

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурса за заемане на академичната длъжност ПРОФЕСОР, обявен в ДВ № 99/13. 12.2022 от Институт по Физикохимия „Академик Ростислав Каишев“ при БАН, София (ИФХ-БАН) по професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Електрохимия“, за нуждите на секция „Електрохимия и корозия“

Рецензент: проф. д-н инж. Асен Гургинов, катедра “Физикохимия”, ХТМУ-София

Единствен кандидат в обявения конкурс е доц. д-р инж. Мария Христова Петрова-Николова от ИФХ-БАН, секция „Електрохимия и корозия“, която е представила всички необходими за участие в конкурса документи.

### ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ И КРАТКИ БИОГРАФИЧНИ ДАННИ ЗА КАНДИДАТА

През **1981** Мария Петрова завършва средното си образование в Немската езикова гимназия-София;

В периода **1981-1986** г-жа Петрова е редовен студент в Химикотехнологичния и Металургичен Университет - София, като се дипломира като магистър (инженер химик) по специалността „Електрохимия“;

**1987 – 1990** е редовен докторант в Института по Физикохимия - БАН и през **1991** защитава дисертационния си труд на тема “Механизъм на електроекстракция на цинк от сулфатни електролити в присъствие на неорганични примеси и органични добавки“, с което придобива образователната и научна степен „доктор“;

От **1990** година работи в ИФХ-БАН последователно като химик, научен сътрудник (III – I) степен;

През **2005** година д-р Петрова се хабилитира като „Доцент“, като в момента работи в секцията „Електрохимия и корозия“.

### ОПИСАНИЕ НА ПРЕДСТАВЕНИТЕ МАТЕРИАЛИ

В обявения конкурс доц. Петрова участва с **39** научни публикации, **5** от които са обобщени като хабилитационен труд.

Веднага трябва да се отбележи, че тези материали обхващат дейността ѝ след нейното хабилитиране като „Доцент“ (след 2005 година). В действителност общият брой на нейните научни публикации е **70** (дисертационен труд **7**, хабилитация за „Доцент“ **24**, в настоящия конкурс **39**).

Д-р Петрова има активно участие с устни и постерни доклади на международни и национални научни форуми: **87** (**16** преди хабилитацията, **71** след доцентурата). Доц. Петрова е научен ръководител на **един** успешно защитил редовен докторант.

Представени са също така нейните участия в **6** национални и **2** международни научно/образователни проекти. Доц. Петрова е ръководила **4** национални проекта и е привлякла финансови средства от ръководени от нея **5** проекта.

От 1995 г до момента тя е хоноруван преподавател в ТУ-София, където води лекции и упражнения по химия на немски език. Съавтор е на учебно пособие „Химия“ (на немски език). За своята преподавателска дейност тя винаги е получавала много добри оценки както от студентите, така и от колегите в катедрата.

В приложената таблица са систематизирани и оценени материалите, с които доц. Мария Петрова участва в конкурса за заемането на академичната длъжност „Професор“ в съответствие с действащия правилник на ИФХ-БАН.

Група показатели	№	Показател	Брой точки	Минимални изисквания „Професор“	Събрани точки	Коментар
А	1	Дисертационен труд „доктор“	50	<b>50</b>	<b>50</b>	
В	4	Хабилитационен труд - <b>5</b> публикации	$5Q_2 = 5 \times 20 = 100$	<b>100</b>	<b>100</b>	Точките са събрани само от публикациите отпечатани след хабилитацията „доцент“
Г	7	<b>29</b> научни публикации в Scopus: 22 в т. Г + 5 в т. В и две са без SJR и без IF	$1Q_1 = 1 \times 25 = 25$ $12Q_2 = 12 \times 20 = 240$ $3Q_3 = 3 \times 15 = 45$ $4Q_4 = 4 \times 12 = 48$ $2SJR \text{ без } IF = 2 \times 10 = 20$ $3 \text{ патента } \times 25 = 75$	<b>220</b>	<b>453</b>	Точките са изчислени само от публикациите отпечатани след хабилитацията „доцент“
Д	11	Цитати на <b>35</b> труда в научни издания ( <i>Web of Science</i> и <i>Scopus</i> )	437 x 2 точки/цитат	<b>120</b>	<b>874</b>	Точките са събрани от цитатите на всички публикации на д-р Петрова, но които не са използвани при хабилитацията за доцент
Е	13	Успешно защитил докторант	50		<b>50</b>	Точките са изчислени само от участие в проекти след хабилитацията „доцент“
	14	Участие в <b>6</b> национални научно/образователни проекта	x 10 точки/проект		<b>60</b>	
	15	Участие в <b>2</b> международни научно/образователни проекта	x 20 точки/проект		<b>40</b>	
	16	Ръководство на <b>4</b> национални научно/образователни проекти	x 20 точки/проект		<b>80</b>	
	18	Привлечени средства по <b>5</b> проекта	x 1 точка/5000 лв.		<b>170</b>	
	20	<b>едно</b> учебно пособие	20/н		<b>10</b>	
				<b>640</b>	<b>1887</b>	

Като цяло научните трудове на доц. Петрова са публикувани в реномирани международни и специализирани български научни списания.

- В хабилитационния труд (показатели от група В) са включени общо **пет** публикации: **две** в *Materiale Plactice* ( $Q_2$ ), **две** в *Transactions of the IMF* ( $Q_2$ ) и **една** в *Archives of Metallurgy and Materials* ( $Q_2$ ).
- Научните публикации извън хабилитационния труд (показатели от група Г) са отпечатани в реферирани и индексирани в *Web of Science* и *Scopus* издания като „*Transactions of the IMF*“, „*Galvanotechnik*“, „*Journal of the Electrochemical Society*“, „*Journal of International Scientific Publication: Materials, Methods & Technologies*“, „*Bulgarian Chemical Communications*“, „*Compt. rend. Acad. bulg. Sci.*“.

Литературната осведоменост на доц. Петрова не буди съмнение. Голямата част от цитираните в нейните работи литературни източници са публикувани в последните години. Предвид сложността на изследваните системи и на многобройните използвани методи д-р Петрова работи с различни български и чуждестранни колеги. Няма никакво съмнение обаче, че в цялата представена научна продукция, доц. д-р Петрова е основен изследовател.

## **ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НАУЧНО-ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА И НАУЧНО-ПРИЛОЖНАТА ДЕЙНОСТ НА КАНДИДАТА**

Рецензираните научните трудове (39 бр., от които 29 бр. в Scopus ) се отнасят до един от основните раздели на материалознанието свързан с разработката на технологии за създаването на авангардни материали чрез химично и електрохимично формиране на метални, сплавни и модифицирани покрития върху различни видове диелектрици, в това число и върху 3D-принтирани материали. Формирани са различни функционални покрития с непосредствено практическо приложение. Както вече беше отбелязано, резултатите от проведените изследвания са публикувани предимно в специализирани списания, както и в пълен текст на сборници с доклади на симпозиуми, конгреси и конференции с българско и чуждестранно участие. Доц. Петрова е съавтор на едно учебно ръководство и 3 патента.

### **ОСНОВНИ НАУЧНИ И НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ**

#### **ХАБИЛИТАЦИОНЕН ТРУД**

Включването на дисперсни частици в химично отлаганите върху гъвкави подложки метални слоеве дава възможност за обединяване на свойствата на металите (якост, пластичност, еластичност, електро и топлопроводност и др.) с тези на неметалите (твърдост, химична и термоустойчивост и др.).

Систематично са изследвани медни покрития отложени върху гъвкави подложки при внедряване на различна по природа дисперсна фаза: диамант и борен нитрид. Най-добри резултати са получени върху подложките от полиетилентерефталат (PET), което дава възможност да бъдат използвани детайли с различни форми (влакна, листове и др.). За първи път химично са формирани медни покрития в широк диапазон (от 3/7  $\mu\text{m}$  до 100/125  $\mu\text{m}$ ) размери на дисперсната фаза от диамант и борен нитрид. Определен е оптималният хидродинамичен режим, както и процедурите за обработка на дисперсните частици. Покритията са подробно охарактеризирани като е показана възможността за инкорпориране на борен нитрид и в друг тип матрици (метални, керамични, полимерни).

