

РЕЦЕНЗИЯ

По конкурса за **ДОЦЕНТ** по Химически науки (шифър 4.2), Научна специалност Електрохимия (вкл. Химични източници на ток)

Обявен в ДВ брой 62 от 27.07.2021 г.

С кандидат **гл. асистент д-р Нели Димитрова Божкова**

Рецензент: проф. дхн Асен Ангелов Гиргинов

1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата

Главен асистент д-р Божкова през **1992** г. завършва средното си образование в Техникум по химическа промишленост и биотехнологии „Проф. А. Златаров“, София, по специалността „Технология на органичните и неорганични вещества“.

В **1997** година се дипломира като Магистър в Химическия факултет на СУ „Климент Охридски“ по специалност „Химия“ и с квалификация „Химик. Учител по химия и химична технология“.

В периода **2003 – 2008** г. работи като химик в секцията „Електрохимия и корозия“, при Института по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“ (ИФХ) - БАН

От **2015** г. е докторант в същата секция.

През **2017** година получава образователната и научна степен „доктор“ по научната специалност Електрохимия (вкл. Химични източници на ток).

От **2017** г. до момента работи последователно като асистент, главен асистент в секция „Електрохимия и корозия“, ИФХ-БАН.

В периода **2016 – 2020** г. д-р Божкова е била хоноруван преподавател в катедра „Химия“ на Техническият Университет – София.

2. Описание на представените материали

2.1. Научни трудове и презентации

В обявения конкурс д-р Божкова участва с научна продукция от 41 заглавия:

37 научни публикации и 4 глави в монографични издания, от които 14 са реферирани и индексирани в световно известни база данни с научна информация;

48 доклада и презентации на научни конференции, от които 25 на международни и 23 на национални;

Автореферат на дисертация „*Цинкови композитни покрития с вградени полимерни частици – получаване и защитна способност*“, за която е получила образователната и научна степен “доктор”.

Монография „*Сплави и композити на цинка, повишаващи защитните и антикорозионни характеристики на нисковъглеродна стомана*“ (ISBN 978-619-245-154-7);

Патент „*Антикорозионни хибридни галванични цинкови покрития, съдържащи нанодисперсни частици полианилин, състав на електролит и метод на електроотлагане на покритията*“ (№ 67266 В1, 15.03.2021).

2.2 Участие в научни проекти

Д-р Божкова има активно участие в изпълнението на 14 научно-изследователски проекта, като на един от тях е ръководител („*Иновативни екологосъобразни защитни системи срещу корозия на конструкционни материали на метална основа*“, ФНИ КП-06-Н37/16 2019-2022.). В другите проекта възложени съответно от ФНИ-МОН, Национален иновационен фонд, Различни оперативни програми, Двустранно сътрудничество, Външни организации, Научен план на БАН, гл. ас. Божкова също е взела активно участие.

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

Като цяло научно-изследователската дейност на д-р Божкова е хомогенна. Основните интереси на нейните изследвания са в областта на електрохимията, електроотлагането на метали и сплави, защитната способност на галванични покрития, нано-композитни и хибридни покрития, корозионни процеси и корозионна устойчивост, инхибитори, охарактеризиране на материалите и защита от корозия. Основното направление в нейните научни интереси е създаването на нови галванични, композитни, конверсионни и многослойни цинкови покрития за корозионна защита на нисковъглеродна стомана.

4. Основни научни и научно-приложни приноси

Анализът на представените материали дава възможност да бъдат систематизирани основните научни и научно-приложни приноси:

4.1. Цинкови и цинкови сплавни галванични и композитни (хибридни) покрития с вградени полимерни нано-частици

Оптимизирани са условията на електроотлагане (състав на електролита, рН, плътност на тока, температура) на покрития от Zn и негови двойни сплави Zn/Mn и Zn/Co. Корозионното поведение на тези цинкови и цинкови сплавни галванични покрития е изследвано в моделна корозионна среда (5% NaCl), чрез определяне на поляризационното съпротивление, снемане на потенциодинамични (поляризационни) и електрохимични импедансни зависимости. Установено е (рентгеноструктурен анализ, рентгенова фотоелектронна спектроскопия), че покритията върху двойните цинкови сплави притежават повишени защитни свойства в сравнение с тези от чист цинк. В зависимост от сплавния компонент (Mn или Co) покритията имат различен декоративен вид, съответно матов и блестящ. На основа на тези три базови покрития са разработени цинкови и цинкови сплавни композитни (хибридни) слоеве и системи с инкорпорирани полимерни наночастици (ПЧ).

