

РЕЦЕНЗИЯ

По конкурса за ПРОФЕСОР, обявен (ДВ № 84/25.10.2016) от Института по физикохимия „Акад. Ростислав Каишев“ – БАН, София в професионално направление 4.2. Химически науки, Електрохимия (вкл. химични източници на ток) шифър (02.10.12), за нуждите на секцията „Електрохимия и корозия“

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

Единствен кандидат в обявения конкурс е доц. д-р инж. Николай Стоянов Божков, Българска Академия на науките (БАН) – Институт по физикохимия (ИФХ), секция „Електрохимия и корозия“

1. КРАТКИ БИОГРАФИЧНИ ДАННИ ЗА КАНДИДАТА

- Г-н Божков е роден на 22.05.1958, в град София.
- В периода 1979-1984 следва в ХТМУ- София и се дипломира като инженер химик (магистър) по „Електрохимия и корозия“.
- От 1984 до 1990 работи като специалист (първоначално като химик, а впоследствие като научен сътрудник III степен) в Института за защита на металите от корозия, София.
- През 1990 година постъпва на работа в ИФХ-БАН, където през 1998 година защитава дисертация и получава образователната и научна степен „доктор“.
- В 2004 се хабилитира като „ст.н.с. II ст.“/ (доцент).
- От 2005 - до момента е Ръководител на секция „Електрохимия и корозия“, ИФХ-БАН.

2. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРЕДСТАВЕНИТЕ МАТЕРИАЛИ

В обявения конкурс г-н Николай Божков участва с научна продукция от 143 заглавия: публикации – 91, доклади на научни конференции – 27, постерни презентации 24 и 1 патент.

В таблицата са систематизирани материалите представени за участие в конкурса.

| Публикации: | Защита на дисертация (1998) | Хабилитация „доцент“ (2004) | Конкурс „професор“ | Общ брой |
|---|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------|
| Глави от книги | - | - | 2 | 2 |
| Сисания с IF/SJR | 3 | 16 | 32 | 51 |
| Сисания без IF/SJR | - | 5 | 14 | 19 |
| Публикации в сборници от конференции/конгреси | 4 | 7 | 8 | 19 |
| Общ брой | 7 | 28 | 56 | 91 |

Необходимо е да се отбележи, че инж. Божков преди участието си в настоящия конкурс е защитил дисертация (свободна аспирантура, с научен ръководител ст.н.с д-р Г. Райчевски) с което е получил образователната и научна степен „доктор” (1998). През 2004 се е хабилитирал като „ст.н.с. II ст./ (доцент)”. В този смисъл до този момент някои от негови трудове са били рецензирани. Ето защо, от представените материали по-детайлно ще бъдат обсъдени тези които са публикувани в периода 2004-2016.

Публикации Голяма част от публикациите на доц. Божков са в реномирани специализирани международни списания: „*Surface and Coatings Technology*“, „*Electrochimica Acta*“, „*Corrosion Science*“, „*Journal of the Electrochemical Society*“, „*Journal of Materials Science*“, „*Applied Surface Science*“, „*Materials Chemistry and Physics*“, „*Metal Finishing*“, „*ECS Transactions*“, „*Transactions of the Institute of Metal Finishing*“, „*Galvanotechnik*“ „*Metalloberfläche*“ и др.

Д-р Божков има публикации и в български научни списания, като „*Bulgarian Chemical Communications*“, „*Nanoscience and Nanotechnology*“, „*International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies* и др.

Участия в конференции и симпозиуми Широко е участието на доц. Божков в чуждестранни и наши специализирани конгреси и конференции:

- **Устни доклади** (27), от които 17 в чужбина (Канада, Япония, Китай, Англия, Германия, Франция, Швеция, Русия, Чехия, Сърбия, Грузия) и 10 в България.
- **Постерни представления** (24), от които 7 в чужбина (САЩ, Швеция, Полша, Словения, Сърбия) и 17 в България.