Разработена е технология за химично отлагане на дисперсни покрития с диамантни частички (от 3/7  $\mu\text{m}$  до 225/300  $\mu\text{m}$ ) и в никелова матрица. Изследвано е влиянието на основните технологични параметри (рН на разтвора, температура, хидродинамика и времетраене, количество на включените частици) върху дебелината и свойствата на покритията. Изработени са опитни образци от абразивни инструменти.

#### **НАУЧНИ ТРУДОВЕ ИЗВЪН ХАБИЛИТАЦИОННИЯ ТРУД**

### **1. ХИМИЧНО ОТЛАГАНЕ НА НИКЕЛ/ФОСФОРНИ И МЕДНИ ДИСПЕРСНИ ПОКРИТИЯ ВЪРХУ ТВЪРДИ (НЕМЕТАЛНИ И МЕТАЛНИ) ПОДЛОЖКИ**

#### ***Предварителна обработка на неметални подложки***

Известно е, че неметалните (диелектрични) подложки не притежават собствено каталитично действие, което изисква преди тяхното метализиране да преминат през предварителна повърхностна обработка. В нея едни от основните операции са обезмасляването и байцването.

Проведени са систематични изследвания на различни състави на разтворите и режими на работа на обезмасляване и байцване на подложки от акрилонитрил-бутадиен-стирен (ABS) при формирането на никел-фосфорни покрития. Промените в повърхностната

морфология са оценени с подходящи инструментални методи. Изследвано е влиянието на различни добавки върху дебелината и адхезията на покритията.

За подобряване на ефекта на повърхностните обработки са проведени задълбочени изследвания и на една допълнителна операция означена като „набъбване“, с която се повишава повърхностната грапавост. Експериментите са проведени с три органични разтворителя (толуол, ксилол и ацетон), при различни температури и времена на обработка. Установено е, че в резултат на тази обработка върху подложката се отлагат равномерни покрития с много добра адхезия.

#### *Химично отлагане на дисперсни покрития с различни микро- и наночастици*

Проведени са систематични изследвания за отлагане на никел/фосфорни и медни дисперсни покрития с различни микро- и нано-частици върху неметални и метални подложки.

##### *Никел/фосфорни дисперсни покрития*

- Химичното отлагане на тези покрития върху подложки от акрилонитрил-бутадиен-стирен (ABS) е провеждано чрез последователното обезмасляване и байцване, активиране, акселериране и химично метализиране. С конструирана и изработена в ТУ - София апаратура е изследвано влиянието на съдържанието на нано частици от  $TiO_2$  и  $SiO_2$  (30 – 60 nm) върху електричното съпротивление на покритията. Изучена е също така корозионната устойчивост и микротвърдостта на покрития съдържащи диамантни частици (14 – 20  $\mu m$ ). Изследвано е влиянието на рН на електролита върху състава, дебелината и микротвърдостта на покритията.

- Никел/фосфорни покрития са формирани върху различни метални подложки (Al, Fe, Ti, Ni, Cu). Приложени са оригинални методи за химично метализиране. Определени са оптималните условия за предварителната подготовка на различните метални подложки, които осигуряват получаването на качествени покрития.

- Специално внимание е обърнато на формирането на никел/фосфорни покрития върху медни подложки с оглед тяхното широко приложение в производството на печатни платки. Детайлно е изучено предварително активиране с паладиева сол, като нов иновативен активиращ разтвор, в който се формират покрития с повишена микротвърдост.

##### *Медни дисперсни покрития*

Изучен е механизма на отлагане на медни дисперсни покрития върху подложки от акрилонитрил-бутадиен-стирен (ABS). Определен е оптималния състав на медния електролит, осигуряващ постоянна скорост на отлагането. Изследвана е структурата и на формираните медни покрития.

#### *Медни покрития от електролити с ниско рН, не съдържащи формалдехид*

Отлагането на мед върху диелектрици е типичен процес на редукция на металните йони върху каталитично активна повърхност. Използваните в работните електролити класически редуктори (водород-съдържащи съединения) са силно токсични. Това налага провеждането на изследвания за създаването на нови (екологосъобразни) разтвори, не-съдържащи токсични редуктори. Проведени са експерименти с редуктор  $Sn^{2+}$  йони, които предварително са адсорбирани върху повърхността на диелектрика.

