

Измерване електрическите параметри на микробиологична горивна клетка с керамичен сепаратор

Благовеста Мидюрова, Петко Танев, Богдан Бонев, Валентин Ненов

Measurement electrical parameters of microbiological fuel cell with ceramic separator: The aim of this research was to study the influence of external resistances on the performance of sedimentation microbial fuel cell (MFC). MFC consists of two chambers anode and a cathode with a ceramic separator. The membranes are based on a mixture of Trojan clays and various kinds of additives. Resistances in the external circuit in a wide range ($R_1=10\Omega$ - $R_{12}=10.38M\Omega$), were measured. Maximum values of power density were observed in using external resistance $R_3 = 976\Omega$, namely they are in the range 0.3 mW/m^2 to 0.8 mW/m^2 . The maximum values were observed in using external resistance $R_1 = 10\Omega$, with the current density in the range 3.5 mA/m^2 to 8.5 mA/m^2 . Based on these results we can predict the MFC behaviour.

Key words: microbiological fuel cell, ceramic separator, external resistance

ВЪВЕДЕНИЕ

Микробиологичните горивни клетки (МГК) са системи в които химичната енергия на органичните субстрати се превръща в електрическа. Този процес се осъществява чрез специфичната биоактивност на определени групи микроорганизми. Те окисляват органичните субстрати за сметка на крайни акцептори на електрони във външната среда. Получения електронен поток се пренася от анода през външната електрическа верига до катода, на който се извършва редукцията на електронните акцептори.

Повечето изследвания в последните години са насочени към разработване на нови конфигурации на МГК с използване на различни видове мембрани, както и на различни захранващи субстрати.

Katuri et all. [1] проучват влиянието на различния външен товар в електрическата верига върху производството на електроенергия на МГК. Експериментът е проведен в рамките на 7 дни, като са измервани кулоновата ефективност на клетката, мощността и плътността на тока. Авторите установяват, че максималната стойност на кулонова ефективност се наблюдава за МГК, която работи при съпротивление $0,1 \text{ k}\Omega$ и намалява съответно с 3.83%, 0.81%, 0.47% и 0.44% за външни съпротивления от $1 \text{ k}\Omega$, $10 \text{ k}\Omega$, $25 \text{ k}\Omega$ и $50 \text{ k}\Omega$.

Hong et all. в своя разработка [2] изследват повишаването плътността на мощността на микробиологична горивна клетка като я приспособяват спрямо външни съпротивления високи, променяни в широк диапазон - от 5 до 5000Ω . Те установяват, че биофаулинга на анода трябва да бъде адаптиран към ниски съпротивления и така се цели увеличаване плътността на тока и МГК има повишена производителност.

В работата си Aelterman et all. [3] са определили възможностите на различни видове електроди, използвали са (графит, въглеродно платно и въглероден нетъкан плат) и различни по стойност външни съпротивления. Те са установили увеличаване на концентрационната поляризация при външни съпротивления от $10,5 \Omega$, 25Ω и 50Ω . Проведеният от тях 90 дневен експеримент показва, че за максимална плътност на тока външното съпротивление трябва да е с минимална или равна стойност на вътрешното съпротивление на микробиологичната горивна клетка.

Logan et all. [4] разглежда съпротивлението и неговата ключова роля при определянето на максималната мощност на МГК.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

Целта на настоящото изследване е установяване влиянието на съпротивленията, включени във външната електрическа верига върху работата на седиментационните микробиологични горивни клетки (СМГК). За целите на

настоящото изследване бе изградена лабораторна експериментална постановка, описана в предходни наши публикации [5]. Клетката е двукамерна с керамичен сепаратор между катодната и анодната камера. Експериментът е проведен с четири горивни клетки, в които са използвани керамичните мембрани показали най-високи стойности на напрежението в хода на предишния наш експеримент.

За да се докаже при коя стойност на съпротивлението клетката функционира с пълен капацитет се измерват най-важните два параметъра на СМГК – плътност на тока и плътност на мощността.

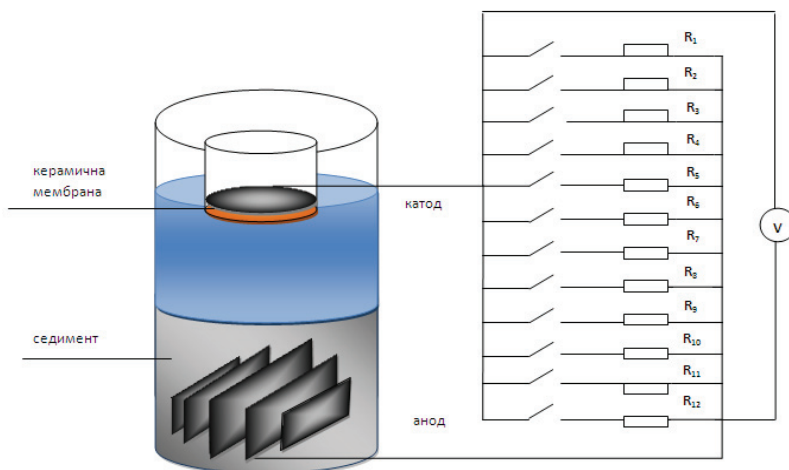
Керамичните сепаратори са със следния състав:

- Троянски глинни, с максимална стойност на напрежението – 15,5 mV
- Троянски глинни и MnO, с максимална стойност на напрежението – 17,8 mV
- Троянски глинни, органични влакна, въглерод и декстрин, с максимална стойност на напрежението – 19,6 mV
- Троянски глинни и смлян електрокорунд, с максимална стойност на напрежението – 20,22 mV

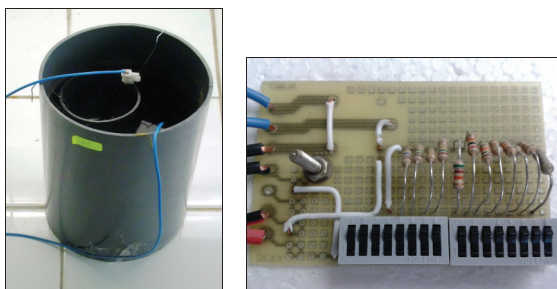
За постигане на горепосочената цел е конструирана електронна платка с различни съпротивления, които се променят с помощта на превключватели.

Стойностите на съпротивленията, които са използвани са в диапазона от 10Ω до 10.38MΩ ($R_1=10\Omega$; $R_2=99.3\Omega$; $R_3=976\Omega$; $R_4=5.03k\Omega$; $R_5=9.89k\Omega$; $R_6=20.21k\Omega$; $R_7=50.20k\Omega$; $R_8=149.5k\Omega$; $R_9=503k\Omega$; $R_{10}=510k\Omega$; $R_{11}=998k\Omega$; $R_{12}=10.38M\Omega$).

Схемата за измерване на напреженията, на база на които се изчислява плътността на тока и плътността на мощността е посочена на фиг.1. На фиг.2. са показани снимките на лабораторната СМГК и електронната схема със различни стойности на съпротивленията.



фиг.1. Схемата за измерване на напреженията, на база на които се изчислява плътността на тока и плътността на мощността



фиг.2. Снимки на седиментационна микробиологична горивна клетка и електронна схема с различни стойности на съпротивления

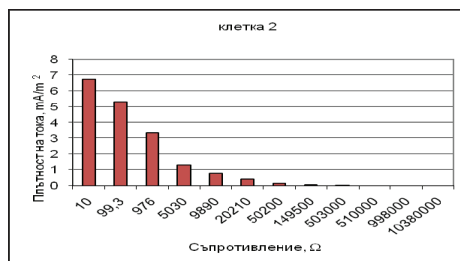
По време на работа на СМГК е измерено напрежението с помощта на дигитален мултиметър Auto ranging digital multimeter Model MY – 66.

След превключване на съпротивлението в електрическата мрежа, данните се отчитат през 120s до стабилизиране на стойностите .

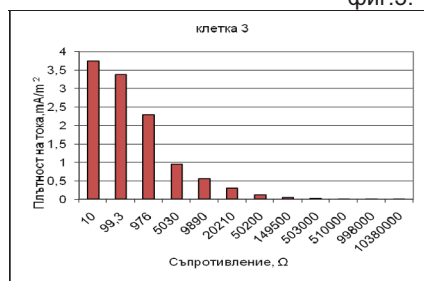
При експериментите с четирите МГК е установена стойността на външното съпротивление $R_1=10\Omega$, при която са получени максимални стойности на плътността на тока, които са в граници от 3,5 до 8,5 mA/m². Получените данни са посочени на фигури 3, 4, 5 и 6.



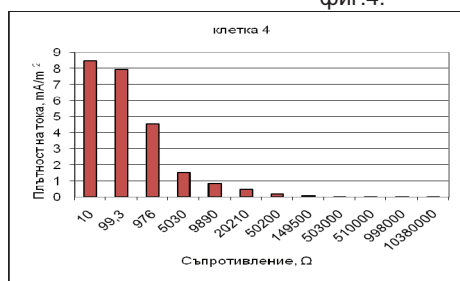
фиг.3.



фиг.4.

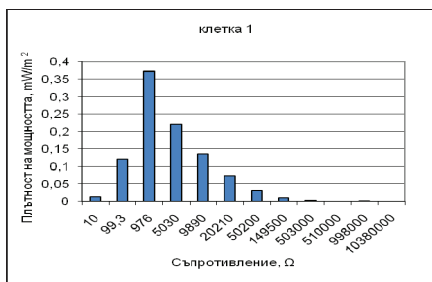


фиг.5.

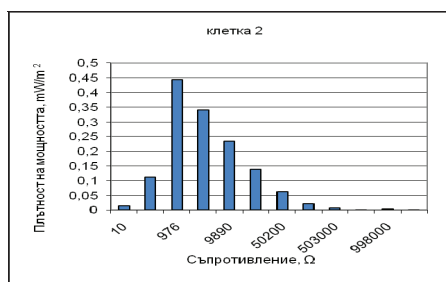


фиг.6.

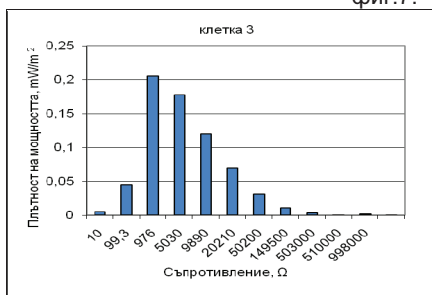
По време на експеримента бяха отчетени максимални стойности на плътността на мощността при $R_3=976\Omega$ в граници 0,36 до 0,8 mW/m². Получените данни са посочени на фигури 7, 8, 9 и 10.



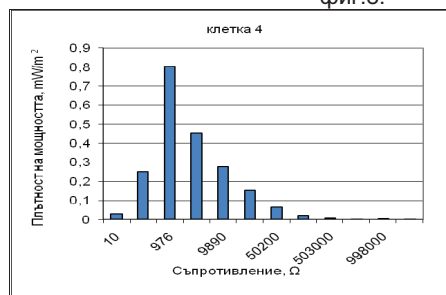
фиг.7.



фиг.8.



фиг.9.



фиг.10.

Установено бе, че при увеличаване на външното съпротивление плътността на мощността пропорционално намалява, като при стойности на съпротивлението по-големи от 500кΩ, плътността на тока и на мощността клонят към нула.

ИЗВОДИ

- Проведените изследвания с четирите МГК с керамични сепаратори (Троянски глин и различни добавки) показват, че максимална мощност се получава при съпротивление $R_3=976\Omega$. Изчислените стойности на мощността за всички керамични сепаратори са в граници 0,36 до 0,8 mW/m².

- Максималната стойност на плътността на тока при съпротивление $R_1=10\Omega$ е в граници от 3,5 до 8,5 mA/m².

- На база получените резултати са установени оптималните стойности на съпротивленията свързани с МГК, при които се получават максимални стойности на плътността на тока и мощността.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Katuri, K., K. Scott et al. Microbial fuel cells meet with external resistance. *Bioresource Technology*, 2011, 102, 2758–2766.
- [2] Hong, Y., D. Call et al. Adaptation to high current using low external resistances eliminates power overshoot in microbial fuel cells. *Biosensors and Bioelectronics*, 2011, 28, 71– 76.
- [3] Aelterman, P., et al. Loading rate and external resistance control the electricity generation of microbial fuel cells with different three-dimensional anodes. *Bioresource Technology*, 2008, 99, 8895–8902.
- [4] Logan, B., B. Hamelers et al. *Microbial Fuel Cells: Methodology and Technology*. Critical review

[5] Мидюрова, Б., П.Танев, В.Ненов. Използване на керамични сепаратори в седиментационни микробиологични горивни клетки. Управление и образование Management and education, 2013, том VIII (1), 12-16.

За контакти:

Благовеста Мидюрова, техник – химия към Катедра “Екология и опазване на околната среда” и докторант към Катедра “Технология на водата, неорганичните вещества и силикатите”, Университет “Проф.д-р Ас. Златаров”, тел.: 0888784893, e-mail: blagi77@abv.bg

П. Танев, доцент към Катедра “Технология на материалите и материалознание”, Университет “Проф.д-р Ас. Златаров”, тел.: 8580262 e-mail I: ptanev@btu.bg

Б. Бонев, доцент към Катедра “Технология на водата, неорганичните вещества и силикатите”, Университет “Проф.д-р Ас. Златаров”, тел.: 80-06-96: e-mail: b_bonev2002@yahoo.com

В. Ненов, професор към Катедра “Технология на водата, неорганичните вещества и силикатите”, Университет “Проф.д-р Ас. Златаров”, тел.: 88-49-26 e-mail: vnenov@btu.bg

Докладът е рецензиран