



University of Chemical Technology & Metallurgy

Department of Physics, Thin Films Technology Lab

1756 Sofia, 8 Kl.Ohridsky blvd., Tel. +359 2 81 63 447, Fax. +359 2 868 54 88

p.petkov@uctm.edu plamen.petkov@abv.bg

Институт по ФИЗИКОХИМИЯ при БАН

Вх. № 60
Дата: 27.03.23 г.

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурса за заемане на академичната длъжност **“Професор”** в област на висше образование **4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Електрохимия”,** в Институт по физикохимия “Акад. Ростислав Каишев” – БАН, обявен в ДВ бр. 99/13.12.2022 г.

Кандидат: доц. д-р Мария Христова Петрова-Николова

Рецензент: проф. д-р инж. Пламен Костадинов ПЕТКОВ, Департамент „ФИЗИКА“, Химикотехнологичен и Металургичен Университет

1. Данни за кандидатурата.

Представените по конкурса документи от кандидата съответстват на изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИФХ - БАН.

Кандидатът е представил пълен списък на научните си публикации –70 бр.: - статии във реферирани издания - 56 бр.; автореферат на докторска дисертация; три патента и 87. участия с постерни и устни доклади на научни форуми.

За участие в конкурса доц. Петрова е представил списък от общо 27 заглавия на публикации в реферирани български и чуждестранни научни издания, 12 доклада в пълен текст от международни конференции и 58 участия в научни форуми. Представени са и 6 на брой други документи (във вид на служебни бележки и удостоверения от работодател, ръководител на проект, финансираща организация или възложител на проект и други подходящи доказателства), подкрепящи постиженията на кандидата. Така приложените документи дават възможност за цялостна обективна оценка на научната, преподавателската и административната дейност на кандидата.

2. Данни за кандидата.

Мария Петрова е родена през 1963 г. в гр. София. През 1981 г. завършва с отличие средното си образование в 91 СЕУ „Проф. Константин Гълъбов“ и постъпва във Химикотехнологичен и Металургичен Университет, специалност „Електрохимия“. Висше образование завършва през 1986 г. със степен - магистър-инженер по електрохимия. На следващата година, след успешно издържан конкурс, постъпва като редовен докторант в ИФХ - БАН. През 1991 г. защитава блестящо дисертация на тема „Механизъм на електроекстракцията на цинк от сулфатни разтвори в присъствието на неорганични примеси и органични добавки“ и получава научната и образователна степен **“Доктор по химия”**. От 1993 е назначена на изборна длъжност - научен сътрудник III^{та} степен в секция “Електрохимични покрития”. В следващите четири години успешно се прокарва по професионалната стълбица до научен сътрудник I^{ва} степен.

В битността си на учен-изследовател д-р Петрова специализира в областта на приложната електрохимия в различни световни научни центрове: Университет Карлсруе, Университет Дортмунд, Институт по Микротехника - гр. Майнц, Германия, ТУ Виена, Институт по електрохимия, Австрия.

През 2004 г. д-р Петрова се хабилитира като доцент в секция „Електрохимия и корозия“ в ИФХ-БАН. Като следствие от изследователската активност и научните приноси, четири години по-късно кандидатът е Научен секретар на Института (2008-2012). По настоящем доц. Петрова е член на НС при ИФХ – БАН и на няколко отговорни комисии в състава на института.

3. Обща характеристика на научните трудове и постижения на кандидата

Научните интереси на кандидата са в областта на приложната Електрохимия, като доц. Петрова съсредоточава своите търсения върху авангардни материали и технологии за оптоелектрониката и сензориката, базирани на електрохимично получени метални, сплавни и модифицирани полимерни покрития.

Материалите по конкурса, напълно отговарят на минималните национални изисквания, които кандидатът надвишава повече от 2 пъти (в група „В“ – 100 т., в група „Г“ – 453 т., в група „Д“ – 874 т. и в група „Е“ – 640 т.). Общият брой независими цитати на тези статии е повече от 437, като индексът на Хирш (h-index) е 10. Разпределението на научните статии по квартали също е много добро и напълно покрива изискванията на ИФХ - БАН: - Q1 - 1 бр.; - Q2 - 17 бр.; - Q3 - 3 бр. Q4 - 4 бр.; SJR – 2 бр.; национални патенти – 3бр.

Експерименталните резултати на хабилитанта се дължат в не малка степен и на участието в национални и международни научно-изследователски проекти финансирани основно от МОН-ФНИ, като в 6 от тях тя е участник, а на 4 проекта е ръководител. При изпълнението на проектите доц. Петрова се проявява като талантлив експериментатор и несъмнено водещ специалист в областта, като това ми съждение е резултат от позицията на автора в рецензираните статии.

Представените от кандидата научни трудове не повтарят такива от предишни процедури, както за придобиване на АД „Доцент“, така и за придобиване на ОНС „Доктор“.

След като се запознах с представените за участие в конкурса научни публикации заявявам убедено, че няма доказано по законоустановения ред плагиатство, сигнали или предположения за това. В заключение научната продукция не само отговаря, но и **съществено** надхвърля минималните национални изисквания (по чл. 26, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответно на допълнителните изисквания на ИФХ - БАН за заемане на АД „Професор“ в научната област и професионално направление на конкурса.

4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата

Хабилитантът определено притежава преподавателски талант и достатъчен преподавателски опит. Независимо от спецификата на дейността в Б А Н, доц. Петрова разработва основен курс „Anorganische Chemie“ за нуждите на Факултета за германско инженерно обучение и промишлен мениджмънт при ТУ – София. От 1995 г. е хоноруван преподавател на немски език, а през 2011 г издава в съавторство и учебно помагало по приложна химия – „Chemie - Handbuch für Laborübungen“. За тези близо 30 години хабилитантът е пряко замесен в подготовката на повече от 500 инженери с двойни дипломи практически по немска образователна програма

Тази фактология ми дава основания да оценя педагогическата дейност на кандидата, като напълно релевантна за условията в И Ф Х - Б А Н.

5. Анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата.

Резултатите от изследванията имат определено научно-приложен характер и могат да се класифицират като получаване на нови данни и доказване на съществуващи хипотези с нови средства. Научната дейност на кандидата определено е фокусирана

върху създаване на авангардни материали и технологии на базата на електрохимично получени метални, сплавни и модифицирани полимерни покрития със защитни, декоративни и електрокаталитични свойства.

Основните научни приноси могат да се систематизират в две области:

- Изследване на процеса на електроекстракция на цинк от сулфатни електролити;
- Химично отлагане на метални покрития върху различни видове подложки.

Обект на анализ, обаче ще е само втората област, тъй като само тя попада в границите на конкурса. Хронологично тук бих отбелязал:

1. Химично отлагане на никел/фосфорни и медни дисперсни покрития върху твърди (неметални и метални) подложки.

1.1. Предварителна обработка на неметални подложки.

Изяснено е влиянието на предварителна обработка на неметални подложки (основно акрилонитрил бутадиен стирен - ABS) върху качествата на слоевете. На базата на голям брой експерименти е предложена технологична последователност – обезмасляване, байцване, химично отлагане. Критериите за ефективността на предварителната обработка са свойствата на последващите никел-фосфорни покрития, нанесени чрез процес на химично никелиране. Установено е, че обезмасляването в разтвор на повърхностно активното вещество (натриев лаурил сулфат - NaLS), осигурява по-равномерно последващо байцване на повърхността на диелектрика. От друга страна добавянето на NaLS и Pd(II) в разтвора за байцване води до увеличаване на степента на грапавост на ABS в сравнение с пробите, третираны в разтвор без тези добавки, до по-добра адхезия между отложеното метално покритие и субстрата, както и увеличаване на дебелината на Ni-P покритие. За допълнително нагряване на повърхността преди байцване се прилага „повърхностно набъбване“, като са изяснени технологичните параметри за постигане на оптимално качество на слоевете – състав, температура и време на третиране. Получени са химично отложени медни и никел-фосфорни покрития равномерни по цялата повърхност на полимерните образци без напуквания и с максимална адхезия.

1.2. Химично отлагане на дисперсни покрития с различни микро- и наночастици

1.2.1. Химично отлагане на никел/фосфорни дисперсни покрития

ABS подложка

Получени са дисперсни покрития базирани на два типа дисперсоиди: - микрочастици - SiC и диамант; - наночастици - SiO₂ и TiO₂. На получените дисперсни покрития е изследвана морфологията (SEM), съдържанието на дисперсни частици, включени в покритието (EDS) и специфично електрично съпротивление. За първи път безтоково са отложени от алкални електролити NiP - дисперсни покрития върху ABS - полимер с дисперсоид SiC. За получаване на по-тънки слоеве се налага замяна на микрочастиците с нано- такива. Изучено е влиянието на нанодисперсоиди от TiO₂ и SiO₂ с размери между 30nm и 60nm върху измененията на дебелината на NiP-дисперсни покрития, върху съдържанието на титан, респ. силиций в тези покрития и на тяхното специфично електрично съпротивление. Установено е, че продължителността на отлагане на дисперсното покритие не оказва влияние, както върху съдържанието на силиций в него, така и върху специфичното електрично съпротивление. Кинетиката на химичното отлагане на NiP-дисперсни покрития върху ABS е инвариантна по отношение природата на вграждащите се в покритието твърди наночастици стига да са с близки размери и заряд.

Метална подложка

Получавани са NiP- и дисперсно NiP-покритие с нанодисперсоиди от Al₂O₃, SiO₂, TiO₂ върху различни метални подложки (Al, Fe, Ti, Ni, Cu). Направено е сравнение на резултатите получени от безтоково и галванично отложени дисперсни нанопокрития.

Установено е, че качествено дисперсно покритие може да се получи без специално предварително активиране с паладиева сол, което е необходимо само при медните субстрати. Определени са оптималните условия на предварителна подготовка на различните метални подложки (Al, Fe, Ti, Ni). Кинетиката на процеса е лимитирана от добавката на наночастици в електролита за сметка на вида подложка.

Изяснени са причините за концентрационна дисперсия на наночастиците в покритието и е предложена нова генерация активиращ разтвор на базата на паладиев сулфат и комплексобразовател. Разработената технология е с приложение при производството на печатни платки и по-специално при отлагането на финалното двуслойно Ni/Au покритие върху откритите медни повърхности. Получени са NiP дисперсни покрития (от кисел електролит) с диамантени частици върху субстрат от стомана. Установено е, че най-висок процент включване на частици има при малките размери ($4\div 8\mu\text{m}$ и $10\div 20\mu\text{m}$), като тези покрития показват по-добра устойчивост на износване в сравнение с дисперсни покрития с по-големите размери частици. микротвърдостта на отложеното никелово покритие има максимална стойност, която е приблизително два пъти по-голяма в сравнение с никеловата матрица без дисперсоид.

1.2.2. Химично отлагане на медни дисперсни покрития върху ABS подложка.

Установен е оптималния състав на медния електролит по отношение концентрацията на NaOH, Trilon B, на два стабилизатора: стабилизатор 1 - от групата на органичните азотосъдържащи съединения и стабилизатор 2 - от групата на сяросъдържащи съединения. Патентован е състав на меден електролит осигуряващ постоянна скорост на отлагане с времето и позволяващ значително по-бързо нарастване на скоростта на отлагане с повишаване на концентрацията на HCHO и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Установено е, че химично отложените медни покрития имат много фина кристална структура, с области на кохерентно разсейване, които са с порядъци по-малки от матовите медни покрития електрохимично отложени от прост (некомплексен) сярно кисел електролит. За първи път по химичен начин са получени медни микродисперсни (с SiC и полиамид) и нанодисперсни покрития (с SiO_2) от алкални електролити върху ABS подложки. Получените дисперсни покрития се характеризират с четири до пет пъти по-висок коефициент на износване и на тази база са разработени технологии с приложението им в микромеханиката. При заменянето на SiC със SiO_2 с наноразмери ($30\text{nm} \div 60\text{nm}$) се наблюдава същата зависимост на дебелината на покритието/концентрация на SiO_2 , а именно с увеличаване на концентрацията на SiO_2 в електролита намалява дебелината на Cu-SiO₂- дисперсно покритие. Отложените Cu-SiO₂-дисперсни покрития са със значително по-голяма дебелина в сравнение с Cu-SiC-покрития при еднакви условия на получаването им. Установено е, че природата и големината на частиците на дисперсоида не оказват съществено влияние върху кинетиката на автокаталитичната редукция на мед (II) йоните върху повърхността на подложката.

1.3. Химично отлагане на покрития от екологосъобразни медни електролити

Предложени са нетоксични електролити, изключващи водород съдържащи съединения от типа на (HCHO, N_2H_4 и др.). В този случай ролята на редуктора се изпълнява от Sn^{2+} йони, които предварително се адсорбират върху повърхността на диелектрика в процеса на активиране. Предложен е директен метод – третиране в разтвор съдържащ: съответните метални йони (Cu^{2+}), комплексобразователи, рН-коректори, буферизиращи вещества и др. Определени са оптималните концентрации на разтворите за: обезмасляване, байцване, редуциране, преактивиране, активиране в колоиден разтвор – състав защитен от патент. Качествата на слоевете са релевантни на тези получени с класически електролит с редуктор формалдехид.

За първи път са получени качествени медни покрития върху матрица от нанопорест аноден алуминиев оксид (ААО) върху алуминиева подложка. Контактното отложение

меден слой на границата Al/AAO се използва за катализиране на химичното отлагане на медно покритие. Установени са оптималните състави и режими на работа на медния електролит и е установено, че при рН поголямо от 5 химичната мед се намира основно под формата на Cu_2O . Проведени са систематични изследвания върху свойствата и показателите на комбинирани Al-O-Ag покрития получени върху технически чист AA1050 алуминий. Предложен е цялостен модел описващ кинетиката на образуване на комплексни Al-O-Ag покрития и на взаимовръзката между приложените условия на нарастване и получените характеристики, свойства и морфологията на покритията.

2. Химично отлагане на никел/фосфорни и медни дисперсни покрития върху гъвкави подложки.

Включването на дисперсни частици в металната матрица върху гъвкави подложки води до получаването на ново поколение дисперсни материали, характеризиращи се с определени химични и физични свойства. По същество става дума отново за неметални подложки, но със съвсем различни от ABS характеристики. Оптимални резултати са върху подложка от полиетилентерефталат (гъвкав пресован текстил – PET. Разработена е технология за предварителна обработка на подложката преди отлагането на металните покрития, а също така са установени съставите и условията за химичното отлагане на медни и никелови метални покрития. Получени са нови данни за композитни покрития с включени различни видове и размери дисперсоиди: диамант, ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , αBN и cBN .

2.1. Химично отлагане на никел/фосфорни дисперсни покрития

Получени са NiP дисперсни покрития върху гъвкава подложка от PET с оптимизирани по състав и режим на работа електролити с различни видове дисперсоиди: диамант, SiC, ZrO_2 , BN (алфа и кубичен). Установена е стабилността на разтвора за химично никелиране при използването на различни стабилизатори, както и влиянието на определени повърхностно-активни вещества. Разработена и експериментирана е лабораторна технология, както за химично, така и електрохимично отлагане на дисперсни покрития на базата на никелова матрица с дисперсоид диамантени частички (с размери от $3/7\mu\text{m}$ до $225/300\mu\text{m}$). Проведени са комплексни изследвания и по отношение поведението на останалите дисперсоиди довели до съждението - дисперсните покрития са перспективни по отношение на възможността за използването им като абразивни инструменти за повърхностна обработка на твърди материали.

2.2. Химично отлагане на медни дисперсни покрития

Дисперсните медни покрития въпреки, че са малко използвани намират практическо приложение поради високата им топлопроводимост, висока устойчивост на електромиграция и ниско специфично съпротивление. С цел приложението им в различни области са получени и изследвани дисперсни покрития отложени върху гъвкави подложки с различни видове дисперсоиди: - наноразмерни - SiO_2 , Al_2O_3 и TiO_2 - микроразмерни - графит, SiC, диамант, hBN и cBN . За първи път са получени химични композитни Cu/D, Cu/BN и Cu/SiC покрития с широк диапазон на размери на дисперсоидите (от $3/7\mu\text{m}$ до $100/125\mu\text{m}$) от трилонатен електролит върху гъвкава подложка от полиетилен терефталат. Определени са най-подходящият хидродинамичен режим и обработка на дисперсните частици с подходящо повърхностно активно вещество (NaLS) позволяващи включване в медна матрица на дисперсни частици с размери до $20/28\mu\text{m}$. Проведени са изследвания, потвърждаващи възможността неметализирани и предварително метални зърна от cBN да се инкорпорират в медна матрица, отлагана върху PET. Предложени са дисперсни покрития с дисперсоид SiC (от $10/7\mu\text{m}$ до $75/63\mu\text{m}$), като материал за абразивен инструмент за шлифване. Разработени са и медни покрития върху тъкани и нетъкани гъвкави материали, с включени в тях наночастици (SiO_2 , Al_2O_3 и TiO_2), които са равномерни по дебелина,

полублестящи, преподаващи на платовете красив външен вид и могат да се използват като радиозащитни екрани срещу електромагнитни смущения, както и да намерят приложения в промишлеността, селското стопанство и бита.

6. Критични бележки и препоръки

Критични бележки нямам.

7. Лични впечатления за кандидата

Познавам доц. Петрова отдавна, като колега от съседен Институт на БАН. Разбира се срещали сме се по Конференции и научни журита. Не съм имал възможност за работа в общ изследователски проект, но в битността ми на член на ИС на ФНИ съм имал възможност да наблюдавам проекти, които тя ръководи или участва. Оставам с най-добри впечатления от представянето и.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След като се запознах с представените в конкурса материали и научни трудове и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, **потвърждавам**, че научните постижения отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му и съответния Правилник на ИФХ - БАН“ за заемане на академичната длъжност „Професор“ в научната област и професионално направление на конкурса. В частност кандидатът убедително надхвърля минималните национални изисквания в професионалното направление, като не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да предложи на компетентния орган по избора на Института по Физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“ при Българската Академия на Науките, да избере **доц. д-р инж. Мария Христова Петрова-Николова** да заеме академичната длъжност „Професор“ в професионално направление 4.2. „Химически науки“ (Електрохимия).

София, 21.03.2023 г.

Изготвил рецензията:
(проф. д