Електрохимично са формирани цинкови и цинкови сплавни композитни покрития при използване на четири вида полимерни частици (ПЧ). След тяхната стабилизация, чрез трансмисионна и сканираща електронна микроскопия е определена тяхната големина и форма. Корозионните изпитвания са показали, че композитните покрития определено демонстрират повишена корозионна устойчивост. Установено е, че в присъствие на ПЧ в хибридните покрития се формират смесени филми (идентифицирани чрез XRD, XPS и AFM). Тези филми са устойчиви в моделната корозионна среда и тяхното присъствие има за резултат трансформацията на локалната корозия (характерна за галваничния цинк в тази среда) в обща. Изучено и анализирано е влиянието на наличието на ПЧ и в цинковите (Zn/Mn и Zn/Co) сплавни покрития.

4.2. Цинкови композитни покрития, съдържащи наноконтейнери с инхибитор на корозия

Формирани са цинкови хибридни покрития, съдържащи вградени полимерни наноконтейнери с ядра от различни субстанции (хематит, каолинит и ZnO) при използване на два вида инхибитори (бензотриазол и сафранин). Изследванията са показали, че поради чувствителността на полимерната обвивка от рН, в даден момент от корозионния процес тя се разкъсва, инхибиторът се освобождава и скоростта на корозията се забавя в зоната около нано-контейнерите. Електрохимичните характеристики на този тип покрития са изследвани чрез методите PDP, Rp и EIS. Получените резултати са показали ясно, че в моделната среда тези композитни покрития (след 30-дневен период на експозиция) демонстрират подобрени корозионни характеристики. Получените чрез електрохимичните методи резултати са

допълнително потвърдени чрез XRD и XPS изследвания. Установено е, че подобрената защитна способност на този тип покрития в голяма степен са дължи на образувалите се корозионни продукти.

4.3. Композитни покрития с вградени частици от неорганични (ZnO, CuO) и органични (полианилин) частици, както и такива от модифицирани въглеродни сфери и въглеродни нано-тръбички

- Предварителните изследвания на цинкови хибридни покрития с вградени полимерно модифицирани частици от ZnO и CuO са показали обнадеждаващи резултати по отношение на тяхната защита от корозия. Композитните покрития с полимерно модифицираните ZnO частици са вградени директно в покритието. От своя страна, цинковите хибридни покрития с вградени полимерно модифицирани частици от CuO са особено перспективни за приложение в условия на биокорозия.

- Систематично се изучени цинкови хибридни покрития с вградени частици от полианилин (PANI). Известно е, че полианилинът е добър инхибитор на корозия, което се дължи на активната му адсорбция върху металните повърхности. В този смисъл, целта на проведените изследвания е директното използване на неговите инхибиторни свойства за защита срещу корозия в среди, съдържащи хлорни йони. Частиците от PANI са инкорпорирани в покритията чрез окислителна полимеризация в присъствието на стабилизатори (поливинил-пиролонидон или колоиден SiO₂). Чрез XRD и XPS е установен състава на формирания слой от корозионни продукти, в който частиците от PANI проявяват своето инхибиращо действие. Изследванията са показали, че наличието на (PANI)-частиците определено повлиява катодното и анодно поведение на покритията. В катодната зона се наблюдава силна деполяризация, а в анодната се регистрира забавяне на корозионния процес в сравнение с този при цинка.

- Синтезирани са цинкови хибридни покрития с вградени полимерно модифицирани въглеродни сфери и въглеродни нано-тръбички. Детайлно са описани условията за приготвяне на стабилна суспензия на частици от въглеродни сфери за електроотлагане върху образци от нисковъглеродна стомана. След стабилизиране на суспензията частиците са вградени в цинковото покритие чрез съвместна поляризация. Влиянието на въглеродните сфери върху катодните и анодните процеси са оценени чрез циклични волт-амперометрични изследвания. Проведените PDP, Rp и EIS измервания в моделната корозионна среда категорично са потвърдили по-високата защитна способност на покритията в сравнение с тези от чист цинк.

Електрохимично синтезираните композитни покрития с вградени въглеродни нано-тръбички са показали и много добри декоративни, физико-механични свойства, както и повишена корозионна устойчивост и в други среди (0.5M Na₂SO₄ и 0.5M H₃BO₃). С помощта на SEM е изследвана тяхната повърхностна морфология. Представени са перспективите за тяхното практическо приложение.

4.4. Инхибитори на корозия

Синтезирани са азот-съдържащи хетероциклични ди-катионни съединения с цел евентуалното им използване като инхибитори в хибридните цинкови галванични покрития. Тези съединения са охарактеризирани чрез ЯМР спектроскопия. Изследването на техното инхибиторно действие срещу корозията на стомана и поцинкована стомана е проведено чрез електрохимични методи. Получените резултати от продължителна експозиция (70 дни) в моделната среда (5% NaCl) са показали, че тези съединения проявяват добре изразено защитно действие срещу корозията на нисколегираната стомана. Това ги представя като

перспективни за бъдещо приложение като инхибитори в различни хибридни цинкови галванични покрития.

4.5. Конверсионни повърхностни пасивни филми

В същата моделна корозионна среда (5% NaCl) е оценявана защитната способност на различни видове хроматни пасивиращи филми (на основата на конверсионни разтвори, съдържащи съединения на Cr^{3+}) върху покрития от галваничен и композитен цинк. Аналогични изследвания са проведени също така и върху конверсионни филми на сплавни (Zn/Mn и Zn/Co) цинкови покрития. Установено е, че в зависимост от условията могат да бъдат получени конверсионни филми с различен цвят (прозрачен, сиво-черен и светлозелен). Корозионните свойства (в среди от 3% и 5% NaCl) на този тип покрития са оценени с класически методи (PDP, Rp, EIS, камера „Соленя мъгла“ и др.). Повърхностната морфология на покритията е определена с помощта на SEM, а чрез XPS и XRD са идентифицирани съединенията, които присъстват в смесения слой. Този слой в определена степен запълва порите на филма, като така се възпрепятства проникването на корозионната среда. Така формираните бариерни слоеве инхибират корозионните процеси.

4.6. Защитни покрития на основа зол/гел-технология

Проведени са систематични изследвания върху получаване на многослойни системи на основа на зол/гел покрития съдържащи ZrO_2 и TiO_2 върху образци от нисковъглеродна стомана. Използваният циркониев прекурсор е с постоянен състав, докато разтворът от TiO_2 е модифициран с два типа полимери. Установено е, че тези полимери повишават защитните свойства на покритията в условия на външна поляризация в сравнение с немодифицирания титанов слой. Подробни изследвания са проведени и върху многослойни системи, съставени от същите изходни компоненти (ZrO_2 и TiO_2), реализирани в различни варианти (съотношения). Защитната способност на така формираните покрития е изследвана в същата корозионна среда (5% NaCl). Покритията са показали добра корозионна устойчивост (PDP-метод). Освен това, са анализирани фазовият състав (XRD, EDX и XPS), повърхностната морфология (SEM и AFM), както е оценена и тяхната хидрофобност (измерване на контактния ъгъл). Като резултат са получени аморфни и плътни покрития, които ясно демонстрират повишена корозионна устойчивост на нисковъглеродната стомана в среда, съдържаща хлорни йони. В заключение, заслужава да се отбележи, че получените по този метод многослойни покрития са много перспективни за повишаването на корозионна устойчивост на нисковъглеродните стомани в този тип корозионни среди.

4.7. Други статии

- Проведени са изследвания и корозионен мониторинг на аустенитни и нисковъглеродни стомани, използвани в съоръженията на АЕЦ „Козлодуй“ в моделни среди, характерни за топлообменниците на централата. Анализирани са корозионните продукти, формиращи по вътрешните стени на топлообменниците. Установено е благоприятното влияние на моно-етанол-амина в качеството на смесен инхибитор.
- Създадени са апаратура и методика за получаване на метални и оксидни наночастици, както и за регулиране на техните размери. Съоръжението позволява ефективен контрол на различните параметри, свързани със зараждането и растежа на наночастиците.

Използваните експериментални техники, големият брой аналитични методи и разумните изчислителни процедури са гаранция за високата достоверност на получаваните резултати.

Специално внимание бих искал да обърна на представената от д-р Божкова и приета за печат монография *“Сплави и композити на цинка повишаващи защитните и анти-*

корозионни характеристики на нисковъглеродна стомана“ (Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“). Трябва да се отбележи, че тематиката на представения монографичен труд е както много актуална, така и много важна. В нея е направен обстоен анализ на един сериозен проблем, свързан с корозията на изделията и съоръженията, изработени от нисковъглеродна стомана. В този смисъл, от особен интерес е да се представят различните възможности и подходи за подобряване на защитните и антикорозионни свойства на този тип конструкционни материали. В описаните изследвания е показана възможността за прилагане на галванични покрития на основата на цинка и някои негови сплави като защитни покрития на този тип стомани. Разработени и представени са методи за формиране на цинкови композитни (хибридни) покрития с вградени различни полимерни частици. Предложени са модели, обясняващи процеса на инкорпориране на полимерните частици в цинковите покрития. Монографичният труд представлява безспорен интерес както за разширяване на фундаменталните познания, така и за прилагането на редица иновативни решения в тази изключително важна област на материалознанието. Освен това, без съмнение представената монография в голяма степен ще бъде полезна за всички специалисти, които работят в областта на корозията и защитата от корозия.

5. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранна литература

Литературната осведоменост на д-р Божкова не буди съмнение. Голяма част от цитираните в нейните работи литературни източници са публикувани в последните години. Нейната научна дейност е добре известна на изследователите в областта на теорията и приложението на многослойните цинкови покрития за защита на нисковъглеродна стомана. В представените материали на седем от научните трудове са забелязани 58 цитата (без тези на трудовете, включени в дисертацията). Заслужава да се отбележи, че 57 от тях са от чуждестранни автори. Представените материали за участие в конкурса от гл. ас. Божкова са анализирани и оценени в съответствие с Правилника на ИФХ-БАН за заемане на академичната длъжност „Доцент“ като са систематизирани в таблица:

Група показатели:	Показател №:	Общ брой точки:	Изисквания на ИФХ-БАН:
А	1. Дисертация:		
	<i>Q₁</i> :	1 x 25 = 25 т.	50
	<i>Q₂</i> :	2 x 12 = 24 т.	
	<i>SJR</i> :	2 x 10 = 20 т.	
<i>Глава от книга:</i>	1 x 15 = 15 т.		
В	4. Научни публикации:		100
	<i>Q₂</i> :	5 x 20 = 100 т.	
Г	5. Монографии:	1 x 30 = 30 т.	235
	7. Публикации:		
	<i>Q₂</i> :	4 x 20 = 80 т.	
	<i>Q₃</i> :	3 x 15 = 45 т.	
	<i>SJR</i> :	1 x 10 = 10 т.	
Д	8. Глава от книга:	3 x 15 = 45 т.	60
	9. Патент:	1 x 25 = 25 т.	
Сума:	Цитати:	58 x 2 = 116 т.	501
			430

Представените данни ясно показват, че гл. ас. д-р Божкова изпълнява необходимите изисквания поставени в този Правилник. В допълнение, направената от мен справка на сайта SCOPUS показва наличието на още една допълнително излязла от печат статия в списание COATINGS (Q2, IF 2.881): Boshkova N., Kamburova K., Radeva T., Boshkov N., "Hybrid zinc-based multilayer systems with improved protective ability against localized corrosion incorporating polymer-modified ZnO or CuO particles", Coatings 11, 1223, 2021. Всичко това нагледно демонстрира, че д-р Божкова продължава своята активна дейност по тематиката.

6. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата

Към представените материали по същество нямам забележки. Позволявам си да направя две препоръки към бъдещата научна работа на д-р Божкова:

- Считаю, че тя има необходимия опит и познания за написване на обзорна статия върху "Цинкови композитни покрития, съдържащи нано-контейнери с инхибитори на корозия".
- Получаваните в бъдеще резултати от научно-изследователската ѝ работа да бъдат представяни за публикуване предимно в международни специализирани списания с Импакт Фактор.

7. Лични впечатления на рецензента за кандидата

За съжаление, нямам непосредствени лични впечатления от научната дейност на гл. ас. Божкова. Запознаването ми с представените материали, обаче ме убеждава, че тя е много добър и ерудиран изследовател, с широк спектър от интереси и висока компетентност в прилагането на съвременни електрохимични и аналитични методи при създаването и изследването на различни типове защитни цинкови покрития. Научните ѝ трудове безспорно представят д-р Божкова като изграден изследовател със задълбочени познания в областта на изследванията и приложението на нови покрития за защита от корозия на нисковъглеродните стомани.

Много добро впечатление прави и фактът, че д-р Божкова е представила и своята визия за бъдещата си научно-изследователска работа: Планирано е да се формират еколого-съобразни защитни филми, подбор на подходящи частици за получаване на композитни цинкови покрития, както и такива на основа на зол/гел технология. Ще бъдат изследвани също така различни ефективни инхибитори за експозиция на формираните покрития в моделни корозионни среди, както и тяхното евентуално инкорпориране в защитните покрития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблематиката, в която са постигнати основните научни и научно-приложни резултати на гл. асистент Божкова е водеща и перспективна за науката и технологиите. Формирането и изучаването на защитните покрития на основата от композитни цинкови сплави откриват широки възможности за фундаментални изследвания. От друга страна, получаваните в резултат на тези изследвания покрития намират и предстои да намерят все по-широко практическо приложение за корозионната защита на изделията от нисковъглеродни стомани.

Научно-изследователската дейност на д-р Божкова отговаря напълно на тематичните приоритети на ИФХ-БАН, свързани със създаването на нови функционални материали на основа електрохимично формиранни метални, сплавни и модифицирани полимерни покрития със защитни, декоративни и електрокаталитични свойства.

Научното развитие на д-р Божкова е хармонично. Тя последователно минава през научните степени и звания. На настоящия етап от дейността си, тя вече е утвърден изследовател с много добра теоретична и експериментална подготовка в областта на електрохимичните технологии и формирането на защитни покрития.

Нейните научни приноси определено са важни, като са получили и добра международна оценка. Тези приноси са постигнати чрез значителни по обем изследвания на сложни системи и явления. Проведените изследвания в голяма степен са насочени и към решаване на редица приложни задачи.

Като имам пред вид горе изложеното, в мен не остава съмнение, че пред нас е успешното дело на един оформен изследовател и учен. Нейната научна дейност, приносите, наукометричните показатели и компетентност напълно отговарят на изискванията на Правилника за придобиване на научни звания и заемане на академични длъжности на ИФХ „Акад. Ростислав Каишев“, БАН. Ето защо, си позволявам убедено да препоръчам на почитаемото Научно жури да предложи на Научния съвет при ИФХ да даде научното звание и академичната длъжност ДОЦЕНТ, по Химически науки (шифър 4.2) научна специалност Електрохимия (вкл. Химични източници на ток) на гл. асистент д-р **Нели Димитрова Божкова**.

18.11.2021

Рецензент:

