

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Иванка Станкова - катедра ‘‘Химия’’, ЮЗУ „Неофит Рилски“
член на научно жури в конкурс за присъждане на научната степен
‘‘ДОКТОР НА НАУКИТЕ‘‘

Научно направление - 4.2. Химически науки

Научна специалност - Неорганична химия

Автор на дисертационния труд: Проф. д-р Марио Йорданов Митов

**Тема на дисертационния труд: Електрохимични източници на екологична
чиста енергия**

Една от най-актуалните и неотложни задачи на нашето съвремие е решаването на проблема с непрекъснато нарастващото потребление на енергия и опазване на околната среда свързано с използване на традиционните горива. Една алтернатива е водородната енергетика - използването на водород, чиято химическа енергия да бъде трансформирана в електричество чрез използване на горивни елементи. Това е причината да се наблюдава засилен изследователски интерес през последните години към разработването на технологии на водородни горивни елементи, към изследвания свързани с използване на твърди или течни съединения, богати на водород, както и към микробиални горивни елементи - една съвременна перспектива за генериране на водород.

Изследванията в дисертационния труд са свързани със създаване на иновативни (био)електрохимични системи за генериране на електричен ток и на водород.

Използвани са горивни елементи с директно електроокисление на борхидрид. Освен високото съдържание на водород, електрохимичното окисление на борхидридите се извършва с участието на голям брой

електрони, което ги превръща в удобно и безопасно решение за съхранението и транспортирането на водорода. Използвани са горивни елементи с електроокисление на сулфиди, която наред с генериране на електрическа енергия води и до тяхното очистване. Използвани са и разновидности на класическите горивни елементи - микробиални горивни елементи с използване на чисти и смесени култури като биокатализатори. От споменатото по-горе става ясно, че целта и задачите на дисертацията са безспорно в съвременна, актуална и перспективна област на електрохимията.

Изследванията в дисертационния труд имат приложен и интердисциплинарен характер. Те се основават на многогодишния научен и експериментален опит на проф. Митов. Извършена е голяма по обем експериментална работа и са използвани разнообразни методи и техники. Направените изводи от извършените изследвания коректно представят постигнатите резултати.

Накратко, основните приноси на дисертационния труд според мен са в разработването и охарактеризиране на 7 нови типа електрохимични системи (2 абиотични и 5 биотични) с потенциал за практическо приложение за генериране на електричен ток и производство на водород.

По мое мнение, най-голям интерес представляват следните резултати:

- 14 водород-абсорбиращи сплави и композити като аноден материал за електроокисление на натриев борхидрид са изследвани. От тях сплавта AKL-86 демонстрира най-висок разряден капацитет в горивен елемент с директно електроокисление на борхидрид, като при използването на два въздушни катода е постигнато петкратно увеличение на максималната мощност.
- Изследвано е електроокислението на сулфиди в горивни елементи с различни окислителни катода, електродни материали и сепаратори. Установената каталитична активност на NiW и NiMoW

електроотложения по отношение окислението на сулфиди в алкален електролит ги превръща в подходящи анодни катализатори за алкални сулфидни горивни елементи.

- Показано е че, освен за генериране на електричен ток и почистване на отпадни води, биогоривните елементи могат да служат като уникален инструментариум за изследване на метаболитните пътища на използваните като биокатализатори микроорганизми, участващи в екстрацелуларния електронен пренос.
- Разработени са различни по обем и дизайн седиментни микробиални горивни елементи (СМГЕ). Изследвана е възможността за приложение на СМГЕ като евтини автономни източници на електрическа енергия за захранване на различни електронни системи, в т.ч. за екомониторинг в отдалечени и труднодостъпни райони.
- Потвърдена е възможността за създаване на MFC-базирана технология за едновременно почистване на биоразградими органични продукти и регенериране на мед от отпадни води, при което допълнително се генерира и електричен ток.
- Оценена е корозионната устойчивост и електро-каталитичната активност по отношение на HER на 27 новосинтезирани материали с различен състав в неутрален фосфатен електролит с оглед потенциално приложение като катоди в микробиален електролизьор. С два типа модифицирани катодни материали - NiW/Ni-foam и NiMo/Ni-foam, е постигната по-висока енергийна ефективност на микробиална електролизна клетка, както и катодна ефективност по отношение отделянето на водород, от тези докладвани в литературата за неплатинови катализатори.

Научните резултати в дисертационния труд са публикувани в 27 публикации с импакт фактор (общ импакт фактор 50.811) и 15 статии в други специализирани списания и сборници от научни форуми. Нямам

никакво съмнение в съществения принос на проф. М. Митов в изпълнението на поставените цели и задачи.

Авторефератът на дисертацията отразява в резюмиран вид съдържанието на дисертацията и е написан в съответствие с утвърдените правила.

