

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „доктор”, Направление 4.2.Химически науки, Научна специалност „Електрохимия (вкл. химически източници на тока)”

Научна организация: Институт по физикохимия „Акад. Р. Каишев” - БАН
Автор на дисертационния труд: инж. **МАРТИН ЛЮБЕНОВ ГЕОРГИЕВ**,
Тема на дисертационния труд: “Електрохимично получаване и свойства на сплавни покрития на индий със злато и паладий”
Рецензент: РАЙЧО ГЕОРГИЕВ РАЙЧЕВ, професор, дхн, инж. (ИЕЕС- БАН)

1. Кратки биографични данни за кандидата. Мартин Георгиев е роден през 1988 г. в гр. Пирдоп. Завършил е висше образование в ХТМУ с бакалавърска степен по специалността „Металургия” през 2011 г. и магистърска степен със специализация „Металургия на цветните метали и сплави” през 2012 г. В периода 2013-2015 г. е редовен докторант в ИФХ, а през 2018 г. е назначен за химик в секция „Електрохимия и корозия”, където работи и понастоящем. Неговата научна работа е изцяло в областта на електрохимично отлагане на сплави на индия.

2. Актуалност на проблема. Развитието на високотехнологичните комуникационни системи, изчислителна техника, електроника, ракетостроене, самолетостроене и приборостроене поставят растящи изисквания към електрохимията за създаване на нови функционални и защитни покрития. Класическите еднокомпонентни галванични покрития обаче са изчерпали до голяма степен своите възможности и трудно могат да отговорят на новите високи изисквания за повърхностна модификация на материалите. В тази връзка, засиленият интерес на специалистите в областта на галванотехниката към получаване на сплавни покрития е стимулиран от богатите възможности, които тези системи предлагат с уникалните си функционални и защитни свойства. Получаването на такива покрития обаче е свързано с по-сложни по състав електролити и по-сложни технологии за отлагане и контрол на електролитите и свойствата на покритията, което изисква по-добро познаване на процесите за електрохимично сплавообразуване и отлагане на покрития, а така също налага фундаментален подход при изследване и оценка на свойствата им.

Не бих могъл да не отбележа, че специалистите по галванични покрития в ИФХ-БАН заемат традиционно едно достойно място в европейската наука в областта на електрохимично получаване и изследване на сплавни покрития. В потвърждение на това са значителния брой публикации в реномирани международни списания и успешно защитени дисертации от докторанти и научни сътрудници от Секция „Електрохимия и корозия”. Една добра илюстрация в това отношение е и настоящата дисертация, посветена на електрохимично получаване на покрития от сплави на индия.

2. Обща характеристика на дисертационния труд и познаване на състоянието на проблема от докторанта. Рецензираният дисертационен труд е едно полезно за практиката експериментално изследване върху подбора на подходящи електролити и електрохимичното отлагане на сплавни покрития от In-Au и In-Pd, изучаване на техния състав, структура и свойства. Бих желал да отбележа, че тези изследвания не са леки, тъй като приготвянето на стабилни електролити за отлагане на индий и негови сплави е свързано със значителни трудности, обусловени преди всичко от ниските стойности на рН (2,8) на хидратообразуване на $\text{In}(\text{OH})_3$.

Дисертацията е написана на 100 стр., съдържа 39 фигури и илюстрации, 16 таблици, цитирани са общо 218 литературни източници.

Литературния обзор на дисертацията е посветен на трите използвани в изследванията метали – индий, паладий и злато. Разгледани са специфични въпроси като комплексни съединения на тези метали, електролити за електрохимично отлагане на металите, както и преглед на известните в литературата данни за отлагане на индий и негови сплави. Разглежданият в тази част на дисертацията материал е систематизиран добре, изложен е сбито, а литературният преглед включва значителен брой (218) литературни източници, което показва, че докторантът е навлязъл достатъчно дълбоко в изследваната от него област и е запознат много добре със специализираната литература.

3. Методи на изследване и оценка на достоверността на материала. При изследванията са използвани комплекс от електрохимични и физични методики: циклична волтаперометрия – за изследване на влиянието на компонентите на електролита върху процеса на отлагане на сплавите покрития; галваностатичен метод – за отлагане на покритията; рентгенов флуорисцентен анализ – за определяне на състава и дебелината на покритията; рентгеноструктурен анализ – за определяне на фазовия състав на покритията; рентгенов микроанализ – за определяне на елементния състав на повърхността на покритията; сканираща електронна спектроскопия – за наблюдение на повърхностната морфология; наноиндентационна техника – за изследване на механични свойства на покритията, и т.н. Избраните методи са безспорно съвременни, разнообразни и добре съчетани за решаване на задачите на дисертационния труд. Особено удачно, по мое мнение, е прилагането на наноиндентационния метод за оценка на механичните свойства на слоевете, тъй като получаваните сплавни покрития в повечето случаи са доста тънки и този метод е единствено подходящ, при това с много добра статистическа обработка на резултатите (25 бр. измервания за всяка проба).

Тук ще отбележа и някои пропуски в дисертацията: **(а)** Докторантът не е дал информация каква е възпроизводимостта на важни измервани величини (напр. съдържание на индий в покритието, зависимостта на състава на покритието от плътността на тока, и т.н.); **(б)** Не е мотивиран избора на скоростта на разгъване на потенциала от 20 mV/s при волтаперометричните изследвания; **(в)** Не е даден вида на използваните аноди при отлагането на различните сплавни покрития; **(г)** Използваният цианиден електролит за отлагане на сплавни In-Au покрития съдържа добавка от глюкоза, която може да претърпи електрохимично окисление при електролизния процес, а получените продукти да влияят на катодния процес на отлагане на метал. Не е ясно от дисертацията дали анодното пространство на електрохимичната клетка за отлагане на сплавта е отделено от катодното отделение с подходяща диафрагма за да се предотврати влиянието на продуктите от окисление на глюкозата върху процеса на отлагане на сплавта. **(д)** Освен това в предоставения ми екземпляр от дисертацията липсват наукометричните данни от изследванията (те са представен в Автореферата).

4. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд. Приносите на дисертационния труд се отнасят до получаване на нови материали (сплавни покрития на Индий), получаване на нови и на потвърдителни факти.

По мое мнение, **основните научни и научно-приложни приноси** на дисертационния труд могат да се резюмират накратко, както следва:

1) Подбрани са цианиден и глицинов електролити за отлагане на сплавни покрития In-Au, както и алкален и слабо кисел амонячно-цитратни електролити за отлагане на сплавни покрития In-Pd в широк диапазон от състави. Предложен е ацетатно-цитратен електролит за отлагане на компактни покрития от сплав In-Au при сравнително постоянен състав (50-60 % In) в широки граници от токови плътности.

2) Получени са данни за елементния състав, фазовия състав и физико-механични свойства на сплавните покрития, отложени в различни електролити и плътности на тока. Установено е, че физико-механичните свойства (нано-индентационните твърдост и модул) намаляват с повишаване на съдържанието на индий в сплавта.

3) Наблюдавано е образуване на периодични пространствено-временни структури при отлагане на сплавни покрития In-Au и особено на In-Pd.

5. Преценка в каква степен дисертационният труд е лично дело на дисертанта. От предоставените ми материали стигам до извода, че дисертационният труд е в значителна степен лично дело на докторанта, като експерименталните изследванията и тълкуване на резултатите са проведени под ръководството на неговите научни ръководители доц. дхн. Цветина Доброволска и проф. дхн Иван Кръстев.

6. Публикации по дисертационния труд. Резултатите от изследванията по дисертационния труд са обект на общо 5 публикации: съавтор на глава „Electrodeposition of indium and indium alloys“ в научен сборник под реакцията на Mahmood Aliofkhaeaei (Iran), 3 публикации в реномирани международни списания (Trans. Inst. Met. Finish. - 2 бр. и Mater. and Technol.), както и 1 доклад публикуван в пълен текст в сборник на Американския институт по физика. Части на дисертационния труд са докладвани с 5 доклада на 4 международни научни форуми, проведени у нас и чужбина ((Швеция и Германия). Така, че по наукометрични показатели дисертацията отговаря на препоръчителните изисквания в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИФХ „Акад. Р. Каишев“-БАН - чл.5(4).

7. Приложение на резултатите от дисертационния труд. Резултатите от изследванията по дисертацията имат пряко отношение към практиката и по-специално – към галванотехниката. Тези резултати могат да бъдат добра основа за разработване на технологични решения за електрохимично отлагане на сплавни покрития In-Au и In-Pd. Данните за състава, структурата, повърхностната морфология и механичните свойства на покритията са полезна информация за практиката при избор на покритие.

8. Критични бележки и препоръки за бъдещи изследвания. Като бележки или по-скоро като препоръки при бъдещи изследвания по проблеми на дисертацията, бих желал да обърна внимание на следното:

1) Необходимо е да се разширят и задълбочат изследванията по отлагане на сплавта In-Au и In-P във фундаментален аспект, преди всичко в посока на кинетични изследвания и оценката на влиянието на различните фактори на електролита и условията на електролиза върху електрохимичните процеси на отлагане на сплавните покрития, с оглед оптимизиране на състава и устойчивостта на електролитите при продължителна работа и престой и т.н.

2) Считам така също за целесъобразно, изследванията да продължат и в научно-приложен аспект, в посока на оценка на корозионната устойчивост при различни условия на сплавните покрития, която е много важна тяхна характеристика и определя защитните им свойства като типични катодни покрития, оценка на техни трибологични свойства и др. . Необходимо е да се направи и подбор на подходящи конвенционални аноди (титанови, титанооксидни, графитови и др.) за технологични решения вместо използваните при изследванията в дисертацията платинови аноди.

3) Да се потърсят възможности за патентиране на някои оригинални електролити за отлагане на покритията (напр. амонячно-цитратен електролит за отлагане на In-Au).

9. Преценка на автореферата. Авторефератът отразява достатъчно пълно и коректно основните резултати на дисертационния труд.

10. Заключение. В заключение считам, че представеният ми за рецензиране дисертационен труд по обем на изследванията, научни и научно-приложни приноси и

наукометрични показатели отговаря на изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИФХ „Акад. Р. Каишев“-БАН.

На основание на всичко гореизложено, като изхождам преди всичко от научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд, значението на проведените изследвания и на получените резултати за разширяване на познанията ни по електрохимично отлагане на сплавни покрития, и по-специално - на индиеви сплави, изразявам своето **положително становище** по представения дисертационен труд и препоръчам на членовете на Научното жури при ИФХ-БАН да гласуват **положително за присъждане на образователната и научната степен “доктор”** по направление 4.2 „Химически науки“, научната специалност „Електрохимия (вкл. химически източници на тока)“, на **инж. Мартин Любенов Георгиев**.

София, 12.08.2019 г.

Рецензент:

/проф. дхн. Р. Райчев/