

СТАНОВИЩЕ

по конкурс за придобиване на образователна и научна степен „доктор“,

Направление: 4.2. Химически науки, Електрохимия

с кандидат инж. Веселина Стефанова Милушева, инж.-химик към катедра „Химия“,
Технически университет-София

Тема на дисертационния труд: *Получаване и охарактеризиране на наноструктурирани слоеве от мед и аноден алуминиев оксид*

Член на научно жури: доц. д-р инж. Боряна Цанева, Технически университет-София

1. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата

Веселина Милушева започна своята научно-изследователската дейност непосредствено след постъпването си в Технически университет – София през 2013 година като част от екипа в катедра „Химия“, занимаващ се с електрохимични технологии за получаване на функционални материали с приложение в електрониката. Тя се включи активно при разработване на технологии по модифициране на анодни слоеве върху алуминий и електрохимичното им запълване с метали с повишена каталитична активност към разлагане на метан за намаляване на вредни емисии. Натрупаният опит успешно прерасна и се доразви в работата ѝ по дисертацията.

Свързаната с дисертационния труд научно-изследователска дейност на инж. Милушева беше насочена към съчетаване на електрохимично получаване на самоорганизиращи се нанопорести слоеве от алуминиев оксид и отлагане на мед до получаване на композитни и слоести материали. За реализирането на крайните структури инж. Милушева вложи много усилия както в анализа на наличната в литературата информация, така и в извършената от нея мащабната експериментална работа по разработване на три независими подхода за отлагане на мед в и върху аноден алуминиев оксид (ААО). Систематично проведените изследвания върху електрохимичното изтъняване на бариерния слой и електроотлагането на мед в крайната изолационна матрица от аноден оксид позволиха установяване на оптималните параметри за равномерно запълване на нанопори с мед. Така успешно беше получен нанокompозитен материал с анизотропна електропроводимост директно върху алуминиевата подложка. Подобен материал е получен и чрез химично запълване на порите с мед, като процесът се иницира от контактно отложена мед върху алуминия в дъното на порите на оксида. Този подход за запълване на нанопори остава без аналог в научната литература. Друго предизвикателство, което инж. Милушева успешно преодоля, е химично отлагане на мед от електролити с неутрален характер. Всички изследвани процеси при разработването и оптимизирането на представените в дисертационния труд технологии, както и получените от тях композитни и слоести материали са охарактеризирани с подходящи електрохимични и физични методи за анализ.

2. Основни научни и научно-приложни приноси

Основните резултати и приноси в дисертационния труд имат научно-приложен характер и могат да се сведат до:

- Получен е слоест материал с анизотропна електропроводимост от типа Al/Cu+AAO/Cu чрез изтъняване на бариерния слой на AAO върху алуминий и директно химично или електрохимично запълване на порите с мед.
- Разработени са нови стабилни разтвори за химично помедяване на нанопорести слоеве от AAO с фосфор-съдържащи редуктори, от които в зависимост от условията могат да бъдат отлагани както метална мед, така и Cu_2O . Разтворите са използвани за създаване на слоеви структури от типа проводник-диелектрик-проводник на базата на анодиран алуминий и мед. Разработените електролити дават възможност за отлагане на медни покрития от разтвори с рН от 4,5 до 9,8, което позволява прилагането им за метализиране на материали, неустойчиви в силно кисели и силно алкални среди.
- Постигнато е директно селективно фотохимично катализиране и химично помедяване на модифициран с TiO_2 анодиран алуминий. Разработената технология значително подобрява устойчивостта на AAO в алкални разтвори и позволява директно формиране на проводящи изображения върху анодиран алуминий от конвенционален формалдехиден електролит за химично помедяване.

3. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература

Според направената справка в Scopus и Web of Science от 8-те публикации, включени в дисертационния труд, четири са цитирани общо 5 пъти. Цитатите са в реномирани международни научни списания като *Electrochimica Acta* (Q1), *Materials* (Q2), *Sustainability* (Q2), *Journal of Electrochemical Science and Technology* (Q2), *Bulgarian Chemical Communications* (Q4).

4. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата

Всички препоръки, които бяха направени от мен като ръководител на докторанта по време на работата по дисертационния труд и техническото му оформление са взети под внимание.

Като препоръка към бъдещата работа изказвам пожелания инж. Веселина Милушева да не спира с научната си работа и да доразвива множеството нови идеи, които не успяха да намерят място в дисертационния труд като например изследване на каталитичните свойства на създадените от нея композити от аноден алуминиев оксид/ Cu_2O и потенциалното им включване в сензорни системи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По време на цялата ни съвместна работа инж. Веселина Милушева винаги е проявявала отговорност, прецизност и последователност при планиране и провеждане на експериментите и анализиране на резултатите. За постигане на дефинираните в дисертационния труд цели е извършен голям обем работа, при което са усвоени различни

електрохимични методики и са придобити знания от етапа на разработване на електролити за отлагане на мед до синтезиране и пълно охарактеризиране на получените от тях материали. Считаю, че поставените цели и задачи в дисертационния труд са изпълнени и той отговаря по обем и научно-приложни приноси на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИФХ-БАН.

На основание всичко изложено по-горе давам **положителна** оценка на разработения дисертационен труд и предлагам на членовете на Научното жури да гласуват за присъждане на **образователната и научна степен “доктор”** по професионално направление 4.2. Химически науки, специалност Електрохимия на **инж. Веселина Стефанова Милушева**.

Дата: 6.01.2025 г.

Изготвил становището: