

РЕЦЕНЗИЯ

от доц д-р Цветан Иванов Димитров от Русенски университет „А. Кънчев”,
филиал Разград, преподавател в катедра
„Химични, хранителни и биотехнологии“
на дисертационен труд на маг. инж. Димитър Василев Георгиев
на тема: "Изследвания върху получаване на електроди и диелектрици за
суперкондензатори чрез използване на високопорести силикатни и
въглеродни материали"
представен за придобиване на образователната и научна степен "Доктор"
в област на висше образование 5. Технически науки
от професионално направление 5.10 Химични технологии
по научна специалност 02.10.12 "Технология на силикатите, свързващите
вещества и труднотопимите неметални материали"

Със заповед на Ректора на Университет „Проф. д-р Асен Златаров" Бургас
съм определен за рецензент в научното жури за осигуряване на процедура за
защита на дисертационен труд на тема " Изследвания върху получаване на
електроди и диелектрици за суперкондензатори чрез използване на
високопорести силикатни и въглеродни материали" представен за придобиване
на образователната и научна степен "доктор" в област на висше образование
5.Технически науки от професионално направление 5.10 Химични технологии
по научна специалност 02.10.12 "Технология на силикатите, свързващите
вещества и труднотопимите неметални материали". Автор на дисертационния
труд е маг. инж. Димитър Василев Георгиев - докторант към факултет ФТН с
научни ръководители проф. д-р Ирена Марковска и доц. д-р Димитър Русев.

Представените от маг. инж. Димитър Василев Георгиев комплект материали
на хартиен и електронен носител са в съответствие с чл.42 от Правилника за
условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични
длъжности в Университет „Проф. д-р Асен Златаров" Бургас. Дисертационният
труд съответства на съвременните изисквания за разработване на
научноизследователски проблеми. Материалите са добре оформени, старателно
подредени и са логически свързани.

Дисертационният труд обхваща: въведение, теоретична част,
експериментална част, изводи, научни и научно-приложни приноси, публикации
и патенти, литература и приложения. Текстът е в обем 144 страници, в които са
включени 69 фигури и 15 таблици. Използвани са 218 литературни източника.

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Постоянно нарастващите през последните години проблеми с горивата
спешно налагат създаването на нови технологии. Европейската комисия обяви
новите цели по отношение на въглеродния диоксид, които трябва да бъдат
достигнати до 2030 година. Това е възможно единствено чрез преформатиране на
автомобилната индустрия по посока хибрид и електрически автомобил. На фона
на множество предимства на електрическите автомобили по отношение на
опазване на въздуха, автомобилните компании са изправени пред още едно
предизвикателство, което е свързано с бързото изграждане на допълнителни
мощности за производство на батерии, като в близко бъдеще навсякъде ще се

използват кондензатори от ново поколение. Това ще бъде възможно благодарение на активното увеличаване на специфичния капацитет на устройствата. Използването на нови материали, като графен, електропроводими полимери, въглеродни нанотръбички и фулерени ще покрият изискванията за по-голяма активна повърхност на електродите, респективно по-висок капацитет, в съчетание с ниско тегло.

Целта на настоящата дисертационна работа е да се получат иновативни и ефективни покрития за електроди, чрез използване на силикатни и въглеродни материали, въз основа на които да се направи експериментален суперкондензатор.

За постигане на поставената цел са проведени системни изследвания, които обхващат решаването на следните основни задачи: получаване на графен и предлагане на подходящи начини за нанасянето му върху повърхността на електродите; получаване на електропроводима боя, чрез която да се скрепи графена към електрода на суперкондензатора; синтезиране на бариерен титанат и внасянето му в състава на електродните покрития; конструиране на експериментален кондензатор на базата на всички разработени съставни компоненти и измерване на капацитета му.

Всичко това е предпоставка за развитието и усъвършенстването на методите за получаване на иновативни и ефективни покрития за електроди. От друга страна в литературата сведенията в това направление са оскъдни, което прави изследванията по дисертацията като актуални, необходими и навременни.

2. Обзор на цитираната литература

Прегледът на списъка на използваната в дисертацията литература включва 218 заглавия, от които почти всички на латиница. Това показва добро познаване от докторанта на публикациите в областта на дисертацията у нас и в чужбина. Литературните заглавия съответстват на темата на дисертационния труд. Добро впечатление прави големия дял на литературните източници издадени след 2000г - 73% и след 2010г около 50%.

В резултат на прегледаните използвани източници и представеното в дисертацията считам, че докторантът е запознат много добре с разглежданата тема.

3. Методика на изследване

В началото на експерименталната част в раздел 2 е получен графен чрез използване на ултразвук от 1 до 5 слоя, което е доказано чрез Раманова спектроскопия, СЕМ и ТЕМ и инфрачервена спектроскопия. Като прекурсор за синтеза на графен е използван фино диспергиран графит, който е поставен в разтвор на разредена сярна киселина с различна концентрация.

По-нататък в раздел 3 е описано получаването на графен чрез съвместно прилагане на електролиза и ултразвук. Установено е, че при комбинацията от разредена сярна киселина и едновременно третиране с ултразвук и електролиза в ултразвукова вана се разхлабват вандерваалсовите връзки, които свързват графеновите слоеве в графита.

По-нататък в изложението на дисертацията в глава 4 е представено получаването на графеново покритие върху субстрати. Доказана е възможността за нанасяне на слой от графеново покритие върху алуминиева подложка чрез

използване на генератор за високо напрежение. Направените СЕМ на повърхността на алуминиевата подложка с въглеродно покритие показват, че полученото покритие от графен е хомогенно.

В глава 5 от експерименталната част е разгледано получаването на електропроводима графитна боя за покрития на електроди. Разработена е електропроводима боя чрез използване на течен силикат $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$, запълнен с фини частици графит и добавка от NaOH. Суспензията може да се нанесе върху керамични, стъклени, хартиени, метални и други видове подложки. Доказано е, че получената боя може да бъде използвана за създаване на електропроводимо покритие с добра адхезия и устойчивост, с цел подобряване електрическите и капацитивни характеристики на кондензаторните електроди.

След това в глава 6 на експерименталната част е представено получаването на диелектрик от бариев титанат, чрез твърдфазен синтез и по зол-гел метода. Твърдофазният синтез е проведен при сравнително ниски температури от порядъка на 900°C - 1100°C , като предварително прахообразните суровинни материали са активирани чрез въздействие с ултразвук в различна течна среда. Установено е, че по-фини по размер са праховете, получени по зол-гел метода, осигуряващи по този начин висока активна повърхност върху електрода на суперкондензатора. Върху размера на частиците по зол-гел метода, влияние оказва молната концентрация на разтворите на бариевите и титановите хлориди.

В края на експерименталната част в раздел 7 е разгледано разработването и конструирането на експериментални модели на суперкондензатори и измерване на капацитетите им. Конструирани са две експериментални кондензорни клетки - K1 и K2. От направените измервания е установено, че K1 притежава по-голям капацитет от K2. Получените стойности за специфичен капацитет на кондензаторите дават добри резултати, които изцяло могат да затвърдят идеята за работещ суперкондензатор, създаден на база на електродите, боята и бариевия титанат.

Считам, че избраната методика съответства на поставената цел и възможности за използване от докторанта.

4. Приноси на дисертационния труд

Постигнатите най-важни резултати, получени в дисертационния труд на маг. инж. Димитър Василев Георгиев считам, че имат научен и научно-приложен характер и могат да бъдат обобщени по следния начин:

- Предложена е евтина и екологично чиста технология за получаване на графен, чрез комбинирано въздействие на електролиза и ултразвук;
- Разработена е технология за нанасяне на покритие от графен върху метална алуминиева основа с помощта на генератор за високо напрежение;
- Получена е иновативна електропроводима спойка, необходима за полагане и прикрепване на активните съставки върху повърхността на електродите;
- На базата на разработените иновативни покрития и използваните електролити е предложена конструкция и са изработени експериментални кондензаторни клетки, на които е определен специфичният им капацитет;
- Разработен е софтуерен продукт за обработка на експерименталните данни получени от изследванията и за оптимизиране на конструкцията на кондензаторните плочи.

Постигнатите най-важни резултати получени в дисертационния труд на маг. инж. Димитър Василев Георгиев считам, че имат научен и научно-приложен характер. Потвърждавам и съм съгласен с посочените от докторанта научни и научно-приложни приноси.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Основните резултати от дисертационния труд са публикувани в 2 статии в списание Journal of the Balkan Tribological Association през 2020 (Imp. Factor 0.737, Q3) и 2022г (Imp. Factor 0.544, Q3), 1 статия в Journal of Chemical Technology and Metallurgy през 2021г. (SJR 0.220), 2 статии в Научни трудове на Русенски университет „Ангел Кънчев“, 1 статия в Научни трудове на Университет „ проф. д-р Асен Златаров“ гр. Бургас, както и в 2 резюмета от Научна сесия за студенти, докторанти и млади научни работници в секция „Природни и технически науки“ на Университет „ проф. д-р Асен Златаров“ гр. Бургас. Има издаден патент през 2019г. по тематиката на дисертационния труд.

6. Авторство на получените резултати

Последователността и логичността на излагането на резултатите от дисертационния труд не буди съмнение в тяхната достоверност. Нямам никакво съмнение в личното участие на докторанта както в отделните публикации, в 2 от които е първи автор, така и към цялостното изготвяне на дисертационния труд. Относно конкретните приноси по представените резултати също съм убеден в неговото основно участие. Положително впечатление прави участието на докторанта в 1 проект по Национална научна програма и в 2 договора № НИХ 415/2018, № НИХ 445/2020.

Като допълнително доказателство може да се приеме и отличния стил на изложение на резултатите, изводите и приносите, който е типично авторски.

Считам че дисертационния труд и представените резултати са лично дело на докторанта.

7. Автореферат и авторска справка

Дисертационният труд е синтезиран и представен в автореферат, който е с обем от 50 страници. В началото е направена обща характеристика на дисертационния труд след което основния материал е изложен в пет раздела. Следват изводите от дисертационния труд по различните раздели, научните и научно-приложните приноси, както и списък на публикации и участия в научни сесии, издаден патент и участие в научни проекти, където са представени основните резултати на дисертацията. Съдържанието на автореферата съответства на съдържанието на дисертационния труд. Оценката ми за автореферата - той отговаря на общоприетите изисквания и отразява вярно съдържанието и приносите на дисертационния труд.

8. Забележки по дисертационния труд и въпроси към докторанта:

➤ Няма единна редакция на всички цитирани литературни източници, което може да затрудни намирането на цитираните литературни източници. Информацията при цитирането на някои литературни източници е непълна: липсва година на издаване на някои източници (168, 172, 175, 215);

- Не са уеднаквени обозначенията на мерните единици по система SI в различни части на дисертацията - срещат се cm, sm и см; g, г. и гр.; ml и мл и т.н.;
- Има грешка в изписването на формула (2) от стр. 10 - големината на тока е равна на заряда преминал през единица време през напречното сечение на проводника - $I = dQ/dt$;
- Някои страници от дисертацията, където има формули не са форматираны удачно и има голямо разстояние между формулите, като по този начин голяма част от страницата остава празна - стр. 23, 103, 104;
- Някои формули не са номерирани - стр. 104, 117-119;
- Липсва обозначение на дименсията по ординатата на рентгенограмите - фиг. 48 - 50.

Направените забележки не променят по никакъв начин цялостната ми положителната оценка за съдържателния характер и наличието на съществени приноси на докторския труд. Те имат смисъл на предложение за подобряване на неговите качества.

9. Заключение

Дисертационният труд съдържа научни и научно-приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката и отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ Бургас.

Дисертационният труд показва, че докторанта маг. инж. Димитър Василев Георгиев притежава задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна специалност "Технология на силикатите, свързващите вещества и труднотопимите неметални материали" като демонстрира качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване. В процеса на разработване на дисертацията си докторанта е разширил и задълбочил своите знания в областта на новите материали, придобил е умения да събира и обработва научна информация, да планира и извършва експериментална дейност, да анализира и обобщава получените резултати.

Поради гореизложеното, убедено давам своята положителна оценка за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и предлагам на научното жури да присъди образователната и научна степен „Доктор“ на **маг. инж. Димитър Василев Георгиев** в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.10.Химични технологии и научна специалност "Технология на силикатите, свързващите вещества и труднотопимите неметални материали".

27.04.2022 г.
гр. Разград

Рецензент:

/доц. д-р Цветан Димитров/

Подпис заличен
Чл.2 от ЗЗЛД