Изследвани са разтвори за отлагане при вариране на концентрацията на медните йони, рН, температурата и времето на отлагане. Чрез прилагане на съвременни експериментални методи е определен химичния състав, дебелината и морфологията на формираните покрития.

Проведени са експерименти за химично отлагане на мед и върху частици от  $ZrW_2O_8$ , подходящи за създаването на функционални метало-керамични композити.

Заслужава да се отбележи, че разработването на нови иновативни екологосъобразни електролити е важна стъпка към намирането на комбиниран подход за химичното и евентуалното последващо електрохимично отлагане.

#### *Химично отлагане на покрития върху 3D-принтирани подложки*

В последните години триизмерния печат намира все по широко приложение в различни производствени сектори. Чрез 3D-принтирането, от полимерите могат да се изработват детайли с най-различни форми, които могат да бъдат покрити с подходящи метални слоеве.

- Изследвани и са сравнени свойствата на метализирани 3D принтирани образци от акрилонитрил-бутадиен-стирен (ABS) получени по различни технологични режими. Синтезирани са покрития в четири различни медни и никелови електролита, съдържащи и съответно не съдържащи редуктори. Формираните покрития са детайлно охарактеризирани: морфология, структура, елементен състав, повърхностна грапавост и адхезия към полимерната подложка.
- Систематично са изучени метализирани 3D принтирани образци от полилактат (PLA). Съставена е подробна технологична схема за операциите и оптималните стойности на параметрите, при които се получават възпроизводими и качествени никел/фосфорни покрития.

## **2. ХИМИЧНО ОТЛАГАНЕ НА НИКЕЛ/ФОСФОРНИ И МЕДНИ ДИСПЕРСНИ ПОКРИТИЯ ВЪРХУ ГЪВКАВИ ПОДЛОЖКИ**

Създадена е технология за формиране на метални покрития върху гъвкави подложки от полиетилентерефталат (PET). Строго са дефинирани условията за предварителна обработка, електролитните състави и всички параметри на химичното отлагане на медни и никел/фосфорни покрития. Получените метални композитни покрития с различни по природа и размери частици на дисперсната фаза са демонстрирали повишена износостойчивост и микротвърдост.

#### *Никел/фосфорни дисперсни покрития*

Подробно е изучено влиянието на температурата, присъствието на стабилизатори и повърхностно активни вещества върху характеристиките на формираните покрития. Убедително е показано, че този тип дисперсни покрития са особено перспективни за изработката на абразивни инструменти, алтернатива на тези на основата на твърд хром.

#### *Медни дисперсни покрития*

Изследвани са различни по състав разтвори за химично помедняване на гъвкав субстрат от полиетилентерефталат (PET). Създадена е технология за получаване на нано-дисперсни медни покрития с различни нано-размерни ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{TiO}_2$ ) и микро-размерни (графит, SiC) частици върху подложки от тъкан и нетъкан текстил. Строго са определени условията за получаването на възпроизводими и с равномерна дебелина слоеве. В лабораторни условия върху различни материали е изследван техния полиращ ефект. Резултатите ясно са показали, че тези покрития са подходящи за най-различни приложения в промишлеността, селското стопанство и бита.

## **3. ФОРМИРАНЕ НА АНОДНИ ОКСИДНИ ФИЛМИ ВЪРХУ АЛУМИНИЙ**

Електрохимично са формиращи алуминиеви анодни оксиди (ААО) върху АА1050 алуминиева сплав. Чрез АС-поляризация в порите на оксидната матрица е инкорпорирано сребро. Получените (ААО/Ag)-слоеве са охарактеризирани с различни инструментални методи (SEM, AFM, EDX, XPS и нано-индентирание). Създаден е модел описващ механизма

на тяхното образуване и връзката на техните характеристики с условията на тяхното формиране. Тези слоеве намират широко приложение като иновативни функционални покрития.

*Заслужава да се отбележи, че при всички провеждани от доц. Петрова изследвания са използвани различни експериментални техники, голям брой методи и разумни изчислителни процедури, което е гаранция за високата достоверност на получените резултати.*

#### **ОТРАЖЕНИЕ НА ПУБЛИКАЦИИТЕ НА КАНДИДАТА В БЪЛГАРСКАТА И ЧУЖДЕСТРАННАТА ЛИТЕРАТУРА**

Върху 37 от всички трудове на доц. Петрова са забелязани 489 цитата. От тях 53 са били използвани в конкурса за „Доцент“. В този смисъл, в настоящия конкурс за „Професор“ следва да се отчетат 437 от тях (върху 35 труда).

Заслужава да се отбележи, че някои от тези статии са многократно цитирани в международната специализирана литература, като за илюстрация ще представя само един например. Публикацията на д-р Петрова:

Ivanov I., Stefanov Y., Noncheva Z., Petrova M., Dobrev Ts., Mirkova L., Vermeersch R., Demaerel J.P., “Insoluble anodes used in hydrometallurgy Part I. Corrosion resistance of lead and lead alloy anodes”, *Hydrometallurgy*, 57 (2), (2000), 109-124

след нейната хабилитация е цитирана над 113 пъти.

Необходимо е да се отбележи, че в много от цитатите, резултатите получени от доц. Петрова са коментирани. Това показва, че публикациите на д-р Петрова представляват безспорен принос в изследваната област.

#### **КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ И ПРЕПОРЪКИ КЪМ НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ НА КАНДИДАТА**

Към представените материали по същество нямам забележки. Бих искал да отправя една препоръка към кандидатката: Считаю, че колежката доц. Петрова има необходимите теоретични знания и опит да обобщи получените съществени резултати в обзорна статия (или глава в монографично издание). В нея могат да бъдат представени както механизмите, така и комплексното описание на процесите при химичното метализиране на детайли от различни материали.

#### **ЛИЧНИ ВПЕЧАТЛЕНИЯ НА РЕЦЕНЗИЯТА ЗА КАНДИДАТА**

За съжаление, нямам непосредствени впечатления от научната дейност на доц. д-р инж. Мария Петрова. Запознаването ми с представените материали, обаче, ме убеждава, че тя е ерудиран изследовател с широк спектър от интереси и висока компетентност в областта на разработката на технологии за създаването на авангардни материали чрез химично формиране на метални, сплавни и модифицирани покрития. През годините д-р Петрова отлично е представяла резултатите от проведените изследвания в голям брой престижни издания и специализирани научни форуми. Тя е желан и търсен партньор за участие в международни и национални научно-изследователски проекти. Доц. Петрова се ползва с висок авторитет в чуждестранната и българска физикохимична и електрохимична колегия, което я определя и като един от много добрите учени в ИФХ-БАН.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимо е да се отбележи, че проблематиката, в която са постигнати основните научни и научно-приложни резултати от доц. д-р Петрова е както много **актуална**, така и много **важна**. Тя е актуална, защото е тясно свързана с технологиите за отлагане на метални покрития върху различни повърхности за нуждите на широк кръг отрасли на индустрията. Тя е и важна, защото открива много възможности за фундаментални изследвания в областта на физикохимията и електрохимията. Доц. Петрова е направила задълбочен анализ на редица проблеми в изследваната област и се е насочила систематично към решаването им.

Научно-изследователската дейност на д-р Петрова напълно отговаря на тематичните приоритети на ИФХ-БАН, свързани със създаването и изследването на нови материали.

Научните приноси на доц. Петрова, както вече беше отбелязано са съществени и са получили широка международна оценка. Резултатите са постигнати чрез значителни по обем комплексни изследвания проведени на високо ниво върху сложни системи и явления. Нейните наукометрични показатели са изключително добри, което е ясен критерий за нивото на проведените изследвания и получените резултати.

Предвид гореизложеното, в мен не остава съмнение, че пред нас е успешното дело на един напълно оформен и задълбочен учен. Нейната научна дейност, международните прояви, приносите, научните показатели (импакт-фактор, цитируемост) и компетентност напълно отговарят на изискванията на Правилника на ИФХ-БАН за заемане на академичната длъжност „Професор“.

Ето защо, убедено си позволявам да препоръчам на Почитаемото научно жури да предложи на Научния съвет на ИФХ-БАН да даде на **доц. д-р инж. Мария Христова Петрова-Николова** академичната длъжност **ПРОФЕСОР** по професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Физикохимия“ (01.05.05).

София, 18.04.2023

Рецензент:

