

University of Chemical Technology & Metallurgy

Department of Physics, Laboratory of Thin Films Technology

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

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

С Т А Н О В И Щ Е

по конкурса за заемане на академичната длъжност “професор” по професионално направление 4.2. “Химически науки”, научна специалност (Електрохимия, вкл. Химични източници на ток)” в ИФХ - БАН, обявен в ДВ бр.84/25.10.2016 г.

Кандидат: Николай Стоянов БОЖКОВ, доцент, доктор по електрохимия

Членна Н Ж : Пламен Костадинов ПЕТКОВ, професор, д-р, инж. , кат.“Физика“, Х Т М У

1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата.

Конкурсът за заемане на академичната длъжност ”професор” е обявен в ДВ бр. 84 /25.10.2016 год. за нуждите на секция „Електрохимия“ на Института по физикохимия „Акад. Р.Каишев“ – БАН. В конкурса участва един единствен кандидат – доц. д-р инж. Николай Стоянов Божков от същия институт. При прегледа на приложените за участие в конкурса документи, се установи абсолютно съответствие с изискванията на Правилника за приложение на ЗРАСРБ и правилата на ИФХ – БАН.

Н. Божков е роден във втората половина на миналия век. Средното си образование завършва през 1977 год. и след отбиване на военския си дълг постъпва във Висшия Химико Технологичен Институт. Пет години по-късно absolviра в специалността „Електрохимия“. След дипломирането си кандидатът се явява неразривно свързан с ИФХ - БАН и лаб.“ Електрохимия и корозия”, където аналогово израства до доцент – ръководител на секция. През 2004 г. блестящо защитава докторска дисертация на тема: “Изследвания върху корозионно-електрохимичното поведение и защитна способност на хроматни пасивни филми върху галванични покрития от Zn и Zn-Mn”.

Научната дейност на доц. Божков, която ще бъде анализирана по-долу, е изцяло в областта на обявения конкурс и в частност изучаване електрохимичните процеси при формиране на антикорозионни електрохимични покрития.

2. Трудове и дейности, с които кандидатът участва в конкурса.

Кандидатът се представя в конкурса със значителна по обем научна продукция, добре популяризирана в специализирани международни и национални научни списания, както и на реномирани международни научни форуми. Съгласно изискванията на З Р А С Р Б и правилата на ИФХ - БАН, се рецензират само научни трудове неангажирани в успешните конкурси по защитата на дисертацията и първата хабилитация. От така поставените гранични условия могат да се обосноват следните наукометрични показатели:

а) Научни публикации – 48 бр., които могат да се разделят на следните групи:
- глави от книги – 2 бр.;
- публикации в специализирани международни списания с ИФ – 32 бр.;
- доклади на международни научни форуми, отпечатани в пълен текст в съответните сборници, с издателство и редактор – 14 бр.;

б) Участие с доклади на международни научни конференции, – 24 бр., от тях 7 бр. са поканени доклади;

в) Ръководство и участие в научно-изследователски проекти – общо 25 бр., в т.ч. договори финансирани от Ф Н И, Е Б Р и чуждестранни институции.

Общият импакт на рецензираните трудове е значителен, като само за тях броят на независимите цитирания е повече от 430. Тематично всички представени трудове са в областта на обявения конкурс – „Електрохимични антикорозионни покрития“. Наукометричните показатели на доц. Божков не само отговарят напълно, но и надхвърлят препоръчителните изисквания за заемане на академичната длъжност „професор“, съгласно Правилника на БАН и Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности на ИФХ-БАН (чл. 12, т.1).

3. Обща характеристика на научната и педагогическа дейност на кандидата

Научната дейност на кандидата е изцяло в областта на конкурса, факт който улеснява значително процеса на рефериране. Общият списък на научните публикации включва общо 91 работи в списания, глави от книги и доклади, публикувани в пълен текст в сборници от научни конференции с редактор. Наукометрията е забележителна – близо 500 цитирания и h-индекс 12 (определено в сектора на т.нар. „професорски h-index“).

