

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на научната и образователна степен **“доктор”** по направление: 4.2. Химически науки, научна специалност „Електрохимия (вкл. химически източници на тока)”

Научна организация: Институт по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев” - БАН

Автор на дисертационния труд: инж. Михаела Георгиева Георгиева, асистент в секция „Електрохимия и корозия” при ИФХ - БАН

Тема на дисертационния труд: *“Безтоково отлагане на медни композитни покрития върху полимерни подложки”*

Рецензент: Райчо Георгиев Райчев, професор, дхн, инж. (ИЕЕС - БАН)

1. Кратки биографични данни за кандидата. Михаела Георгиева е родена през 1981 г. в гр. Перник, където завършва средното си образование в Техникума по металургия и химични технологии през 1999 г. Завършила е висше образование по специалността „Неорганични и електрохимични производства” (бакалавър) през 2007 г. и специализация по „Електрохимия и защита от корозия” (магистър) в ХТМУ през 2008 г. Има и специализация за учител по химия и опазване на околната среда от същия Университет. През 2007 г. постъпва на работа в ИФХ-БАН като химик, а през периода 2009 – 2013 г. е редовен докторант към секция „Електрохимия и корозия”, където работи и понастоящем като асистент. Нейната научна работа е главно в областта на електрохимично и химично получаване на тънки и композитни медни покрития. Съавтор е на общо 14 публикации в научни списания, представила е 14 доклада и 22 постери на международни и национални научни форуми. Забелязани са 7 цитати на нейни публикации. Участвала е в разработването на 6 научни проекти и договори с фирми, в т.ч. 2 проекта по европейска програма.

2. Актуалност на проблема. Стремителното навлизане на електрохимичните методи в практиката за производство на композитни материали се обуславя от богатите възможности, които тези методи предлагат за получаване на композитни метални слоеве с уникални механични, физически и защитни свойства. В тази връзка, напълно оправдан е интереса и към безтоковите (автокаталитични) методи за получаване на композитни метални покрития предвид на някои техни технологични и икономически предимства в сравнение с електролизните методи. Ето защо считам, че изследванията в настоящия дисертационен труд, посветени на установяване на условията за безтоково отлагане на медни композитни покрития върху гъвкави полимерни подложки и насочени към разработване на абразивни инструменти за повърхностна обработка на скални материали са напълно актуални, а получените резултати представляват безспорен интерес за приложната електрохимия, материалознанието и повърхностна обработка на материали, и определят дисертацията към групата на полезните за практиката научни трудове.

3. Обща характеристика на дисертацията и познаване на състоянието на проблема от докторантката. Рецензираният дисертационен труд е едно значително по обем, много добре планирано и изпълнено експериментално изследване върху подбора и оптимизирането на разтвори и режими за предварителна подготовка и безтоково отлагане на медни покрития, физикохимично охарактеризиране на покритията и получаване на композитни медни слоеве с включени в тях твърди частици (диамант, борен нитрид и силициев карбид), нанесени върху полимерни подложки. Изследванията в дисертацията са проведени върху доста сложни във физикохимично отношение метал/дисперсоид/електролит системи, поради което докторантката е трябвало да усвои

и приложи редица съвременни физични методи, а така също да преодолее значителни експериментални трудности. Успешно приложените съвременни експериментални методи и техники, направената дискусия и обосновани заключения от получените резултати показват, че образователните цели на докторантурата са изпълнени успешно, а представеният дисертационен труд характеризира М. Георгиева като един квалифициран специалист-експериментатор в областта на приложната електрохимия и материалознание, с много добра подготовка по обща химия.

Дисертационният труд е написан на 134 стр., съдържа 56 фигури и илюстрации и 36 таблици, цитирани са 159 литературни източници.

В теоретичната част на дисертацията е направен аналитичен преглед на данните в литературата по химично помедяване – разтвори за помедяване, механизъм на помедяване с редутор формалдехид и на съвременните технологични схеми на процеса. Основателно, значително внимание в обзора е отделено на композитните покрития и на използваните дисперсоиди, както и на потенциалните гъвкави материали, които могат да бъдат използвани като подложки за метализиране. Разглежданият в обзорната част на дисертацията материал е систематизиран много добре, изложен е сбито и ясно, което показва, че докторантката е навлязла дълбоко в изследваната от нея област и е запозната със специализираната литература.

4. Методи на изследване и оценка на достоверността на материала. При изследванията по дисертацията са използвани традиционни методи за изследване на метални покрития в съчетание със съвременни физични методики и техники: гравиметричен и рентгенов флуорисцентен анализ (XRF) – за определяне на дебелината на покритията, рентгенофазов анализ (XRD) – за изучаване на фазовия състав и средния размер на кристалитите в слоевете, сканираща електронна микроскопия (SEM) и енергийно-дисперсионна спектроскопия (EDS) – за изучаване на морфологията и елементния състав на композитните слоеве, както и методите на Викерс и стандартен тест с адхезивна лепенка (ASTM test D 3359-83) – за определяне на микротвърдостта и адхезията на медните слоеве. Трябва да се отбележи, че за провеждане на заключителните трибологични изпитания на полиращи дискове с композитен меден слой е конструирано и изработено в ИФХ специално устройство. Избраните методи за изследвания са удачно съчетани и според мене – правилно приложени, поради което достоверността на експерименталния материал не буди съмнение.

Тук ще отбележа и някои *пропуски* в представения дисертационен материал: (а) В дисертацията липсват мотивите за избора на размера на частиците на изследваните дисперсоиди; (б) Липсват данни за устойчивостта на избраните електролити за безтоково отлагане; (в) Липсва информация за възпроизводимостта на дебелината на отлаганите при различни условия медни покрития, както и за броя на отлаганите частици; (г) Липсва сравнителен анализ на резултатите от трибологичните изпитания, респ. оценка на полиращия ефект на дискове с химично и електрохимично отложените медни композитни покрития; (д) Не е изяснен характера на разпределение на частиците на различните дисперсоиди в дълбочина на медния слой и др.

Дисертацията е структурирана логично, оформена е технически прецизно и е написана на много добър научен и технически български език.

5. Основни научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд. Приносите на дисертационния труд се отнасят до получаване и характеризиране на нови материали (композитни медни слоеве върху полимерна подложка), доказване на нови и получаване на потвърдителни факти свързани с кинетиката на безтоково отлагане на медни покрития.

Основните научни приноси на дисертационния труд, по мое мнение, могат да се резюмират конкретно и накратко:

1) Подбрани и оптимизирани са съставите на разтвор за активиране на полимерни подложки и трилонатен електролит за безтоково отлагане на медни покрития. Получени са данни за структурата, морфологията, микротвърдостта и вътрешните напрежения в отлаганите медни слоеве.

2) Получени са чрез безтоково отлагане композитни покрития с медна матрица и включени частици от диамант, борен нитрид и силициев карбид, нанесени върху гъвкава подложка от полиетилен терефталат (PET).

3) Установено е, че предварителната обработката на дисперсните частици с ПАВ (натриев лаурилсулфунат) дава възможност за включване в медния слой на частици със „среден“ размер (до 20/28), докато за „едрите“ (над 60/70) частици на дисперсоида е целесъобразно предварително им метализиране.

4) Получени са образци от абразивни инструменти чрез безтоково и електрохимично отлагане на медни слоеве с различни дисперсоиди върху гъвкава полимерна подложка (PET) и е направена оценка на техните полиращите свойства при повърхностна обработка на скални материали (варовик и мрамор). Показано е, че полиращия ефект на разработените полиращи дискове е близък до този на търговски дискове на водещи фирми за финашна обработка на скални материали.

6. Преценка в каква степен дисертационният труд е лично дело на дисертантката. От предоставените ми материали мога да направя заключение, че представеният дисертационен труд е лично дело на ас. М. Георгиева, като изследванията са проведени в ИФХ-БАН под ръководството на нейния научен ръководител доц. д-р М. Петрова, в сътрудничество и с помощта на проф. д-р Д. Стойчев. Познавам М. Георгиева като студентка в катедра „Неорганични и електрохимични производства“ на ХТМУ и съм убеден в нейната много добра подготовка по електрохимия и корозия на материалите, стремеж да усъвършенства подготовката си, добре развито чувство за отговорност в работата и способност да работи в екип.

7. Публикации по дисертационния труд. Резултатите от изследванията по дисертацията са обект на общо 9 публикации, в т. ч. 4 публикации в реферирани списания с ИФ (*Trans. Inst. Met. Finishing, Materiale Plastice* – 2 бр., *Compt. Rend. Acad. Sci. Bulg.*), 5 публикации - в национално списание без ИФ и в сборници от доклади (в пълен текст) на международни на научни конференции, както и 1 заявка за патент. Части от дисертационния труд са представени като 6 устни и 10 постерни доклада на общо 15 национални и международни научни конференции, в т.ч. – на 4 форума, проведени в Германия, Чешка Р., Р. Сръбска и Словения. По 3 публикации от дисертацията вече са забелязани общо 6 цитати, което е едно много добро постижение за дисертационен труд за образователна и научна степен „доктор“. Така, че по всички наукометрични показатели, дисертацията надхвърля значително изискванията за „доктор“ в Правилника за условията за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИФХ – БАН (чл. 5 (4)).

8. Приложение на резултатите от дисертационния труд. Резултатите от изследванията по дисертацията имат пряко отношение към практиката и по-специално – към повърхностната обработка на материалите. Тези резултати са много добра основа за технологични решения при разработване на абразивни инструменти за повърхностна обработка на скални материали. Данните за условията на безтоково отлагане на медни слоеве от трилонатен електролит, както и за структурата и повърхностната морфология на покритията са полезна информация за антикорозионната защита и други потенциални сфери на приложение на химично отложени медни покрития.

9. Критични бележки и препоръки за бъдещи изследвания. Като препоръки при бъдещи изследвания по проблеми свързани с тематиката на дисертационния труд, бих желал да обърна внимание на следното:

1) Считаю за целесъобразно да се разширят изследванията, особено във фундаментален аспект, върху механизма на включване на твърдите частици в химично и електрохимично отложените медни покрития, върху тяхното разпределение в обема на медната матрица, а така също върху възможностите за ефективен контрол на съдържанието на дисперсните частици в медното покритие.

2) Считаю така също за целесъобразно, с оглед изясняване на възможните сфери на приложение на безтоково отложени чисти медни покрития да се проведат изследвания и върху тяхната корозионната устойчивост, както и да се разширят изследванията за по-пълна оценка на техните механични и електрически свойства.

3) Настоячиво препоръчвам да се продължат и разширят изследванията в технологичен аспект, тъй като резултатите от изследванията в дисертационния труд са създали много добра база за успешни технологични решения за производство на абразивни инструменти с гъвкава основа за повърхностна обработка на твърди скални материали и ще бъде жалко да не се използват тези възможности от колектива на ИФХ-БАН извършил тези изследвания.

10. Преценка на автореферата. Авторефератът на дисертацията отразява коректно основните резултати и постижения на дисертационния труд.

11. Заключение. В заключение считам, че представената ми за рецензиране дисертация по обем, методично ниво, научни приноси и публикации в научната литература отговаря напълно на изискванията в Правилника за условията за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИФХ-БАН (т.5.4).

На базата на всичко изложено по-горе, като изхождам преди всичко от научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд, значението на получените резултати за разработването на съвременни абразивни инструменти за повърхностна обработка на масово използвани в практиката скални материали, отражението на тези резултати в научната литература, както и много добрата подготовка на докторантката в областта на електрохимия, изразявам своето **положително становище** и препоръчвам на членовете на Научното жури при ИФХ-БАН за провеждане на публичната защита на по-горния дисертационен труд да **гласуват положително** за присъждане на образователната и научна степен "доктор" на асистент инж. **Михаела Георгиева Георгиева**.

София, 16.06.2015 г.

проф. д-р. ...