

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на научна и образователна степен

ДОКТОР

Научно направление 4. Природни науки, математика и информатика

Научна област 4.2. Химически науки

Научна специалност „Неорганична химия“

Тема: „СЕДИМЕНТНИ ГОРИВНИ ЕЛЕМЕНТИ - АВТОНОМНО ЗАХРАНВАЩИ СЕ СИСТЕМИ ЗА ЕКОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ“

Автор: Иво Олег Бърдаров

Рецензент: проф. дхн Евелина Павлова Славчева

1. Кратки биографични данни за кандидата

Иво Олег Бърдаров е роден през 1988 г. Завършва висшето си образование в ЮЗУ „Неофит Рилски“ – бакалавър по физика (2012) и магистър по химия (2013 г.). Има проведени обучения в „Карлов Университет“, Прага, Чехия и Обединения Институт за Ядрени Изследвания“ в Дубна, Русия. От 2018 г. е редовен докторант по специалност „Неорганична химия“, а през 2018 г. е назначен за асистент в катедра „Химия“ на същия университет, където работи и по настоящем.

2. Актуалност на проблема

Представеният от ас. Бърдаров дисертационен труд е посветен на една изключително актуална тематика както за България, така също и в световен мащаб – разработване на алтернативни енергийни източници за чиста, сигурна и ефективна енергия. Засиленото обществено безпокойство по отношение на изменението на климата, несигурността в бъдещата наличност на изкопаеми горива и политическите опасения относно енергийната сигурност, стимулират глобалния интерес към възобновяемите източници на енергия и към различни иновативни технологии за нейното съхранение – химични, механични, термични, магнитни и др.

Електрохимичните технологии за преобразуване и съхранение на възобновяема енергия са обект на засилен научен и индустриален интерес, тъй като се отличават с висока ефективност, надеждност и екологичност. Наред с традиционно използваните оловно-киселинни, литиево-йонни и метал-хидридни батерии, през последните години се разработват нови видове батерии и суперкондензатори с подобрени характеристики за специфични стационарни и мобилни приложения, а водородните електрохимични

енергийни технологии се утвърждават като най-привлекателни от екологична гледна точка.

През последните години сериозно нараства интересът и към различни биоелектрохимични системи – микробиални горивни елементи, биоелектролизни клетки, обратими и бифункционални системи, които наред с производството на водород и/или електричество могат да се използват и за други практически приложения - пречистване на отпадни води, отлагане на метали и др., и същевременно са мощен инструмент за фундаментални научни изследвания, включително за изучаване механизмите на клетъчния метаболизъм.

Представеният дисертационен труд е едно добре структурирано целево изследване, в което са обобщени резултати от разработване и изпитване седиментни микробиални горивни елементи (СМГЕ). Тези системи имат специфичен механизъм на генериране на електричество, при който се използват метаболитните процеси, протичащи в живи микроорганизми. Те предлагат уникални предимства в сравнение с останалите електрохимични източници на ток, сред които най-важните са възможността да бъдат използвани на трудно достъпни места, неутралният им въглероден отпечатък и сравнително простата конструкция.

Тематиката на дисертационния труд е не само актуална, но и изключително перспективна. Констатирайки този факт и представяйки убедително проведените оригинални изследвания, дисертантът показва ясна визия за по-нататъшна работа в тази област.

3. Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е написан на 130 страници в това число: съдържание; списъци на включените 59 фигури и 9 таблици; списък на използваните съкращения; резюме; увод; литературен обзор; цел и задачи; експериментална част, представяща научните резултати и дискусията към тях; изводи; приноси; списък на цитираните 123 литературни източници; и наукометрични данни за дисертанта.

Резюмето представя в синтезиран вид и на популярен език най-важните резултати и позволява на читателя да добие обща представа за проблематиката и значимостта на проведените изследвания.

В *Увода* е обоснована актуалността на избраната научна тематика, представени са перспективите за развитието ѝ с акцент върху различните потенциални области на приложение на седиментните микробиални горивни елементи.

В *Литературния обзор* дисертантът прави исторически преглед и обобщава наличните в специализираната литература научни постижения в областта на биоелектрохимичните системи с акцент върху развитието на микробиалните горивни елементи и в частност на седиментните микробиални горивни елементи (СМГЕ). Кратко и ясно е представен принципът на действие, приликите и разликите с другите видове горивни елементи, предимствата и недостатъците. Описани са парциалните електрохимични реакции, протичащи на анода и катода на СМГЕ, термодинамиката, основните кинетични параметри и работните характеристики. Дисертантът демонстрира отлични теоретични

познания и умения да обобщава и пише кратко, съдържателно и увлекателно. Разгледани са видовете електроди, използвани в СМГЕ, най-подходящите материали, както от гледна точка на катализиране на протичащите електродни полуреакции, така и по отношение на тяхната корозионна и механична устойчивост. Обобщени са видовете електрогенни микроорганизми и механизмите на електронен трансфер. Представени са използваните разнообразни и взаимно допълващи се електрохимични, микробиологични и молекулярно биологични методи за охарактеризиране на СМГЕ. Специално внимание е обърнато на различните конструкции на СМГЕ и на влиянието на многобройни фактори върху функционалните им характеристики – геометрия, физични характеристики, химичен състав на използваните материали. Посочено е и влиянието на факторите на околната среда върху работата на СМГЕ. Авторът акцентира и върху интердисциплинарността на проблематиката, необходимостта от теоретични познания и експертиза в различни научни области, комплексни умения при провеждане на провеждане на експерименталната работа и тълкуване на получените резултати.

Впечатлението от представения обзор е за един наистина професионален и компетентен анализ на научното познание в избраната област, въз основа на който са дефинирани конкретните проблеми с потенциал за по-нататъшно развитие.

Целта на дисертационния труд е кратко и точно формулирана, а поставянето на конкретните задачи за постигането ѝ говорят за способността на автора да планира компетентно и провежда ефективно научните си изследвания.

Експерименталната част е структурирана много подробно, което малко натоварва *Съдържанието*. От друга страна, тъй като в дисертацията са включени резултати от изследване на 5 серии СМГЕ с общо 29 различни обекта, това структуриране помага за разграничаване на отделните групи експерименти. Изследваните серии СМГЕ, обозначени като серия „K“, състояща се от 9 ГЕ, серия „R“ от 13 ГЕ, серия „PV“ от 2 ГЕ, серия „D“ от 3 ГЕ и серия „U“ от 2 ГЕ, се различават както по конструкция, така и по предназначение и условия на изпитване (лабораторни и / или полеви). Методиката на провеждане на експеримента е описана хронологично и в детайли. Вземени са седиментни и водни проби от следководни и солени водоизточници. При провеждане на експериментите са комбинирани различни електрохимични методики за определяне на работните характеристики на обектите. Дискутирани са механизмите на електронен пренос, спецификите при използване на различни анодни и катодни материали. Основните работни характеристики, които са изследвани са напрежението на отворена верига, генерирания ток при работа през товарно съпротивление или кондензатор, постигната точка на максимална мощност, както и условията и времето за регенерация на СМГЕ. Специално внимание е отделено на влиянието на различни фактори върху тези характеристики - състав на седиментните и водни проби, работна температура (на околната среда и на седиментния слой), осветеност и др. Анализирани са работата както на полевите горивни елементи, така и на СМГЕ работещи в лабораторни условия, при които един или няколко параметъра са контролирани. Установено е, че светлината върху катодната полуреакция оказва значително влияние върху работата на СМГЕ, което е свързано с каталитичното действие на катодния биофилм. С помощта на метагеномен анализ е доказано присъствието на фотосинтезиращи микроорганизми в слоя. Освен

изследване на влиянието на естествената слънчева светлина, са проведени и експерименти по осветяване на СМГЕ с редица тясноспектрни светодиоди в температурно контролирана среда, с което е доказано протичането на фотосинтетични процеси в микробиалните съобщества върху катода и е изяснена ролята им в генерирането на електричен ток.

Вземайки предвид факта, че биоелектрохимичните системи са сложни, нелинейни системи и възпроизводимостта при измерванията често е проблем, при анализ и оценка на получените резултати, дисертантът е приложил и статистически методи за обработка, което подпомага анализа и повишава достоверността на изказаните хипотези и направените изводи.

Формулираните от дисертанта основни приноси на дисертационния труд точно отразяват същността на работата. Те се отнасят към обогатяване на съществуващи знания и имат сериозен потенциал за приложение в практиката, т.е. притежават подчертано научно-приложен характер. Представената в края на дисертацията разработка на телеметрична система за екологичен мониторинг се състои от електронен модул, захранван с електроенергия от полеве СМГЕ, който следи данни от 6 сензора и посредством радиосигнал в реално време ги изпраща в облачно хранилище. Тази демонстрация на едно от възможните приложения на СМГЕ, безспорно допринася изключително много за качеството и значимостта на представения дисертационен труд.

4. Преценка на автореферата

Авторефератът е направен съгласно изискванията, като напълно отразява получените в дисертацията резултати и приноси. Дисертантът е попълнил точно всички документи, необходими за защитата.

5. Заключение

В заключение ще отбележа, че дисертационният труд представя ас. Иво Бърдаров като изграден учен със задълбочени познания и експериментални умения в теоретичните и приложни аспекти на избраната мултидисциплинарна тематична област - микробиални горивни елементи, в това число по неорганична химия, физикохимия, електрохимия, биоелектрохимия, електроника. По обем, методично ниво, качество на проведените изследвания, значимост на получените резултати и приноси на дисертационния труд, както и по наукометрични данни, дисертантът напълно покрива изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за неговото приложение за научната и образователна степен доктор.

Въз основа на гореизложеното, с убеденост ще гласувам Научното жури да **присъди на асистент Иво Олег Бърдаров научната и образователна степен ДОКТОР** в Научно направление 4. Природни науки, математика и информатика, научна област 4.2 Химически науки, специалност „Неорганична химия“.

София, 09.01. 2020 г.

/проф. дхн Е. Славчева/