

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „ПРОФЕСОР“  
в област на висше образование 5. Технически науки,  
професионално направление 5.6. Материали и материалознание, научна  
специалност „Динамика, якост и надеждност на машините, уредите, апаратите и  
системите (нанотехнологии и материали за приложение за космически  
изследвания)“,  
за нуждите на секция „Космическо материалознание“ от Института за космически  
изследвания и технологии-БАН,  
обявен в ДВ бр.12 от дата 06.02.2018г.  
**с единствен кандидат доц. д-р ЗДРАВКА КИРИЛОВА КАРАГЪЗОВА**

**Рецензент: МАРА КРУМОВА КАНДЕВА-ИВАНОВА, професор, д-р, инж.**

### 1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ И БИОГРАФИЧНИ ДАННИ

Доцент д-р Здравка Карагъзова е родена на 13.10.1953 г. в гр. София. Завършва висше образование в СУ „Св. Климент Охридски“-София, специалност „Химия“ през 1976 г. В периода 1977-1980 г. придобива следдипломна квалификация по неорганична химия в СУ „Св. Климент Охридски“-София в областта на синтеза и свойствата на неорганични съединения, методи за израстване на кристали и производство на чисти и особено чисти вещества.

Защитава докторска дисертация през 2014 г. в Технически университет – София, катедра „Материалознание и технология на материалите“ при Машинно-технологичен факултет на тема „Микро- и наноструктурирани никелови покрития, отложени по безтоков метод“.

От 1980 г. до 1981 г. З. Карагъзова работи в СУ „Св. Климент Охридски“ като химик с предмет на научно-изследователска дейност – Разработване по аналитични техники и прилагането им за анализ и получаване на чисти и особено чисти вещества; развитие на практики в областта на израстване на монокристали.

В периода 1981-1993 г. работи като технолог и научен сътрудник в Технически университет – София, катедра „Металознание и технология на металите“ при Машинно-технологичен факултет с научно-изследователска дейност в областта на разработване и усъвършенстване на технологии за нанасяне на покрития; технологии за реновиране на износени детайли и машинни части; внедряване в производството на готови технологии; работа с екипи от малки и средни предприятия за създаване на продукти, които допринасят за повишаване на ефективността на тяхното производство.

От 1993 г. до сега З. Карагъзова работи като главен асистент (до 2015 г.) и доцент (досега) в Институт за космически изследвания и технологии ИКИТ-БАН с основна научно-изследователска дейност, свързана с разработване на нови и усъвършенстване на съществуващи методи за отлагане на покрития, провеждане на изследвания за разработване и внедряване на нови технологии за създаване на иновативни материали и структури в размерни граници, типични за наноматериалното състояние; изследване на характеристики и функции на получените нови материали за изясняване на процесите и явленията, протичащи

при критични размери на материалите под 100 nm; подготовка на инструкции за получаване на покрития по безтоков начин; създаване на инструменти за електронно обучение и за разпространение на научни знания; участие в активни космически експерименти.

Кандидатката владее отлично руски и английски език при четене, слушане, писане и комуникации. Проявява отлични организационни умения и компетенции при ръководство, организация и администриране на договори и изследователски теми; координиране на дейности по изпълнение на двустранни и многостранни проекти, както и ръководство на студентски практики. Има високи технически умения и компетенции при разработване на технологични линии за нанасяне на покрития в производството и работа с технологично оборудване за получаване на наноматериали.

Научните интереси на доцент д-р З. Карагъзова са в областта на фундаменталните и технологични процеси, протичащи при получаване на композитни микро- и наноструктурирани материали и покрития, методи и инструментариум за тяхното получаване и изследване, и внедряването им в производствената практика.

Автор и съавтор е на повече от 200 научни труда в чужбина и в страната, 7 авторски свидетелства, 1 учебно пособие. Участвала е в 30 научни разработки (договори и проекти), от които 8 броя с организации в чужбина, 8 броя – Европейския съюз и 14 броя в България. Тя е била ръководител от българска страна на 3 проекта с организации в чужбина и на 1 проект в България.