Монографични издания Д-р Божков е съавтор (първи автор) на две глави в две книги:

- **Глава 10** “*Corrosion resistant nano-composite metallic coatings with embedded polymeric aggregates*” в книгата “*Engineered Metal Matrix Composites: Forming Methods, Material Properties and Industrial Applications*”, NOVA Publishing House (2013).
- **Глава 13** “*Corrosion Monitoring of the Steam Generators of V-th and VI-th Energy Blocks of Nuclear Power Plant “Kozloduy”*” в книгата „*Nuclear Power – Control, Reliability and Human Factors*“, Open Publishing House (2011).

Патент Д-р Божков е съавтор на патент № 65948 “*Инхибитор за защита от корозия на метали и сплави в кисели среди*” (2010).

Автореферат В материалите е представен и автореферата на дисертацията за получаването на образователната и научна степен „доктор” (3 публикации с IF/SJR и 4 в сборници от конференции/конгреси).

Литературната осведоменост на д-р Божков не буди съмнение. Голямата част от цитираните в неговите работи литературни източници са публикувани в последните 15 години. Като правило доц. Божков работи с широк колектив от български и чуждестранни изследователи. Предвид сложността на изследваните системи и на многобройните използвани методи често в публикациите и докладите фигурират и различни съавтори. Няма никакво съмнение обаче, че в цялата представена научна продукция доц. д-р Божков е водещия изследовател.

3. ОТРАЖЕНИЕ НА ПУБЛИКАЦИИТЕ В НАУЧНАТА ЛИТЕРАТУРА

Научната дейност на доц. Божков е широко известна на изследователите в областта на корозията и защитата на стомани от корозия. Цитирани са 38 от представените публикации, като общият брой на забелязаните цитати (изключително от чуждестранни

изследователи) са 474. Заслужава да се отбележи, че някои от тези статии са многократно цитирани в международната специализирана литература и като за илюстрация ще представя само някои данни. Така например, три от публикациите на д-р Божков са цитирани *общо 188 пъти*:

- № 60 (Единствен автор Николай Божков) “Galvanic Zn-Mn alloys - electrodeposition, phase composition, corrosion behaviour and protective ability”, *Surface and Coatings Technology* (2003) - *96 цитата*;
- № 57 “Influence of the alloying component on the protective ability of some zinc galvanic coatings”, *Electrochimica Acta*, (2005) - *54 цитата*;
- № 62 “Composition of the corrosion products of galvanic coatings Zn-Co and their influence on the protective ability”, *Surface and Coatings Technology*, (2002) - *38 цитата*.

Необходимо е да се отбележи, че в много от тези цитати, резултатите на доц. Божков са коментирани. Това показва, че публикациите на кандидата представляват безспорен принос в областта на корозията.

4. ДОПЪЛНИТЕЛНИ ПОКАЗАТЕЛИ В ДЕЙНОСТТА НА КАНДИДАТА

Ръководство на научно-изследователска група

Доц. д-р Николай Божков е дългогодишен Ръководител на секция „Електрохимия и корозия“ към ИФХ-БАН. Научноизследователската работа в тази секция е насочена към създаване и изследване на нови композитни покрития, с реално приложение в областта на корозията и защитата от корозия. Съставът на секцията се състои от специалисти с висока квалификация които имат утвърдени научни контакти с изследователски колективи от европейски и други чуждестранни институти. Научният колектив разполага със специализирана апаратура и участва в разработката на редица научни и научно-приложни проекти финансирани от различни институции

Ръководство на докторанти

Доц. Божков е консултант на 2 докторанта, зачислени на свободна аспирантура при ИФХ-БАН.

Ръководство на дипломни работи

Д-р Божков е ръководил 2 дипломни работи (ХТМУ-София).

Участие в национални и международни проекти

Доц. Николай Божков има активна научна и експертна дейност и е участвал активно (ръководител и съизпълнител) на 25 научно-изследователски проекта:

- Проекти финансирани от Националния фонд «Научни изследвания», МОН
Успешно са изпълнени 9 проекта, на 2 от които д-р Божков е ръководител;
- Проекти възложени от «Националния Иновативен Фонд» – 2 проекта;
- Проекти финансирани от външни организации

Доц. Божков е участник в колективи успешно реализирали 6 научно-изследователски проекта възложени от външни организации: фирма *BOCHEMIE*, „Софийска вода“ (Ръководител), Фондация “Фолксваген”, фирма “Schering”.