По същество научните интереси на кандидата са в областта на антикорозионните електрохимично получени покрития и по-общо в предотвратяването и оценяване развитието на корозия. Накратко това са проблеми, касаещи разработването на нови защитни покрития базирани на едно, две или многокомпонентни системи. Естествено е изследването на многослойни покрития и композитни такива – т.е. навлизаме в полето на наноразмерните частици, като компонент в композита. Като следваща стъпка, може да се отнесе охарактеризирането на новополучените покрития с помощта на поредица мощни методи за анализ – XRD, XPS, SEM, WDX и т.н. Освен натрупването на нови данни и факти, кандидатът отива и по-далеч – предлага нови хипотези, обясняващи механизмите на протеклите при формирането на слоевете процеси. Определена част от тях имат фундаментално значение при изследването на многокомпонентни покрития от конкуриращи се метали.

Съобразявайки се с нашата действителност, бих искал да отбележа и сравнително добрата активност на доц. Божков и на преподавателското поприще. Своя богат експериментаторски опит той предава и на двамата си докторанта и двама инженери в ОКС „Бакалавър“.

4. Основни научни приноси на кандидата.

Научните приноси на доц. Божков са в областта на фундаментално-приложната наука, като имам в предвид целенасоченото търсене на фундамента при изясняване на електрохимичния процес при получаването на изолиращи покрития. Резултатите по същество са получаване на нови научни факти и потвърждаване на вече известни такива с нови средства. По отношение на научните приноси на дейността на кандидата, съм напълно съгласен с авторската претенция, като бих си позволил да ги формулирам в четири направления, както следва :

- Разработване на цяла гама защитни електрохимично получени покрития на основата на цинк, кобал и никел;

Изследвани са условията на електроотлагане на подбрани двойни и тройни галванични сплави на цинка – Zn-Mn, Zn-Co, Zn-Ni-P, Zn-Fe-P, както и на каскадни покрития на тяхна основа. Изследвано е корозионното им поведение в подбрани моделни среди. Изследвана е кинетиката на съвместното електрохимично отлагане на два и повече метала. Фазовите особености на получените покрития са доказани с дифракционни експерименти. Потвърдени са по-добрите корозионни характеристики на сплавите в сравнение с чистия цинк, като повишените защитни характеристики на сплавите са обяснени с появата на корозионен/ни продукт/и с ниско произведение на разтворимост ($10^{-14.2}$ – 10^{-57}) регистрирани чрез рентгеноструктурен анализ (XRD) и рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS).

Получени са сплави от двойната система Zn-Co и е изучено корозионното им поведение. Отново е потвърдена по-добра корозионна устойчивост в сравнение с чистия цинк. Установено е наличие на пасивни зони в хода на анодните криви за тази сплав за разлика от цинка. Благоприятното влияние на легиращия компонент и при тази двойка е свързано с възникване на корозионен продукт с ниско произведение на разтворимост с бариерни свойства в агресивна моделна среда с хлорни йони. Предложен е модел, обясняващ ролята на кобалта за появата на това съединение – тук процесът започва с разтваряне на цинка, отделяне на водород и алкализирание на средата, т.е. предлаганият модел се различава донякъде от този за сплавта Zn-Mn, но крайният ефект е практически еднакъв. По отношение на тройните системи са изследвани сплави на бинера Zn-P с трети елемент никел или желязо. И за двете системи са изследвани електрохимичните отнасяния, като са получени данни за структурата и състава им. Направено е предположение относно влиянието на различната повърхностна структура на покритията, получени в присъствие на фосфор, която наред с фазовия състав има съществено влияние върху корозионните характеристики.

Установени са електрохимичните условия на отлагане и са получени композитни цинкови и цинкови сплавни покрития (Zn-Co, Zn-Mn) с вградени полимерни наночастици, наричани още стабилизирани полимерни мицели - СПМ. Изследвано е влиянието на СПМ върху катодните и анодни процеси на отлагане и разтваряне с помощта на циклична волтаперометрия. Установено е, че при чистия цинк наличието на СПМ не води до деполяризация или свръхполяризация, но катодният (и аналогично анодният) процеси са по-интензивни. При сплавта Zn-Co с наличие на СПМ в електролита се наблюдава известна деполяризация в катодната зона и по-интензивни анодни процеси в сравнение с обикновените галванични сплави. При сплавта Zn-Mn има свръхполяризация в присъствие на СПМ, но за разлика от Zn и Zn-Co анодните процеси тук са по-слабо изразени в сравнение с галваничната сплав без наличие на СПМ в електролита. Установено е влиянието на полимерните включения върху корозионната устойчивост на цинка и две от неговите сплави (Zn-Co и Zn-Mn) с помощта на методите PDP, EIS (Electrochemical impedance Spectroscopy), SVET (Scanning Vibrating Electrode Technique). Получени са и цинкови композитни покрития, съдържащи вградени полимерни наноконтейнери с инхибитор бензотриазол. Установено е, че наличието на полимерни наноконтейнери силно деполяризира катодния процес и усилва хода на анодния.

Получени са и са охарактеризирани покрития на основа никел и кобалт с различни дотанти – волфрам, желязо, сяра и др. Изучено е корозионното поведение изследвано в 1N H₂SO₄ чрез снемане на анодни потенциодинамични поляризационни криви (PDP) и измерване на R_p. Морфологията, структурата и състава на повърхността са определяни чрез SEM и микросондов анализ. От анодните криви е установено, че сплавите с ниско съдържание на W (до 6 т%) имат

по-добра корозионна устойчивост и по-добре изразена пасивна зона от тези с по-високо съдържание на W (~19%).

Установени са условията за получаване на никелови композитни покрития с вградени многостенни въглеродни нанотръбички (ВН). Проведени са корозионни изпитания в моделна среда, състоящата се от 0,5 М Na₂SO₄ и 0,5 М Н₃ВО₃ при стойност на рН=2 в условията на външна анодна поляризация и е установена подобрена корозионна устойчивост, която се дължи на вградените ВН. В друга статия е описана установката и условията за получаване на никелови композитни покрития с вградени наносфери. Изучена е основно повърхностната морфология на получените покрития.

- **Повърхностна обработка и мониторинг**

Разработени и оценени са ръждо-преобразователи за употреба при ръждясали стоманени повърхности. Проведено е изпитване в моделна среда на 0,5М Na₂SO₄ и е показано положителното влияние на ръждопреобразователя върху корозионното поведение на образците в условията на външна анодна поляризация. В същата моделна среда са проведени и изпитания на ръждясали стоманени образци, третирани със състави за преобразуване на ръжда, предоставени от фирма "Acrylon". Резултатите позволяват да се направи връзка между степента на ръждопреобразуване и промените в повърхностната морфология, от една страна и защитната способност на получения филм, от друга.

Изследвано е изменението на някои механични и електрохимични свойства на Армко-желязото, както и на нисколегирана ("Корат") и нисковъглеродна (08-КП) конструкционни стомани след лазерно въздействие. Определена е тяхната твърдост, която е по-висока при облъчените образци, и са снети поляризационни криви в 3% разтвор на NaCl и 0,5М разтвор на Na₂SO₄ за различни стойности на рН. От получените резултати следва, че лазерната обработка има различно влияние върху изследваните механични и електрохимични показатели. Предложен е механизъм за образуване на пасивен слой и оказаното върху него влияние в резултат на облъчването. Третирането с лазер може да се приложи успешно и при електроотлагане от сулфатни разтвори на някои метали – например кобалт и желязо. Това облъчване - с импулсен Nd- или Ag-лазер - се използва за допълнителна обработка както при предварително отложени слоеве, така и по време на самия процес. Измерена е микротвърдостта на пробите и е използвана сканираща електронна микроскопия за определяне на морфологията. Установено е влиянието на термо-деформационните условия в процеса на пластичната деформация върху структурообразуването и корозионното поведение на подбрана нисколегирана стомана – 10Г2САФ. Използвани са различни режими на деформационно третиране и е определено тяхното влияние върху структурата. Корозионната устойчивост е изследвана по тегловния метод и метода на Rp в моделна среда, имитираща атмосферна корозия в замърсена промишлено-градска атмосфера – 0,5М Na₂SO₄, рН=6. Установен е ефектът на промените в структурата на стоманата върху скоростта на корозия. С помощта на SEM са илюстрирани резултатите от корозионното третиране върху повърхностната морфология.

