

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на научната степен “доктор”

Професионално направление 5.10. Химични технологии

Научна специалност „Технология на електрохимичните производства”

Научна организация: Химико-технологичен и металургичен университет, София

Автор на дисертационния труд: Момчил Димитров Алакушев, докторант

Тема на дисертационния труд: “Електрохимично получаване, охарактеризиране и приложение на сплавни прахове на база Ni, Co и Sn”

Изготвил рецензията: Николай Стоянов Божков, професор, д-р, инж. (Институт по физикохимия, БАН)

1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата

Момчил Димитров Алакушев е роден на 28.05.1986 г. За периода 2005-2009 г. следва в Софийски университет „Свети Климент Охридски“, Биологичен факултет, където придобива квалификация „Бакалавър по молекулярна биология“. Впоследствие, през 2009 – 2011 г. продължава своето образование и завършва Магистратура по специалност „Генно и клетъчно инженерство” с много добър успех. От месец март 2018 г. е докторант към катедра „Неорганични и електрохимични производства“ към ХТМУ-София с научен ръководител доцент д-р К. Игнатова. В своята експериментална и научна дейност Момчил Алакушев ползва английски език на много добро ниво.

2. Актуалност на темата на дисертационния труд. Познаване на проблемите, обект на изследване в дисертационния труд

Темата на настоящия дисертационен труд е свързана с получаване на интересна и актуална научно-приложна информация относно възможностите за установяване на условията за електроотлагане на четири вида сплавни прахове – Ni-Co, Ni-Co-P, Sn-Co, Sn-Ni. Последните предизвикват особено голям интерес с оглед тяхното практическо приложение като катализатори в батерии от типа метал-въздух, но също така и като част от аноден активен материал за литиеви батерии. Подобни изследвания, свързани със създаването на подходящи материали за нови източници на енергия като възможна алтернатива на въглеродните горива, бележат едно постоянно нарастване в последните години. Известно е до момента, че данните за използването точно на такива прахове засега са все още относително ограничени. От друга страна се знае, че електролизата е често прилаган метод за получаване на определени метали и сплави, най-често под формата на покрития.

При това е налице предимството без съществена промяна на електролита да се достига до материали с вариращи състави и структури, особено в случаите когато се прилага импулсна електролиза. При нея могат да се варират няколко основни параметъра, което значително повишава възможностите за достигане например до метални прахове с висока дисперсност, оптимизиран компонентен и фазов състав, максимална специфична повърхност и други.

От гореизброеното може да се направи извода, че избраната тематика на дисертационния труд е особено актуална с оглед търсене и създаване на иновативни електродни материали за батерии с оптимална токова ефективност и достатъчно висок капацитет. Освен определяне на най-подходящите условия за получаване на тези материали и уточняването на техния състав, морфология и микроструктура са приложени и подходящи експериментални методики и апаратури за тяхното характеризиране с оглед получаването на достоверна за практиката информация.

Направената от докторанта обширна литературна справка в тази област ясно демонстрира, че Момчил Алакушев е добре запознат със същината на изследователския проблем. Той правилно е интерпретирал научната информация и успешно е осъществил заложените за изпълнение цел и задачи.

Въз основа на съдържанието на дисертационния труд може да се направи извода, че осъществените експерименти и получените опитни данни имат пряка връзка с един значим съвременен проблем, отличаващ се с предимно научно-приложна насоченост, чиято актуалност не буди никакво съмнение у специалистите.

3. Обща характеристика на дисертационния труд. Тип, цели и методи на изследванията

Настоящият дисертационен труд е едно добре планирано и прецизно изпълнено изследване за определяне на условията за получаване и последващо охарактеризиране на четири вида сплавни прахове с оглед тяхната приложимост в литиево-йонни батерии и батерии литий-въздух. Изследвана е кинетиката на отлагане от подбрани електролити, като са варирани техния състав и параметрите на експерименталните условия за електроотлагане. Определени са елементния и фазовия състав, както и повърхностната морфология на получаваните материали. Изследвана е микроструктурата и специфичната повърхност на отложените прахове. Проведени са изследвания относно възможностите за приложение на така получените материали като катализатори в моделна батерия литий-въздух и като анодни материали в литиево-йонни батерии.

За осъществяване на поставените задачи в дисертацията са използвани голям брой електрохимични и други методи като например: линейна волтамперометрия; циклична

волтамперометрия; сканираща електронна микроскопия; енергийно-дисперсионен спектрален анализ; рентгеноструктурен анализ; фотоелектронна спектроскопия; определяне на специфичната повърхност по метода БЕТ.