- Проекти по оперативна програма «Развитие на човешките ресурси» - 2 проекта
- Проекти по «Програма за подпомагане на младите учени в БАН» – 1 проект
- Проекти от научния план на БАН - 5 проекта.

5. НАУЧНИ ИНТЕРЕСИ И ХАРАКТЕРИСТИКА НА ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ

Научните интереси на доц. д-р Божков основно са в областта на електроотлагането на защитни покрития върху стомани. Тези изследвания са свързани с детайлното изследване на процесите на тяхното формиране, състав, свойства както и на корозионно-електрохимичното им поведение. В своята научно-изследователска работа той проявява интереси както към фундаменталните изследвания, така и към изучаване на системи с непосредствено практическо приложение.

Резултатите от научната дейност на доц. д-р Божков най-добре могат да се представят в хронологична последователност, като се проследи неговото оформяне и израстване като водещ изследовател в областта на корозията и защитата от корозия на нисковъглеродни стомани:

1996 - 1998 (дисертация - образователна и научна степен „доктор“)

Установявани и оптимизирани са условия за получаване на сплави Zn-Mn с определен количествен състав. Разработени са състави за повърхностна обработка на Zn и Zn/Mn при което се получават филми с повишена корозионна устойчивост. Създадени са три модификации на някои методи (в т.ч. този на Паач) за оценка на защитната способност на конверсионни филми. Защитена е дисертация за образователната и научна степен „доктор“ на тема „Изследвания върху корозионно-електрохимичното поведение и защитна способност на хроматни пасивни филми върху галванични покрития от Zn и Zn/Mn“.

1998-2004 (хабилитация като „ст.п.с. II ст./ (доцент“)

Значително са разширени изследванията на голям брой системи (дву, три компонентни, многослойни) в моделни среди предизвикващи локална (NaCl) и обща (Na₂SO₄) корозия. Проследена е зависимостта на защитната им способност в зависимост от фазовия състав и структура.

Предложени са модели за обяснение на подобрените корозионни показатели на новоразработените защитни покрития, основани на възникването на корозионни продукти.

2004-2016 (част от трудовете представени в конкурса за „професор“, които не са били рецензирани до този момент)

В този период научноизследователската дейност на доц. Николай Божков е насочена главно в следните направления:

1. Изследване на свойствата на състави от две важни от теоретична и приложна гледна точка сплави на цинка (Zn/Ni-P и Zn/Fe/P). В резултат дефиниран е фазовият им състав, както и съотношенията между компонентите, при които се постигат защитни показатели значително по-високи от тези на цинка. Изследвани са също така формирането и корозионните отнасяния на композитни покрития на основата на цинк и цинкови сплави (двуслойни Zn/Mn, Zn/Co) с вградени полимерни мицели и (трислойни Zn/Ni/P и Zn-Fe-P) с вградени въглеродни нанотръбички. Намерени са условия за електрохимично отлагане на бездефектни, възпроизводими слоеве от тези многокомпонентни и многослойни защитни слоеве, като е оценена корозионната им устойчивост. Получени са сведения за структурата на новоразработените композитни сплавни покрития и настъпващите в тях промени при експонация в моделни корозионни среди.

2. Предложен и изследван в корозионно отношение е състав на ефективен ръждопреобразувател.

3. Осъществяван е корозионен мониторинг на аустенитни и нисковъглеродни стомани, използвани в АЕЦ „Козлодуй“.

4. Изследвани са корозионните процеси, протичащи в железобетон, като е приложена катодна защита при ниска плътност на тока.

6. ОСНОВНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ПРИНОСИ

Като цяло научно-изследователската дейност на д-р Божков е хомогенна и обхваща основно изследвания в областта на теоретичните аспекти на формирането, свойствата и приложението на защитни сплавни метални слоеве върху стомани. Анализът на представената научната продукция дава възможност да бъдат обобщени основните резултати:

I. Получаване, свойства, корозионно-електрохимично поведение на защитни покрития електроотложени върху нисковъглеродни стомани

1. Бинерни и тройни сплавни цинкови покрития, както и формирането на тяхна основа многослойни системи

Установени и оптимизирани са условията на електроотлагане (състав на електролита, рН, плътност на тока, температура, хидродинамика) на двойни (Zn/Mn, Zn/Co), тройни (Zn/Ni/P, Zn/Fe/P) и многослойни покрития. Поведението на формираните покрития е изследвано в моделни корозионни среди (NaCl, Na₂SO₄) чрез различни методи (потенциодинамични поляризационни криви, поляризационно съпротивление, изпитвания в камера “Солена мъгла”). За установената повишена корозионна устойчивост [40, 50-53, 57-59, 60, 62-65, 72, 73, 77, 78] на бинерните сплави (в сравнение с цинковите) са предложени модели, които се основават на формирането на корозионни продукти (с бариерен ефект) върху повърхността на образците. Тройните сплавни покрития са получени електрохимично от сулфатни електролити [5, 7, 9, 15, 35]. Изучен е техния фазов състав, повърхностната морфология и електродните процеси при тяхното отлагане и разтваряне. И този тип покрития са показали повишена корозионна устойчивост в сравнение с тези на основа на цинк. Изследвани са и многослойни [29, 36, 54, 68, 69, 72, 77] покрития, състоящи се от цинк и сплави с различен състав.

2. Композитни цинкови и сплавни цинкови покрития с вградени полимерни наночастици, нанотръбички или наноконтейнери с инхибитор на корозия

В условията при които са получавани бинерните (Zn/Co, Zn/Mn) покрития могат да бъдат вградени и полимерни наночастици (стабилизирани полимерни мицели). Чрез вариране концентрацията на наночастиците може да бъде постигната оптимална защитна способност на покритията върху стоманенени подложки [1, 4, 12, 25, 31, 33, 40, 42, 43, 50, 52, 53, 61]. Установено е, че наличието на полимерни наноконтейнери силно деполяризира катодния процес и усилва хода на анодния. Наличието на полимерни мицели в покритията в зависимост от техния състав проявява различен ефект. За констатираното значително увеличаване на защитното действие е предложен механизъм, който се основава на формиране на корозионни продукти на цинка.

3. Конверсионни повърхностни пасивни филми

Оценена е защитната способност на различни хроматни конверсионни филми (на основа Cr⁶⁺) върху галванично отложен цинк в моделна среда (NaCl). Изучено е влиянието на състава, структурата и морфологията върху защитната способност на филмите [80, 83,

84]. С намерените конверсионни разтвори са обработени и някои бинерни сплавни покрития (Zn/Mn) [74, 75].

Аналогични изследвания са проведени при използване на състави на (Cr^{3+}) -основа, като и на безхромни разтвори. Намерено е [8, 32], че в тези случаи при покритията (Zn, Zn/Co) се установяват съединения на хрома (Cr_2O_3 , $Cr(OH)_3$, CrO_3 и др.) които формират допълнителни бариерни филми които оказват положително влияние върху корозионните показатели [3, 19, 21, 26, 27].

4. Покрития на основата на сплави на никел и кобалт

Изучено е корозионното поведение на няколко вида сплави на основата на никел и кобалт (Ni/W [79], Co/W [68], Co/Ni/Fe [66, 76] и Ni/Co/Mn/S [70, 71]). Определени са условията за формиране, при които се получават покрития с възпроизводимо съотношение на компонентите. Дискутирано е влиянието на легиращия елемент върху морфологията, фазовия състав и структурата на покритията. Корозионната устойчивост е оценена чрез прилагане на редица електрохимични методи.

5. Композитни покрития на основа никел

Установена е методиката и условията за формиране на никелови композитни покрития с вградени многостенни въглеродни нанотръбички [20], както и на такива с вградени наносфери [41]. Подробно е охарактеризирана тяхната повърхност. Тези покрития са показали подобрена корозионна устойчивост в някои моделни среди (Na_2SO_4 , H_3BO_3).

6. Обработки с ръждопреобразователи

Подробно е изследвано приложението на фирмени ("Acrylon") [85] преобразователи на ръжда върху стоманени образци в среда на Na_2SO_4 [23]. Чрез металографски измервания е анализирана връзката между степента на преобразуване и промените които настъпват в повърхностната морфология.

7. Повърхностно (лазерна, пластична деформация) третиране на метални материали

Изследвани са някои механични и електрохимични свойства на различни конструкционни стомани [86], кобалт, желязо и сребро [67], след повърхностна лазерна обработка. Получените резултати са показали, че тази обработка има специфично влияние върху механичните и електрохимични показатели. В някои случаи това третиране има за резултат повишаване [81] на твърдостта и корозионната (в NaCl) устойчивост на покритията. Подробно е дискутиран механизмът на образуване на пасивен слой, както и оказаното върху него влияние на облъчването [86]. Изучено [82] е влиянието на условията на горещата пластична деформация върху структурата и корозионното поведение на конкретна нисколегирана стомана. Установен е съществен ефект на повърхностната структура върху скоростта на корозия.

8. Корозионно напукване

Направен е критичен анализ [87-90] на проблемите свързани с корозионно разрушаване на металните материали под въздействието на механични напрежения. Дискутирани са факторите, които характеризират корозионното напукване, като са обсъдени актуалните теории за обяснение на механизма на процеса. Класифицирани и обсъдени са методите (електрохимични, физични) за регистриране и изследване на този тип корозионно напукване.

9. Корозионен мониторинг

Проведен е корозионен мониторинг [11, 17] на аустенитни и нисковъглеродни стомани, използвани в някои метални конструкции на АЕЦ „Козлодуй“. Установен е

подходящ инхибитор с благоприятно влияние в корозионните среди съществуващи в топлообменниците [39, 47] на централата.

II. Корозионни процеси в железобетон

Проведени са изпитвания за приложението на полимерни наночастици с цел подобряване на корозионната устойчивост на арматурна стомана в железобетон. [14]. Изследвана е възможността за приложението на някои отпадъчни материали за подобряване на корозионна устойчивост на арматурата. Установено е подобряване на защитното действие [22, 38], като е предложено и едно вероятно обяснение свързано със свойствата на циментовата матрица [24, 44, 46]. Обсъдена е възможността за прилагане на катодна защита при използване на сравнително ниски плътности на тока [34]. Намерена е корелация между образуваните корозионни продукти и параметрите на циментовата матрица [45]. Коментирани са вида, разпределението и влиянието на тези продукти върху корозията [48,49] в зависимост от режима на катодната защита [34, 46, 49].

III. Други публикации на кандидата

- Разработен е [6] токов колектор и носител на електродна маса на основата на т.п. „медна пяна“, с равномерна обемна проводимост на цинковата електродна маса, който улеснява преноса на електрони между активния електроден материал и колектора.
- Създадена е апаратура и методика за получаване на метални и оксидни наночастици. Съоръжението дава възможност да се контролира зараждането, нарастването и размерите на наночастиците [13].
- Показана е възможността за получаване на наноразмерен α -Fe₂O₃ от гьотит (FeOOH), (лабораторно култивирани бактерии) с приложение в хибридните суперкондензатори [10].
- Изучена е корозионната устойчивост на емайлни силикатни покрития [91].

Анализът на представените материали дават възможност да бъде определен и характера на направените от доц. д-р Николай Божков приноси. Тези приноси са както теоретични, така някои от тях имат непосредствено практическо приложение:

Теоретични приноси

а) Предложен е теоретичен метод за повишената корозионна устойчивост и защитна способност на сплавите на цинка, базиращ се на появата на корозионен продукт/и с бариерен ефект.

б) Развит е теоретичен модел за влиянието на стабилизираните полимерни мицели, вграждани в цинковата (сплавна) матрица, върху корозионната устойчивост и защитната способност на получаваните композитни покрития.

Обогатяване на съществуващи знания и теории

а) Определени са редица електрохимични параметри (корозионен ток, корозионен потенциал, плътност на анодния ток, наклони на анодните/катодни криви, наличието/липсата на пасивни зони, тяхната дълбочина и ширина и др.) на метални и сплавни композитни покрития в моделни корозионни среди.

б) Изследвана е кинетиката на отлагане на композитни покрития, като е оценено влиянието на използваните добавки и полимерни частици върху структурата и техните корозионни характеристики.

в) Създадена е методика за определяне на дебелините на отделните слоеве, както и критерии за оценка на тяхната защитна способност.

Приложение на научните постижения в практиката

Получените резултати имат и непосредствено практическо приложение. От особен интерес е възможността за вграждане на наноконтейнери (с инхибитор) в покритията, което има за резултат получаването на системи с повишена корозионна устойчивост.

7. КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ И ПРЕПОРЪКИ

Към представените материали по същество нямам забележки. Бих искал да отправя една препоръка към кандидата: Считаю, че колегата Божков има необходимите познания и опит за да обобщи получените съществени резултати в няколко обзорни статии. В тази връзка, особено полезно би било също и написването на монография за получаването, свойствата и приложението на композитни метални покрития за корозионна защита на стомани.

8. ЛИЧНИ ВПЕЧАТЛЕНИЯ ОТ КАНДИДАТА

За съжаление, нямам непосредствени впечатления от научната дейност на доц. д-р Николай Божков. Запознаването ми, обаче с представените материали ме убеждава, че той е ерудиран изследовател с широк спектър от интереси и висока компетентност в областта на корозията и защитата от корозия, в частност в получаването на нови композитни материали. През годините д-р Божков отлично е представял резултати от проведените изследвания на голям брой специализирани научни форуми. Той е желан и търсен партньор за участие в международни и национални научно-изследователски проекти. Доц. Божков се ползва с висок авторитет в чуждестранната и българска електрохимична колегия, което го определя и като един от много добрите учени в ИФХ-БАН.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Проблематиката в която са постигнати основните научни и научно-приложни резултати от доц. д-р Божков е водеща и перспективна за науката и технологиите. Формирането и изучаването защитните покрития на основата от композитни метални сплави откриват широки възможности за фундаментални изследвания, както и за непосредствено практическо приложение.

- Научно-изследователската дейност на д-р Божков напълно отговаря на тематичните приоритети на ИФХ-БАН, свързани със електрохимичното формиране на нови функционални покрития. Доц. Божков е направил задълбочен анализ на редица проблеми в изследваната област и се е насочил систематично към решаването им.

- Научните приноси на доц. Божков са съществени и са получили много широка международна оценка. Тези резултати са постигнати чрез значителни по обем комплексни изследвания проведени на високо ниво върху сложни системи и явления. Наукометричните му показатели са изключително добри, което е критерий за нивото на проведените изследвания и получените резултати. Едновременно с това, доц. Божков има и определена ръководна позиция в ИФХ-БАН.

Предвид горе изложеното, в мен не остава съмнение, че пред нас е успешното дело на един напълно оформен и задълбочен учен. Неговата научна дейност, международните прояви, приносите, наукометричните показатели (импакт-фактор и цитируемост) и

компетентност напълно отговарят на изискванията на Правилника за заемане на академични длъжности в ИФХ-БАН.

Ето защо, убедено си позволявам да препоръчам Почитаемото научно жури да предложи на Научния съвет на ИФХ-БАН да даде на **доц. д-р инж. Николай Стоянов Божков** академичната длъжност **ПРОФЕСОР** по професионално направление 4.2. Химически науки, по специалност Електрохимия (вкл. химични източници на ток), шифър (02.10.12).

София, 06.03.2017

Рецензент: