
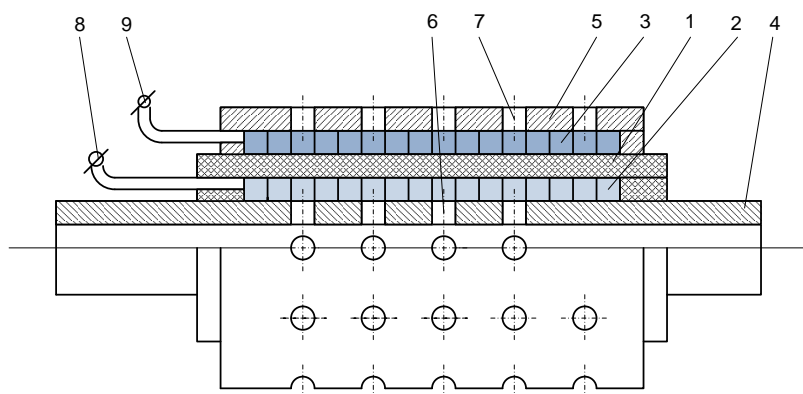


Рисунок 1. Схема паливного елемента (20% O_2 — концентрація кисню в повітрі; 30% O_2 ; 60% H_2 — концентрація кисню і водню у водняній парі; 0,3% H_2 — концентрація водню в повітрі.)

Поставлене завдання досягається тим, що в паливному елементі, що включає пористі електроди з каталізатором, мембрану і реагент, електроди виконані із черні благородного металу (срібло або платина), мембрана виконана із силікону, а в якості реагенту використовується вода. Виконання електродів із черні благородного металу дозволяє підвищити каталітичні

властивості електрохімічного процесу, що протікає на межі вода-електрод-мембрана, а також збільшити продуктивність паливного елемента за рахунок збільшення робочої площі електродів. Використання силікону в якості протонопровідної мембрани дозволяє реалізувати конкретний електрохімічний процес, що протікає на межі вода-електрод-мембрана. Використання води в якості реагенту електрохімічного процесу дозволяє набагато здешевити паливний елемент і розширити сфери його використання. Використання дисперсного порошку із благородних металів в якості електродів також дозволяє реалізувати конкретний електрохімічний процес, що протікає на межі вода-електрод-мембрана, але, при цьому, електричні характеристики паливного елемента дещо нижчі.



1 – Протон провідна трубка; 2 – Внутрішній електрод; 3 – Зовнішній електрод; 4 – Камера подачі води; 5 – Зовнішній корпус; 6 – Внутрішні капіляри; 7 – Зовнішні капіляри; 8 – Внутрішній струмовідвід; 9 – Зовнішній струмовідвід.

Рисунок 2. Конструкція паливного елемента

На рис. 2 приведена конструкція паливного елемента. Паливний елемент складається із протонопровідної трубки 1, внутрішнього електрода 2, притиснутого до протонопровідної трубки 1 камерою подачі води 4, зовнішнього елект-

рода 3, притиснутого до протонопровідної трубки 1 зовнішнім корпусом 5. В стінках камери подачі води 4 виконані внутрішні капіляри 6 для забезпечення доступу води до внутрішнього електроду 2. В зовнішньому корпусі 5 виконані зовнішні капіляри 7 для підводу водню безпосередньо із повітря. Внутрішній струмовідвід 8 і зовнішній струмовідвід 9 забезпечують електричний контакт електродів з зовнішньою електричною мережею.

Об'ємна доля водню у воді складає 66.6 %, а об'ємна доля водню у повітрі — 0.3 %. Згідно рівняння (1) на електроді 2 виникає потенціал 0.053 В, і на електроді 3 виникає потенціал -0.01515 В. Тоді напруга на електродах 2 і 3, як різниця потенціалів складає 68 мВ.

З метою практичного використання результатів досліджень був розроблений пристрій – низькотемпературне електрохімічне джерело живлення «Вода» низької потужності в трьох варіантах: звичайному, зі зволоженням зовнішнім електродом при сухому внутрішньому для підвищення технологічності конструкції і спрощення експлуатаційних умов та з комбінуванням загальної напруги на виході і загального струму живлення у разі використання окремих блоків в комбінованому єдиному корпусі.

Перевагами розробленого пристрою з такими технічними характеристиками, як напруга живлення 0.9 В, робочий струм 15-20 мкА та робоча температура 293 К, є відсутність механічних частин, простота експлуатації та технічного обслуговування, малі розміри і вага, висока надійність.

Перелік посилань

1. Кузьмінський Є. В. Паливні елементи. 1. Сучасний стан розроблення / Є. В. Кузьмінський, К. О. Щурська, І. А. Самаруха // Відновлювальна енергетика. — 2013. — № 1. — С. 90 – 96.

2. Богомолів М. Ф. Екологічне джерело живлення. / М. Ф. Богомолів, А. А. Троць, Ю. Ю. Реутська // Міжнародний науково-технічний журнал Хмельницького національного університету «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». Секція «Електротехнічні та радіотехнічні вимірювання» №2(47). — 2014. — С.72 – 77.

Анотація

Досліджено та представлено паливний елемент, що включає пористі електроди з катализатором, мембрану і реагент, в якому електроди виконані із черні благородного металу, мембрана виконана із силікону, а в якості реагенту використовується вода.

Ключові слова: паливний елемент, реагент, вода.

Аннотация

Исследован и представлен топливный элемент, включающий пористые электроды с катализатором, мембрану и реагент, в котором электроды выполнены из черни благородного металла, мембрана выполнена из силикона, а в качестве реагента используется вода.

Ключевые слова: топливный элемент, реагент, вода.

Abstract

A fuel element comprising a porous electrode with a catalyst, a reagent and a membrane was researched and presented. The electrodes are made of black precious metal. The membrane is made of silicone. The reagent is water.

Keywords: fuel element, reagent, water.