Проведени са изследвания и корозионен мониторинг на аустенитни (18Cr10NiTi) и нисковъглеродни (38GN2MFA) стомани, използвани за направа на някои от конструкциите в АЕЦ „Козлодуй“ в моделни среди, съдържащи най-често срещаните в топлообменниците на централата корозионни агенти. Установено е благоприятното влияние на моноетаноламина като смесен инхибитор. Осъществени са потенциодинамични изследвания в условия, близки до водохимичния режим, използван в централата. Анализирани са корозионните продукти, снети от вътрешната повърхност на топлообменниците. Установено е, че те съдържат основно

магнетит и малко хематит, което е благоприятно от корозионна гледна точка. Конструиран е електрод за имитация на корозионни процеси в пукнатини (чийто размер може да бъде променян) и са осъществени предварителни изследвания.

- **Изследване на корозионните процеси в железобетон и предлагане на защитни мероприятия;**

Проведени са изпитания в циментов екстракт (с добавка съответно на 1% и 3,5% NaCl) относно възможността за приложение на полимерни наночастици от типа Pluronic P 123 за подобряване на корозионната устойчивост на арматурна стомана в железобетон. Установени са оптималните концентрации на частиците и тяхното влияние върху разпределението и размера на порите в бетона. Наличието на частиците като цяло подобрява корозионната устойчивост на стоманата, което се доказва с помощта на PDP и EIS изследвания, но са необходими допълнителни изследвания.

Друга статия разглежда възможността за приложението на отпадъчни материали (т.н. „червена кал“) за осигуряване на подобрена корозионна устойчивост на арматурата в железобетона. Проведени са изследвания с помощта на EIS, PDP, SEM, EDX, CVA методи относно електрохимичното поведение, морфологията, а също така и на състава на слоя продукти, който се образува върху повърхността на стоманата в моделни среди с и без наличие на хлориди. Установено е като цяло благоприятното влияние на предлагания материал (до определена концентрация), тъй като той стимулира пасивирането и съответно подобрява корозионната устойчивост. Предложено е обяснение на получените резултати.

Разгледана е възможността за използване на методите EIS и Rp за характеризиране на корозионното поведение на стомана в железобетон и за натрупване на информация за свойствата на циментовата матрица. Потърсена е съпоставка между електрохимичното поведение и микроструктурните свойства.

Осъществени са електрохимични и микроструктурни изследвания върху корозията на стоманата в железобетон, като са въведени хибридни материали – обвити с полимерни слоеве частици CaO. Целта е тяхното натрупване в зоната около метала и съответно забавяне на корозионните процеси. Изследван е съставът на новообразуваните продукти с помощта на XRD, приложени са още методите SEM и ESEM. Резултатите са обещаващи, тъй като е установено, че частиците формират слой с бариерни свойства.

Други статии в тази област разглеждат възможността за прилагане на катодна защита с ниска плътност на тока ($1-3 \text{ mA/m}^2$) в агресивна моделна среда на 10% NaCl. Разгледани са промените в големината и разпределението на порите в резултат на режима, както и тези в повърхностната морфология. Приложени са методите EIS, PDP и Rp. Въз основа на получените резултати е установена зависимост между образуването на слоя корозионни продукти, степента на неговото преобразуване, морфологията и други параметри на циментовата матрица. Направено е заключението, че режимът на прилаганата катодна защита трябва да бъде оптимизиран допълнително.

Особено внимание е обърнато на случая, когато се налага контрол при наличието на значителни количества хлорни йони. Установен е съставът на новопоявилите се корозионни продукти с помощта на методите XRD и EDX. Коментирани са вида, разпределението и влиянието на тези продукти върху корозионните отнасяния.