Основната поставена за изпълнение цел на дисертацията се свежда до установяване на условията за получаване на сплавни прахове от Ni-Co, Ni-Co-P, Sn-Co, Sn-Ni, както и изучаване на техния състав, морфология и микроструктура. Въз основа на това са получени ценни експериментални данни относно възможностите за успешната приложимост на новосъздадените материали в литиево-йонна батерия и в батерия метал (Li) – въздух.

За успешното осъществяване на тази цел са предвидени за изпълнение серия от задачи, които най-общо могат да бъдат обобщени както следва:

- Изследване на кинетиката на отлагане и условията за получаване на сплавни прахове Ni-Co, Ni-Co-P, Sn-Co и Sn-Ni от подходящи електролитни състави;
- Отлагане на сплавни прахове Ni-Co, Ni-Co-P, Sn-Co и Sn-Ni при вариране на състава на електролитите и условията;
- Определяне на елементния и фазовия състави, а също така микроструктурата, повърхността и специфичната повърхност на отложените прахове;
- Изследване на възможностите за приложение на сплавните прахове Ni-Co, Ni-Co-P, Sn-Co и Sn-Ni като катализатори в моделна батерия метал - въздух и като анодни материали в литиево-йонна батерия.

Според мен подбраните и използвани от докторанта изследователски методи напълно съответстват на поставената цел и задачи на дисертационния труд. Получените данни като текстови и онагледяващ материал са систематизирани много добре. Анализът и коментарите относно проведените изследвания показват, че М. Алакушев е запознат отлично с експерименталните характеристики на използваните материали, а също така и с приложените тестови методи. Направените изводи и заключения, както и получените опитни данни показват, че образователните и научни цели на докторантурата са изпълнени успешно и на много добро професионално ниво.

Дисертационният труд е написан на 148 страници (включващи цитираната литература от 148 източника; списъка на научните публикации на докторант и на неговите участия на научни форуми; осъществяната от него научна дейност, а именно 30 часа упражнения по Теоретична електрохимия и консултации на 7 броя дипломни работи; участия в договори и проекти по подобна тематика – общо 5, от които 1 по линия на МОН и 4 с НИС при ХТМУ-София; получени награди – Първа награда за представен постер на XVII Научна постерна сесия за млади учени, докторанти и студенти). Освен това в текстовата част са включени още

85 фигури, експериментални зависимости и снимки, 18 таблици, както и списъци на използваните обозначения и съкращения.

Дисертацията е оформена в структурно отношение по следния начин: Увод; Теоретична част; Цел и задачи на дисертацията; Експериментална част; Резултати и дискусия; Изводи от дисертационния труд; Приноси на дисертационния труд; Публикации; Учебна дейност; Участия в договори и проекти; Награди; Литература.

4. Основни приноси на дисертацията

Основните приноси на дисертационния труд кореспондират на поставената цел и свързаните с нейното изпълнение задачи, а именно:

1/. Осъществено е оригинално изследване по получаване и охарактеризиране на 4 вида сплавни прахове – Ni-Co, Ni-Co-P, Sn-Co, Sn-Ni. Не са известни литературни данни за електрохимично получен прах Ni-Co-P, което се явява съществен принос на дисертацията. Този прах може да бъде получен при стайна температура, което е определено предимство.

2/. Новополучените по електрохимичен способ прахови материали са приложени като катализатори в моделна батерия метал-въздух и опитно са доказани много добрите им показатели спрямо сравнителен Ag катализатор.

3/. Установено е, че праховете Sn-Co и Sn-Ni имат много добри електрохимични характеристики като анодни материали в литиево-йонна батерия.

4/. Установено е влиянието на параметрите на три токови режима – галваностатичен, потенциостатичен стационарен и импулсен върху състава, морфологията, структурата и свойствата на сплавните прахове. Коментирани са особеностите на механизма на електрокристализация на праховете по отношение условията на електроотлагане.

От тази гледна точка приносите на настоящата дисертация могат да бъдат определени като такива с научен и научно-приложен характер, т.е. получаване и изследване на подбрани материали с подходящи методики и оценка на техните показатели за определена цел.

5. Окомплектоване на представените материали и оценка на личното участие на дисертанта. Удовлетворяване на минималните изисквания съгласно Правилника

Представените материали включват Дисертационен труд, Автореферат, Дипломи за бакалавър и магистър, Протоколи от проведени изпити по научни дисциплини и английски език. Самият дисертационен труд се базира основно на подаден от докторанта списък с общо две публикации в специализирано списание с импакт-фактор (IF) и квантил Q3. И двете представени публикации са със съавтор, като в една от тях докторантът е първи и в една - втори автор. Освен това има подадена информация за четири постерни доклади на български и международни научни форуми. Вижда се, че всички докладвани от докторанта материали

са със съавтори, като в три от тях той е първи автор, а в един – втори. Допълнително е предоставен списък за осъществена учебна дейност като консултант на седем броя дипломни работи (тематично свързани с дисертацията), като за една от тях не е посочено заглавие.

До момента нямам данни някоя от гореспоменатите публикации и постери да са били използвани в друга дисертация за получаване на научната и образователна степен „доктор”. От дадените ми за оценка материали мога да направя извода, че настоящият дисертационен труд съответства напълно на изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ХТМУ, София.

6. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранна литература

Според наличната информация в международната база данни Scopus има установени цитати от съавтори по двете представени в дисертацията публикации. Освен тях докторантът участва в авторските колективи на още три статии, по които са налице 3 цитата (след изключване на автоцитатите). Всичко това показва, че М. Алакушев постепенно започва да заема своето място в тази престижна класация. Трябва да се отбележи също така, че статиите са излезли от печат сравнително скоро и е необходимо да измине известно време, преди да бъдат забелязани и съответно цитирани от изследователите в тази научна област.

7. Критични забележки и въпроси

Имам следните критични забележки:

Настоящият дисертационен труд е написан на едно много добро ниво, но на някои места в текста се откриват технически пропуски или грешки като например:

1/. Страница 14 – „..... броят на публикациите, свързани с методи за получаване на активни анодни материали за литиево-йонни батерии,.....“.

2/. Страница 18 - „... се приема, че фосфористата киселина се по реакция (6)“.

3/. Страница 21 – „Процесите, при които доставката на йони или молекули вследствие на дифузия, протича с по-малка скорост в сравнение на скоростта на пренасяне ...“.

4/. Налице е несъответствие в стойностите на зарядния капацитет (195 mAh.g^{-1}) на прах Sn-Co след 10 цикъла на литиево-йонна батерия, показани съответно на Фиг. 80 и в обяснителния текст под нея, и впоследствие в третия от приносите - 295 mAh.g^{-1} .

5/. Второто изречение на трети извод съвпада текстово и по смисъл с част от текста на първия от предложените приноси.

Въпреки тези констатации ще отбележа, че установените и изброени от мен по-горе технически пропуски и повторения не променят иначе много доброто ми общо впечатление от дисертацията и от обема на извършеното от докторанта и неговия научен ръководител.

Към докторанта имам следните въпроси:

1/. Какъв е броят на използваните за отделните експерименти опитни образци и каква е възпроизводимостта на представените данни?

2/. В Таблица 5 е показан състав на Ni-Co-P прахове при две стойности на температурата, но и при две плътности на тока. Доколко това сравнение дава полезна информация, предвид факта, че се променят едновременно два параметъра?

3/. Защо при получаване (импулсно) на Ni-Co прах процентното съдържание на кобалта нараства с нарастване на честотата?

8. Лични впечатления

Не познавам лично докторанта. Впечатленията ми са формирани от получените материали и от предварителната защита, проведена в катедрата. Въз основа на тях мога да заключа, че осъществените изследвания са проведени компетентно на едно много високо ниво. Очевидно е, че безспорна заслуга за това има научният ръководител, но от мястото на М. Алакушев в авторските колективи на излезлите от печат статии и участието му с постерни доклади ясно се вижда, че голяма част от изследванията са негово лично дело. Интерпретацията на експерименталните данни, както и крайните изводи и заключения са логични и обосновани. Това ми дава основание да заключа, че усилията на докторанта са довели до едно определено начално професионално израстване, което ще даде допълнителен тласък на по-нататъшната му дейност. Приложеният Автореферат на дисертационния труд правилно и логично отразява неговата обща концепция и замисъл, заложените за изпълнение цели, получените експериментални данни, направените изводи и приноси.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на гореизложеното, както и въз основа на представените изводи и приноси на дисертационния труд, неговото значение в научен и научно-приложен аспект, а също така и очевидно много добрата подготовка на докторанта в областта на електрохимията, предлагам на членовете на Научното жури да гласуват положително за присъждане на докторант Момчил Димитров Алакушев на научната и образователна степен „доктор” по Професионално направление 5.10. Химични технологии, Научна специалност „Технология на електрохимичните производства”.

София, 03.06.2022 г

Изготвил рецензията:.....

(професор д-р Н. Божков)