

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд

„Нови електрокатализатори за

биоелектрохимично получаване на водород”,

представен от **ас. Елица Йорданова Чорбаджийска,**

докторант на самостоятелна подготовка в катедра „Химия”

на ПМФ при ЮЗУ „Неофит Рилски” - Благоевград

за присъждане на образователната и научна степен „доктор”

по научната специалност *Неорганична химия (електрокатализа)*

От акад. дхн Александър Крумов Попов,

„Институт по електрохимия и енергийни системи”, БАН

Дисертационният труд на ас. Чорбаджийска е посветен на изучаване на един много съществен проблем – търсенето на нов ефективен метод и технология за получаване на водород. До скоро тези методи се базираха главно на различни техники за електролиза на вода. Все повече, обаче, се налага един най-нов метод – т.н. биокатализирана електролиза. Методът дава като резултат освен добив на водород и възможност за почистване на водата от отпадъчни биоразградими продукти. Настоящата дисертация се занимава именно с този метод.

Актуалност на проблема

Бих желал да отбележа, че задачите, поставени за изследване в рецензирания дисертационен труд, са много актуални и важни. Това е така, защото неизбежното и в последните десетилетия много бързо намаляване на световните природни запаси на въглеродни горива поставя пред човечеството съществената задача да търси нови възможности за използване на алтернативни горива. Една такава възможност предлага водородното гориво. Големият енергиен капацитет на водорода, практически

неизчерпаемите му запаси във вселената, както и фактът, че продуктът на горенето на водород – водата - е напълно екологично чист и от друга страна може веднага да се използва за следващо получаване на водород, респективно на енергия, го правят основен претендент за „гориво на бъдещето”. Разбира се, не всичко е толкова просто в набелязаната схема и един от най-важните проблеми е намирането на високоефективни катализатори за осъществяване на процеса на разлагане на водата до водород и кислород в условията на микробиологична електролиза. Изследванията в настоящата дисертация са един опит да се реши този проблем и ще си позволя да кажа – успешен опит.

Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд на ас. Чорбаджийска е написан на 131 страници, съдържа 64 фигури, 18 таблици, цитирани са 118 литературни източници. Дисертацията се състои от Увод, Експериментална част, с дискусия на получените резултати, Изводи, Приноси на дисертацията и Литература. В **Увода** са включени литературен обзор на изследванията върху микробиологичната електролиза, методите за получаване и охарактеризиране на биоелектрокатализатори, основите на статистическата обработка на експерименталните резултати и интересния въпрос за неопределеност на резултатите от електрохимичните измервания. В **Експерименталната част** са дефинирани целите на дисертационния труд, описани са материалите и методите, използвани в дисертацията, прилаганата експерименталната техника (електроди, електролити, методи на изследване, апаратура). Получените експериментални резултати, техният анализ и тълкуване, са представени много задълбочено и отговорно. Направените **Изводи** и заключения са внимателно преценени без излишно надценяване. Дисертационният труд завършва с основните **Приноси, Цитираната литература**, както и със списък на научните публикации и доклади, върху които е изградена дисертацията. Тя е написана много логично и на издържан научен език. Композирането и оформлението ѝ в голяма степен улесняват читателя. Не бих подминал и много точния и правилен в граматическо отношение български език.

Експериментална техника

Тъй като изследванията, проведени в дисертацията, до голяма степен са напълно оригинални, наложило се е дисертантката сама да конструира електролизьора, с който провежда експериментите си. Тя сполучливо го е нарекла „микробиологична електролизна клетка“. Този електролизьор е едно съществено постижение на дисертационния труд, което не е подчертано достатъчно категорично вероятно от скромност. Въгленовият анод на електролизьора е покрит с биофилм от електрохимичноактивни микроорганизми, които играят ролята на електрокатализатор, заменяйки скъпоструващите катализатори, използвани за същите цели в други електролизьори.

Методи за изследване

Изследванията са проведени при прилагането на най-съвременна измерителна електрохимична и физична методика. Широко са използвани класически електрохимични методи: линейна и циклична волтаперометрия, потенциометрия, както и сканираща електронна микроскопия, енергодисперсионна рентгенова спектроскопия, масспектрометрия.