- **Разработване на нови материали за промишлеността.**

Разработен е токов колектор и носител на електродна маса на основата на т.н. „медна пяна“, чиято структура позволява равномерна обемна проводимост на цинковата електродна маса и улеснява преноса на електрони между активния електроден материал и колектора, като освен това подобрява механичната устойчивост на системата като цяло и ограничава образуването на дендрити при зареждане на електрода.

Създадена е апаратура и методика за получаване на метални и оксидни наночастици и регулиране на размера им с помощта на въртящ се електрод (катод) в двуслойна вана от несмесващи се водни и органични разтворители. Съоръжението осигурява възможност за контрол над различни параметри, включително на зараждането и растежа на получаваните наночастици, в зависимост от времето на престой в средата и скоростта.

С помощта на Раманова и Инфрачервена спектроскопия са изследвани профилите на оптическо отражение на цинкови покрития с дебелина 2-10 микрона, отложени върху нисковъглеродна стомана с оглед евентуално приложение в слънчевата енергетика.

Показана е възможността за приложение на гьотит, получен от лабораторно култивирани бактерии, като прекурсор за синтез на електрохимично активен наноразмерен алфа- Fe_2O_3 за приложение в хибридна система батерия-суперкондензатор. Системата показва много добра възпроизводимост на процесите на заряд и разряд.

Изследвани са експлоатационните качества на подобрени силикатни емайлени покрития, предназначени за използване в геотермални обекти у нас. Въз основа на проведените изпитания е констатирана отличната корозионна устойчивост на използваните материали и възможността за продължителната им употреба в различни по състав геотермални води.

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

Трудовете на доц. Божков представляват съществен принос в областта на електрохимичните антикорозионни покрития. Те имат отношение както към фундамента на науката, така и към практиката и са получили вече положителна оценка и международно признание, израз на което е доста широкото цитиране на значителна част от тях в научната литература, докладите на автора на престижни международни научни форуми, както и съвместните публикации и доклади с чуждестранни специалисти.

Представена е справка за 474 цитати по отношение на съвкупния научен продукт на кандидата, което само по себе си е отличен атестат за международното признание на неговата изследователска дейност. От представените за конкурса 48 публикации, шест са самостоятелни, а останалите са колективни, което е напълно естествено за комплексни експериментални работи в областта на електрохимията. В тези работи обаче, личният принос на доц. Божков е безспорен – в повечето публикации, той е на първо или второ място, което показва **водеща роля** при замислянето и провеждането на по-голямата част от изследванията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Високата научна квалификация на доц. д-р Николай Божков в областта на електрохимията на антикорозионни покрития за мен е безспорна. Той е напълно изграден учен, съчетал удачно качествата на изследовател–експериментатор с вкус към научно-фундаменталните изследвания и определено много добър организатор на актуални научни изследвания чрез разнообразни

научни проекти. Научните постижения на кандидата свидетелстват за много добра научна подготовка в областта на електрохимичните покрития.

Доц. Божков има собствена тематика и ясна визия за нейното развитие, като е установил ефективно международно сътрудничество чрез съвместни научни проекти и публикации с чуждестранни специалистите в областта. По този начин доц. Божков внася съществен принос в осигуряване финансирането на научните изследвания в И Ф Х, разширяване на международното сътрудничество и издигане на авторитета на Института.

По своя обем и качество, всички наукометрични показатели на доц. Божков отговарят, а някои надхвърлят значително препоръчителните изисквания за заемане на академичната длъжност „професор“ в Правилника на И Ф Х – Б А Н за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности.

На базата на всичко горесизложено, препоръчвам на **Научното жури** при Института по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“ – Б А Н да предложи на **Научния съвет** на Института да избере доц. д-р инж. **Николай Стоянов Божков** на академичната длъжност **“ПРОФЕСОР”** по научно направление 4.2. “Химически науки” (Електрохимия вкл. Химични източници на ток) за нуждите на И Ф Х – Б А Н.

14.03.2017 г., София

Член на Н Ж :

/проф. д-р инж. Пл.ПЕТКОВ/