В заключение считам, че представеният дисертационен труд напълно отговаря по обем, научно-приложни приноси и публикации в научната литература на изискванията за дисертационен труд, и на Правилника на ЮЗУ "Неофит Рилски" за придобиване на научни степени. Въз основа на изложеното по-горе и като изхождам преди всичко от приносите на дисертационния труд и получените резултати, препоръчвам на членовете на Научното жури да гласуват за присъждане на научна степен "Доктор на науките" по научно направление 4.2 Химически науки (Неорганична химия) на Марио Йорданов Митов.

Дата:

19.08.2019 г.

Член на журито:

/доц. д-р Иванка Станкова/

(Подпис)

SOUTH-WEST UNIVERSITY ‘NEOFIT RILSKI’

OPINION

by Assoc. Prof. Dr. Ivanka Stankova - Head of Chemistry Department, South – West University ‘Neofit Rilski’

Scientific field - Natural sciences, mathematics and informatics

Professional field - 4.2 Chemical Sciences

Scientific specialty - Inorganic chemistry

Author - Prof. Dr. Mario Yordanov Mitov

Topic - Electrochemical Systems for Green Energy Production

For awarding the degree of **Doctor of Science**

One of the most pressing and urgent tasks of our time is solving the problem of the steadily increasing energy consumption and environmental protection related to the use of traditional fuels. One alternative is hydrogen energy - the use of hydrogen which chemical energy is transformed into electricity by the use of fuel cells. This is the reason why there has been increasing research interest in recent years towards the development of hydrogen fuel cell technologies, to studies related to the use of solid or liquid compounds rich in hydrogen, and to microbial fuel cells - a modern perspective for hydrogen generation .

Research in the dissertation is related to the creation of innovative (bio) electrochemical systems for generating electricity and hydrogen.

Direct borohydride fuel cells were used. In addition to the high hydrogen content, the electrochemical oxidation of borohydrides is carried out with the participation of a large number of electrons, which makes them a convenient and safe solution for the storage and transport of hydrogen. Sulfide electrooxidation fuel cells have

been used which, in addition to generating electricity, results in their removal. Varieties of classic fuel cells have also been used - microbial fuel cells using pure and mixed cultures as biocatalysts. From the aforementioned, it is clear that the purpose and tasks of the dissertation are undoubtedly in the contemporary, current and perspective field of electrochemistry.

Research in the dissertation is applied and interdisciplinary. It is based on many years of scientific and experimental experience of Prof. Mitov. Large-scale experimental work has been carried out and various methods and techniques have been used. The conclusions drawn from the studies performed correctly represent the results achieved.

In short, the main contributions of the present dissertation are, in my opinion, in the development and characterization of 7 new types of electrochemical systems (2 abiotic and 5 biotic) with potential for practical application for electricity generation and hydrogen production.

In my opinion, the most interesting are the following results:

- 14 hydrogen-absorbent alloys and composites as anode material for Sodium borohydride electrooxidation have been investigated. Of these, the alloy AKL-86 demonstrates the highest discharge capacity in the fuel cell with the direct electrical oxidation of the borohydride, with the use of two air cathode a five-fold increase in maximum power.
- The electrooxidation of the sulphides in fuel cells with different cathode oxidizing agents, electrode materials and separators is investigated. The established catalytic activity of NiW and NiMoW electrodeposits in relation to the oxidation of sulphides in alkaline electrolyte makes them suitable anode catalysts for alkaline sulfide fuel cells.
- It is shown that, in addition to generating electrical current and wastewater purification, bioelectrochemical fuel cells can serve as a unique toolkit for the study of the metabolic pathways of microorganisms used as biocatalysts involved in the extracellular electron transfer.

- Different in volume and design sediment microbial fuel cells (SMFCs) have been developed. The possibility of application of SMFCs as cheap autonomous sources of electrical power for powering various electronic systems, including for eco-monitoring in remote and inaccessible areas, has been investigated.
- The possibility to create a MFC-based technology for the simultaneous purification of biodegradable organic products and regeneration of copper from wastewater is confirmed, in which an electric current is also generated.

The results from dissertation are published in 27 publications in international journals with impact factor and impact rank and 15 articles in other journals and proceedings from scientific forums. I have no doubt in the substantial contribution of Prof. M. Mitov in fulfilling the objectives and targets set.

Both versions of the abstract very well reflect the main results and contributions of the dissertation.

The dissertation contains fundamental and applied results, which make an original contribution to the science and meets all the requirements of the Law for the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria (LDASRB). The submitted materials and the dissertation results fully comply with the specific requirements of the South-West University "Neofit Rilski" Regulations for the application of the LDASRB.

The dissertation shows that the candidate, Professor Mario Mitov possesses deep theoretical knowledge and professional skills, demonstrating qualities and skills for conducting research with obtaining original and significant scientific offerings.

Because of the above, I am convinced of my positive assessment of the research, presented in the dissertation, abstract, achieved results and contributions, and propose to the Honorable Scientific Jury to award the scientific degree "Doctor of Science" to Prof. Dr. Mario Mitov in the field of higher

education “Natural sciences, mathematics and informatics”, professional field 4.2
“Chemical sciences” (Inorganic chemistry).

Blagoevgrad

Assoc. Prof. Ivanka Stankova

19.08. 2019