Експериментални резултати

Проведените изследвания са добре планирани на базата на обстояния и задълбочен литературен обзор, т.е. дисертантката се е придържала към решаването на проблема по начин, който е възприет в световната практика на учените, които са дали и продължават да дават най-голям принос в разглежданата област. Бих искал специално да отбележа логичната последователност на провеждане на изследванията и представяне на резултатите в дисертационния труд. Ще дам моето виждане за значимостта на получените резултати, което почти не се различава от това на дисертантката.

За решаване на задачите, стоящи пред дисертацията, ас. Чорбаджийска е изследвала голям брой електрокатализатори, улесняващи отделянето на водород върху катода на електролизната клетка в условията на биоелектрохимичен процес. Тя е синтезирала и охарактеризирала 21 нови материали за евентуално приложение. С

помощта на съвременните методи на устойчивата статистика дисертантката е анализирала възпроизводимостта и надеждността на резултатите и оценила неопределеността на параметрите, определящи електрокаталитичната активност на материалите. Тъй като, както вече споменах, те са много и още повече са техните параметри, които създават огромна база данни, похвален е стремежът ѝ да направи статистическа обработка на резултатите, за да бъде напълно уверена в правилността на изводите си.

Вече споменах, че дисертантката е предложила интересен микробиологичен електролизьор. В този електролизьор като биокатализатори се използват микроорганизми, които са разположени или като биофилм върху анода и/или са суспендирани в електролита на анодното пространство. Предложената установка дава възможност за получаване на водород от отпадни води едновременно с почистването им.

Един много интересен резултат е получен при изследване на влиянието на подложката на катодите, върху която са отложени модифициращите метали, с които чувствително се подобрява електрокаталитичната активност при отделянето на водород. Резултатът има и чисто фундаментално значение, защото потвърждава едни отдавна развити от Фрумкин и сътрудници теоретични представи и експериментално получени потвърждения на тези представи от български, френски и руски учени.

Ас. Чорбаджийска е предложила и метод за предварителна оценка на отделените количества водород. Методът е много интересен и може да оказва голяма помощ на изследователите и технолозите при практическото приложение на микробиологичната електролиза за получаване на водород.

Дисертантката е използвала за първи път като биокатализатор бактериалния щам *Lactobacillus plantarum* AC S11 за получаване на водород. Установила е доста добра ефективност на каталитичния процес и образуване на млечна киселина при неговото протичане.

Стремежът на дисертантката да замени скъпите платинови катализатори е довел до използването на никел, волфрам и молибден, отложени върху никелова пана. С

такива катализатори тя е успяла да достигне катодна ефективност, дори по-голяма в някои случаи от тази, докладвана в световната литература.

Научни публикации, върху които е изградена дисертацията

Дисертационният труд на ас. Елица Чорбаджийска се базира на 4 публикации, две от които са в най-реномираните международни специализирани списания от областта (*Int. J. Hydrogen Energy* и *Int. J. Electrchem.*), а една е в изданието на БАН *Bulg. Chem. Commun.* Две от публикациите ѝ са вече цитирани два пъти, независимо от това, че са публикувани миналата и тази година.

Преценка на автореферата

Авторефератът на дисертацията е направен съгласно изискванията, като резюмира точно получените в дисертацията резултати и нейните приноси.

Заклучение

В заключение ще отбележа, че дисертационният труд представя ас. Елица Чорбаджийска като умел експериментатор и изграден млад учен със задълбочени теоретични познания в областта на биокатализираната електролиза като метод за получаване на водород и почистване на отпадни води. Научната област, бих искал да подчертая, е съвсем нова за нашата страна и не много развита изобщо по света. С този труд дисертантката и ръководителите ѝ показват, че са способни да поставят и успешно да решават проблеми в тази важна и интересна област на електрохимията и енергопроизводството. Включените в дисертацията изследвания по своя обем, по качество на изпълнението и по значимост на получените резултати напълно задоволяват изискванията за дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен “доктор”. Мога да твърдя, че в представената дисертация са получени интересни приложни и теоретични резултати. Всичко това ми дава основание с увереност и удоволствие да препоръчам на уважаемите членове на научното жури да гласуват за присъждането на образователната и научна степен „доктор” на асистент Елица Йорданова Чорбаджийска.

01.08.2015 г.

Подпис:

/Ал.Попов/