Тези резултати говорят за значителната творческа активност на кандидата в областта на фундаменталните научни изследвания и практически технологични приложения, участие в договорни разработки и проекти в страната и в чужбина.

## **2. ОБЩО ОПИСАНИЕ НА ИЗДАТЕЛСКИТЕ МАТЕРИАЛИ**

### **2.1. Представени от кандидата материали**

По конкурса са представени следните материали:

1. Пълен списък на научните трудове и разработки – 215 броя, в това число:

- 1.1. Публикации в списания, сборници и поредици - 72, от които 4 броя в списания с IF (1 бр. под печат и 1 бр. приета за рецензиране), 3 броя в списания с SJR, 4 броя, индексирани в Scopus, 10 броя в реферирани издания в чужбина и 33 броя в реферирани издания в България;
- 1.2. Авторски свидетелства – 2 броя в чужбина (равностойни на 6 публикации в международни списания с импакт фактор) и 5 броя в България, равностойни на 15 публикации в български списания с импакт фактор;
- 1.3. Публикувани абстракта – 7 броя, от които 4 в чужбина, 3 бр. в България;
- 1.4. Научни доклади в чужбина – 29 броя;
- 1.5. Научни доклади в България – 52 броя;
- 1.6. Техническа документация, на реализирани с участието на кандидата внедрени технологии - 2 комплекта;
- 1.7. Проекти с участие на автора – 30 броя;
- 1.8. Автореферат – 1 брой;
- 1.9. Учебно пособие – 1 брой;
- 1.10. Готови за стопанска реализация научни продукти – 4 броя;
- 1.11. Реализирани на пазара продукта (внедрявания) – 6 броя.

2. Авторска справка на цитиранията на трудовете на кандидата – 48 броя.

3. Резюмета на трудовете по конкурса за „професор“ – 28 бр. публикации и 4 бр. авторски свидетелства.
4. Списък на научните трудове, представени в конкурса - 159 броя.
5. Авторска справка за научните и научно-приложни приноси.
6. Справка за участие в научно-изследователски проекти – общо 30 броя.
7. Публикации, равностойни на монографичен труд – 11 броя.
8. Справка за изнесени доклади.
9. Учебно пособие.
10. Справка за внедряване.
11. Научни трудове, извън тези за придобиване на ОНС „Доктор“ и за конкурса за доцент в пълен текст.
12. Други документи - справка за внедрявания, учебното пособие, справка за участие в договори от ТУ, актове за внедрявания, представени постери и др.

## **2.2. Съответствие на представените материали с установените изисквания за обявявания конкурс за академична длъжност „Професор“.**

В таблицата по-долу са представени материалите, представени от кандидата по указаните научнометрични критерии.

<b>Описание на материали</b>	<b>Представени материали от кандидата, брой</b>
Публикации, равностойни на монографичен труд:	11 (10 статии и 1 авторско свидетелство)
Общ брой научни трудове, извън равностойните на монографичен труд:	21 (18 статии и 3 авторски свидетелства)
- В това число в издания с Импакт фактор:	1
- В това число в издания в Скопус:	1
- В това число в издания с Импакт ранг:	1
- В това число в издания в чужбина:	4
- В това число в издания в България:	14
Брой цитирания:	48
- В това число в чужбина:	22
- В това число в България:	26
Участие в научно-изследователски проекти:	30
- В това число с организации от чужбина:	16
- В това число с организации от България:	14
Авторски свидетелства	4
Внедрявания	6

## **3. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА НАУЧНО-ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА И НАУЧНО-ПРИЛОЖНА ДЕЙНОСТ НА КАНДИДАТА.**

Представените материали по конкурса (публикации, авторски свидетелства, научни проекти, експериментални резултати, учебно пособие) обхващат изследвания и резултати, свързани с актуалната в днешно време област нанонаука и нанотехнологии. В научните трудове на на доц. д-р З. Карагъзова се акцентира върху разработване на нови и усъвършенстване на съществуващи методи и технологии за създаване на нови покрития и материали със структури в

наноразмерната област; комплексно изследване на взаимовръзката на тези структури с физико-механичните и трибологични характеристики на създадените композитни покрития и обемни материали. Получените фундаметални резултати за влиянието на естеството и размерите на наночастиците върху свойствата на покритията при различни параметри на технологичните режими имат целенасочен характер – те са ориентирани към приложението на получените материали и покрития в различни области на индустрията.

Представените за рецензиране научни трудове се вписват в приоритетните области на ИКИТ-БАН, а именно *изследвания за получаване и приложение на нови материали; разработване на иновативна аерокосмическа техника и технологии, както и трансфера им в наземни условия.*

Научните разработки са обединени от кандидата в седем тематични области:

1. Отлагане на покрития с подобрени физико-механични свойства върху метални макроповърхности:

- 1.1. Свойства на композитни никелови покрития с микро- и нано- добавки;
- 1.2. Имерсионно (химическо) калаено покритие върху мед и медни сплави;
- 1.3. Имерсионно (химическо) покритие от сребро върху мед и медни сплави.

2. Безтокови покрития, отложени върху микро- и наноповърхности:

- 2.1. Покритие от безтоков никел върху микро-и наноразмерен диамант. Свойства на композитни материали с вградени покрити с никел уякчаващи микро- и нанодиаманти;
- 2.2. Прилагане на наноразмерни прахове, покрити по безтоков метод, при модифициране на сферографитен чугун и алуминиеви сплави.

3. Отлагане на калай и сплавни калаени покрития по електрохимичен начин.

4. Анализ на методи и техники за отлагане на покрития по безтоков метод и перспективи за наземно и аерокосмическо приложение.

5. Екстракция на рений.

6. Производство и приложение на наноразмерен диамантен прах, произведен по взривен метод.

7. Свойства на композитно покритие апатит-нанодиамант.

Приемам за рецензиране представените за рецензиране публикации, равностойни на монографичен труд, които са обединени под общото заглавие „Безтокови никелови покрития - свойства и приложение“. Представената от кандидата анотация на тези публикации съдържа описание на използваните материали и методики, резултати за свойства на получените материали като механични характеристики, контактна умора, износоустойчивост, микроструктура и др., анализ на получените резултати и приносите от тези резултати с перспектива създаване и използване на нови технологии за разработване на иновативни продукти с повишена ефективност и експлоатационен ресурс.

Представеното описание е структурирано по обект в две големи групи:

- Безтокови никелови покрития с добавка на микро- и наноразмерни частици от нанодиамант, кубичен борен нитрид титанов нитрид и политетрафлуоретилен, отложени върху стомана [2, 3, 4, 5, 6];

- Безтоково никелово покритие върху микронен диамант и наноразмерен диамант (DND) [1];

- Уякчаване на лети и изотермично закалени сферографитни чугун чрез добавка от наноразмерни частици от TiCN и TiN и cBN [7, 8, 9, 10].

Представените материали по конкурса дават основание да се твърди, че в конкурса за академичната длъжност „Професор“ участва учен със значителна научна и практическа подготовка, експериментатор, който добре владее подходите и инструментариума за получаване и изследване на микро- и наноструктурирани композитни покрития и материали.

В оценката си отбелязвам изключително активното участие на кандидата в научно-изследователски проекти и договори с организации в чужбина, с Европейския съюз и в България. Доц. д-р Здравка Карагъзова участва като член на колектива в 30 научно-изследователски договора, от които на 3 международни проекта е ръководител от българска страна. Това потвърждава мнението ми за високите организационни умения и компетенции на кандидатката при ръководство, организация и администриране на изследователски договори, а също така и координиране на дейности по изпълнение на двустранни и многостранни международни и национални проекти.

Не на последно място отбелязвам богатия опит на доц. д-р З. Карагъзова във внедряването на получени резултати от многогодишната ѝ научно-изследователската дейност. За това говорят авторските свидетелства с нейно участие, разработените готови за стопанска реализация научни продукти и реализирани на пазара продукти (внедрявания).

#### **4. ОЦЕНКА НА ПЕДАГОГИЧЕСКАТА ДЕЙНОСТ НА КАНДИДАТА.**

Въпреки, че основната дейност в статуса на кандидатката в ИКИТ-БАН има научно-изследователски характер, прави впечатление нейната богата педагогическа и експертна дейност. Съгласно представената справка нейната преподавателска дейност включва провеждане на:

- Семинарни упражнения по Гражданска защита – катедра Гражданска защита, ТУ-София, 1991-1992г.
- Семинарни упражнения – Материалознание и технология на материалите – ТУ-София в периода 2014-2015г.; 2015-2016г.; 2016-2017г.; 2017-2018г.
- Преподавател по химия в Технологично училище „Електронни системи“ към Технически университет – София в периода 1992-1993г.

Доц. д-р З. Карагъзова участва в обучение на студенти и млади учени при изпълнението на проекти по линия на ФНИ към МОН, двустранно научно сътрудничество с Полша и Белгия, по линия на 5 и 6 РП на ЕК. Като член на колектива или ръководител работи и продължава да работи в екип основно с млади учени от партньорски организации от различни Европейски държави, на които предава професионалния си опит на практика и под формата на електронно обучение. З. Карагъзова участва активно в обучение на прекъснали студенти в ТУ-София за запознаването и участието им в научно-изследователската работа в Лаборатория „ЕФТТОМ-ХИМ“ към катедра Металознание (сега Материалознание), към която тогава е служител.

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

Научните, научно-приложни и приложни приноси са структурирани по предложените от кандидата тематични направления в т. 3. Номерацията на трудовете е съгласно Пълен списък на научните трудове и разработки на кандидата (папка“7\_zk\_pulen\_spisuk\_trudove.doc”).

## 5.1. Отлагане на безтокови покрития с подобрени физико-механични свойства върху метални макро-повърхности:

### 5.1.1 Композитни никелови покрития с микро- и нанодобавки:

- Разработени са нови методи и усъвършенстван метод ЕФТТОМ НИКЕЛ чрез използване на микро- и нанодобавки от DND, cBN, TiN, PTFE и бляскообразуващи добавки за получаване на еднослойни и двуслойни композитни никелови покрития с равномерна дебелина, хомогенна структура и повишени механични и трибологични характеристики [22,25, 34, 38, 39, 86, 114];

- Получени са нови експериментални резултати и зависимости за влиянието на добавки от DND, cBN, TiN върху физико-механичните и трибологични характеристики (универсална твърдост, пластична твърдост; измерен приведен и действителен модул на еластичност; обща енергия, изразходвана за еластична и пластична деформация на покритието при потъването на индентора в покритието, износоустойчивост, контактна умора) на еднослойни и двуслойни никелови покрития върху стомана и изотермично закален чугун [19, 20, 22, 25, 28, 34, 38, 39, 79, 83, 101].

- Получени са експериментални резултати и зависимости за влиянието на режима на термообработка на покрития с частици DND и cBN върху профила на тяхната микротвърдост и износоустойчивост. Установен е оптимален режим на термична обработка - 290°C в течение на 6 часа, при който микротвърдостта и износоустойчивостта на покрития с DND имат максимални стойности и нарастват два пъти. При същия режим на термообработка за покритията Ni/Ni+cBN е установено намаляване на тези показатели.

- Доказано е предимството на отлагане на двуслойно покритие (Ni/Ni+DND) в сравнение с еднослойно - (Ni+DND) и предимството на използване на добавка от DND в суспензия пред същата добавка в сухо състояние към разтвора по отношение на микротвърдост и износоустойчивост на покритията [25].

- Установени са в микроструктурата на покритията Ni/Ni+DND наличие на кристална фаза Ni<sub>3</sub>P след термична обработка, аморфна структура след отлагане и наличие на въглерод в спектъра на покритието [26, 23, 37].

- Получени са експериментални резултати и е доказано предимството на отлагане на двуслойно покритие (Ni/Ni+PTFE), в сравнение с покритие от Ni по отношение на микротвърдост, износоустойчивост и динамичен коефициент на триене. Установени са зависимости за влиянието на технологичните параметри (концентрация в работния разтвор на наночастици PTFE, температура на работната вана, pH) върху микротвърдостта, износването и динамичния коефициент на триене [86].

- Получени са нови експериментални резултати за микроструктурата, твърдостта и абразивната износоустойчивост на покрития Ni/Ni+DND и Ni/Ni+TiN, отложени върху изотермично закалени сферографитни чугуни с различен състав. Доказано е, че наличието на тези покрития винаги води до повишаване на механичните и трибологични характеристики в сравнение с тези на чугуни без покритие [19, 20, 22, 28, 38, 39].

- Доказано е в практиката, че композитни никелови покрития с DND водят до повишаване ресурса на работните повърхности на образци 2 пъти [34], повишаване ефективността на работа на термообработени металообработващи инструменти (фрези) до 10 пъти [30] и възможностите за тяхното приложение в зъбни предавки без промяна на геометрията на зъбните колела като окончателна обработка [46, 83,199].

### 5.1.2. Имерсионно (химическо) калаено покритие и приложението му за резист в разтвор за ецване на мед и медни сплави.

- Разработени са: вариант на разтвор за отлагане на имерсионно калаено покритие, подходящо за приложение в производството на печатни платки и електронни компоненти [15,47, 48, 96, 85, 87, 89, 105, 106]; метод и състав на разтвор за ецване на печатни платки, характеризиращ се с облекчен технологичен режим, поддържане на постоянна висока скорост на ецване и екологичност на процеса [99, 111, 88, 106].

- Установени са нови експериментални зависимости за влиянието на технологичните параметри на процеса на отлагане на покритията (време на отлагане, температура, продължителност на натоварване на разтвора) и състава на разтвора (редуктор, ПАВ, добавка на метални йони) върху тяхната структура, дебелина, спойваемостта и корозионната устойчивост [96, 85, 87, 89]. Получени са зависимости на скоростта на ецващия процес от температурата и състава на работния разтвор; на разхода на водороден прекис от количеството разтворена мед при използване на различни добавки към разтвора за ецване с ускоряващо и стабилизиращо действие [99,88].

- Установени са влияние на използваните добавки към разтвора за покаляване върху зърнистостта на полученото калаено покритие; оптималното време за получаване на плътен калаен слой с добра спойваемост -  $\varphi < 15^\circ$  и зависимостта на корозионната устойчивост и спойваемостта от степента на зърнистост на покритието [96, 87, 85, 89].

- Доказана е необходимостта от редуциране на влиянието на окислителните процеси, съпътстващи разтварянето на медни атоми в процеса на химическата реакция, за постигане на стабилност на разтвора и спойваемост на покритието [15, 47, 48].

- Дефиниран е *синергичния ефект* от едновременното използване на двукомпонентна добавка, съставена от стабилизатор и ускорител към ецващия разтвор на основата на  $H_2SO_4/H_2O_2$  [99].

- Установени са оптималните стойности на концентрацията на ускорител и стабилизатор, както и температурата на ецващия разтвор, гарантиращи неговата стабилност [85, 99, 88].

- Доказано е предимството на използване на добавка от метални йони към разтвори за имерсионно калаено покритие за получаване на покрития с финна структура и подобрени характеристики. [96, 85, 87, 89].

- Внедрена е технология за нанасяне на калай по химически начин за получаване на плътни, корозионно устойчиви слоеве с добре спойваеми повърхности без образуване на вискери в процеса на съхранение на покритите образци. Покритието от калай е приложено при обработка на материали, използвани в металообработването, електротехниката и електрониката [96, 85, 87, 89, ОН].

- Внедрена е в редовно производство екологична технология за ецване на мед и медни сплави чрез използване на концентрати за съставяне и коригиране на работния разтвор, което осигурява висока ефективност на ецване чрез прецизна контролируемост на процеса и висока защита на околната среда [111, ОН].

### 5.1.3. Покритие от сребро, отложено по безтоков метод [104]

- Разработен е иновативен екологичен разтвор за отлагане на сребърни покрития по безтоков метод, характеризиращ се с висока стабилност в рамките на 1 година, без използване на високотоксичните цианидни йони.

- Предложен е състав на работния разтвор, включващ амонячни комплекси на среброто и редутор Co (II) или инвертна захар.

- Получени са плътни сребърни покрития, следващи релефа на покриваната повърхност, характеризиращи се с фина структура, висока корозионна устойчивост и добра спойваемост.

## **5.2. Безтокови покрития, отложени върху микро- и наноповърхности.**

### 5.2.1. Покритие от безтоков никел върху микро- и наноразмерен диамант.

- Разработена е технология за нанасяне на безтоково никелово покритие върху микро- и наноразмерни частици от диамант, като никеловото покритие върху микронния диамант се нанася по два метода: с никелова сол на етилхексаноена киселина в толуол и по метода ЕФТТОМ-Никел [92].

- Установени са нови експериментални зависимости за влиянието на нано добавка от DND към разтвори за отлагане на никелови покрития по безтоков метод върху микротвърдостта и износоустойчивостта на покритията. Получени са еднакви резултати за микротвърдостите на покритието Ni/Ni+DND с вграден непокрит DND и покритието Ni/Ni+ DND с вграден покрит DND. Установено е, че композитни покрития с вграден непокрит DND имат много по-висока скорост на износване в сравнение с покрития с вграден покрит DND [32].

- Установено е, че при метализиран нанодиамант скоростта на износване на галванично покритие Ni-DND е по-голяма от тази на безтоково покритие Ni-DND [32].

- Доказано е предимството на използвания за първи път метод за безтоково никелиране ЕФТТОМ-НИКЕЛ за покриване на микро и наночастици и използването им като уякчаваща добавка за получаване на композитни материали с подобрени експлоатационни характеристики [35, 17, 92].

- Доказано е, че при никелово покритие с нанодиамант се подобрява термозащитата му, а при никеловото покритие с микронен диамант се повишава кохезионната якост с металната матрицата до 80%, което води до увеличаване на ресурса на покритието до 70% [35, 17].

- Предложен е режим за метализиране на наноразмерни уякчаващи частици, осигуряващ увеличение на началното им тегло до 50% [33].

- Доказан е 3 пъти по-висок среден срок на експлоатация на работни сегменти, изработени от праховометалургични сплави на медна основа, съдържащи покрити с Ni/Ni+DND микронни диаманти като уякчаващи частици [44].

- Създадена, експериментирана и вече е използвана технология за отлагане на безтокови покрития на никелова основа върху наноразмерни частици и използването им за уякчаване на композитни материали, получавани праховометалургично или чрез отлагане на покрития [17, 32, 35].

- Изработени са сегменти за рязане на камък със състав на матрицата: Cu-36%; Co-20%; Fe-24%; 2,2% покрит с никел DND и покрит с DND микронен диамант (GEMBS-970-USMesh-40/50) и Cu-30%; Co-20%; Fe-30%; BZ 85/15-20%; 4,2% покрит с никел DND и покрит с DND микронен диамант (WSA MBS 960XL-40/50).

- Проведени са изпитания до пълно износване на режещите инструменти с вграден микроразмерен диамант, покрит със слой Ni/Ni+DND, при което е установено три пъти нарастване на експлоатационния ресурс на тествания материал в сравнение с конвенционалния материал [92].

- Разработен е нов *екологично чист* композитен материал за изработване на инструменти за рязане на камък, в който токсичният елемент *кобалт* е заменен с *калай*. Сплавта е уякчена с вграждане на покрити с Ni/Ni+DND микроразмерни



диамантени частици. Приложението на новия композит позволява 2 пъти увеличение на скоростта на рязане на дисковете и намаление на необходимото количество добавка от диамант до 40% [17, 35].

#### 5.2.2. Прилагане на наноразмерни прахове, покрити по безтоков метод при модифициране на сферографитен чугун и алуминиеви сплави

- Разработени са методи и технологии за модифициране повърхността на наноразмерни частици от DND, TiN, SiC, TiCN, cBN чрез нанасяне на покрития от сребро, мед, никел и желязо [69].

- Осъществено е отлагане на покритие от желязо и никел върху наноразмерен TiN, покритие от никел върху TiCN, cBN, DND, покритие от сребро и мед върху SiC. Полученият наноматериал успешно е използван при модифициране на стопилки на основата на желязо и алуминий. В резултат на това е получено издребняване на микроструктурата и повишаване на механичните свойства [21, 23, 24, 27, 29, 40, 42, 43, 45, 78, 80, 81, 100, 102, 197, 198, 200, 201].

- Доказана е ефективността от използване на добавки от покрити наноразмерни частици DND и TiN в процеса на леене за формиране на нови центрове на кристализация за получаване на по-финна структура и подобрени механични характеристики [41].

- Установени са нови експериментални зависимости за влиянието на покрити нанодобавки от TiN, TiN+TiCN, cBN върху микроструктурата и физико-механичните свойства на високояки и изотермично закалени сферографитни чугуни: микротвърдост, износоустойчивост, ударна жилавост, якост на опън [21, 23, 24, 27, 29, 40, 42, 43, 45, 81, 100].

- Установена е разлика в зависимостта на количеството на остатъчния аустенит и на микротвърдостта от времето на изотермично закаляване на образците със структура горен и долен бейнит, съответно без и със нанодобавки, която е свързана с особеностите на механизма на бейнитното превръщане в горния и долен интервал на бейнитната област. Установеното влияние на нанодобавките върху характеристиките на графитната фаза на изотермично закалени сферографитни чугуни, което обяснява по-високата абразивна износоустойчивост на образците с нанодобавки в сравнение със същите без наноразмерни добавки [80, 81].

- Получени са зависимости за промяната на количеството остатъчен аустенит в процеса на изпитване на износоустойчивост на изотермично закалени чугуни със структура долен и горен бейнит [27, 42, 43, 45].

- Установено е и доказано с ТЕМ анализ равномерен аморфен слой от наноглобули (1-2 nm) в покритие от желязо с наноразмерни частици TiN като наноглобулите оформят много компактен слой върху кристалите TiN, който е монослой. Установена е по-здрава кохезионна връзка между наноглобулите и кристалите TiN, отколкото тази между самите наноглобули, което се потвърждава и от наличието на оформените монослоеве наноглобули [18].

- Анализът на резултатите определя предимство на метода за модифициране на повърхността на частиците чрез активиране и сенсibiliзация преди отлагане на покритие [69]. Определен е технологичен режим, осигуряващ най-добри показатели на покритията от никел върху наночастици.

- Установено е увеличение на количеството и размера на графитната фаза без промяна на формата на графитните зърна в лятите сферографитни чугуни с наномодификатори, промотирано най-вече в присъствието на нанодобавки TiCN+TiN [21, 24].

- Установена е промяна на количественото съотношение между структурни елементи с различна твърдост в лятите чугуни с нанодобавки (TiN, TiCN+TiN, cBN), което влияе върху общата им твърдост. Тенденцията е намаляване на общата твърдост при използване на нанодобавки. [21, 24, 40].

- Установено е, че наличието на наномодификатори влияе на морфологията на бейнитния ферит и на кинетиката на бейнитното превръщане като ускорява превръщането на аустенит в бейнит в процеса на изотермично закаляване на сферографитни чугуни, което влияе върху твърдостта, свързана с количеството на остатъчния аустенит [23, 27, 40, 42, 43, 45].

- Установена е по-висока ударна жилавост за образци от изотермично закален чугун с нанодобавки и по-висока износоустойчивост в сравнение с образци без нанодобавки [23, 27, 40, 42, 43, 45].

- Установено е с X-Ray анализ преди и след абразивно триене, че метастабилният остатъчен аустенит търпи частично превръщане в деформационен мартензит, което влияе върху износоустойчивостта. В най-висока степен тази зависимост е изразена при чугуни с наномодификатори TiCN+TiN, при които е измерена най-висока износоустойчивост.

- Доказано е положителното влияние на наноразмерни частици, добавени към чугун и алуминиеви сплави за получаване на материали с подобрени характеристики. Повишаването на износоустойчивостта в чугуните с нанодобавки е резултат от комплексното влияние на наноразмерните частици върху характеристиките на графитната фаза, върху кинетиката на бейнитното превръщане при изотермично закаляване и върху степента на превръщане на метастабилния остатъчен аустенит в деформационен мартензит при изпитване на износване [7, 21, 23, 24, 27, 29, 40, 41, 42, 43, 45, 78, 80, 81, 100, 102, 197, 198, 200, 201].

### **5.3. Отлагане на калай и сплавни калаени покрития по електрохимичен начин**

- Разработен, изследван и утвърден е електролит за отлагане на сплавно покритие калай-кобалт за приложение в електрониката като метален резист.

- Предложен е състав на електролита, който не съдържа флуорни йони, замърсяващи околната среда, позволява работа при високи плътности на ток, с което осигурява по-висока производителност на процеса и запазване на характеристиките на покритието.

- Получено е покритие, съдържащо 1% кобалт с тъгъл на омокряне, (характеризиращ спойваемостта на покритието) 8 - 8,6°, което определя изключително добра спойваемост [112].

- Създадена е комбинирана добавка за съставяне и коригиране на сулфатни елетролити за отлагане на блестящи покрития от калай и сплавите му, подходящи за приложение в електрониката, приборостроенето, за корозионната защита и др. Електролитът дава възможност за производство както на калаени, така и на сплавни калаени покрития, обогатени с кобалт, никел, цинк, бисмут [113].

### **5. 4. Анализ на методи и техники за отлагане на покрития по безтоков метод и перспективи за наземно и аерокосмическо приложение.**

В публикациите [98, 95,97,103] е направен е обстоен преглед, анализ и изводи за състоянието на проблема, отнасящ се до методи и техники за отлагане на покрития по безтоков метод и перспективите за наземно и аерокосмическо

приложение във връзка с бъдещи участия в европейските програми Хоризонт 2020, ЕКА и конкурси към ФНИ. Основание за увереност на доц. д-р З. Карагъзова и нейните сътрудници дават положителните резултати, получени от образец, покрит с никел по безтоков метод, престоял в космоса в продължение на около 24 месеца при изпълнение на експерименти по проект "Обстановка". Основното внимание в обзора е насочено към алуминиеви и магнезиеви сплави предвид на уникалната комбинация от малко тегло и висока якост, много подходяща за приложение в самолетостроенето, ракетната и космическа индустрия.

Представено е кратко изследване на подходящи техники и методи за модификация на повърхността на алуминиеви и магнезиеви сплави чрез отлагане на покрития за получаване на нови, подобрени повърхностни характеристики на материалите и за разширение на областите на приложенията им. Направена е оценка на възможностите за създаване на нови методи и технологии за нанасяне на безтокови никелови и композитни никелови покрития върху алуминиеви и магнезиеви сплави, които да отговарят на критерии и специфичните условия на експлоатация в авиационната и космическа индустрия.

#### **5.5. Производство и приложение на наноразмерен диамантен прах, произведен по взривен метод [91,93]**

- Разработени са технологичните етапи в производство на наноразмерен диамантен прах, получен по взривен метод, които включват последователно детонационен синтез, почистване на шихтата, модификация на диамантената повърхност за деагрегация на частиците, характеризирани на свойствата на наноразмерни диамантени частици.

- Анализирани са теоретичните предпоставки за синтез и необходимите условия за реализирането му, като наличие на отрицателен кислороден баланс, осигуряващ излишък на свободен въглерод, налягане от 16-23 GPa и температури над 3000°K, условия за бързо охлаждане, за да се избегне графитизацията на получения диамант, нискокислородна атмосфера, за да се избегне изгарянето му и са представени перспективите за неговото производство и области на приложение.

#### **5.6. Екстракция на рений [77]**

- Разработен е метод за извличане с висока степен на чистота на един от най-редките елементи с изключителни физико-химични и механични свойства - рений, който намира приложение при изготвянето на специални високотемпературни сплави в авиокосмическата индустрия и енергетиката, в Re-Pt катализатори за получаване на безоловен, високо октанов бензин, изотопи на Re при лечението на рак на белите дробове.

- Предложен е усъвършенстван метод, работещ с повишена ефективност на екстракционното извличане и по-пълно насищане на екстрагента с рений чрез обработката му с азотна киселина, за преминаване от ClO<sub>4</sub>- форма в NO<sub>3</sub>- форма, с което се намалява и броя на екстракционните степени. Получени са чисти рениеви разтвори, съдържащи ~0,001 g/dm<sup>3</sup> молибден, подходящи за електролизно отделяне на рения в чист вид.

#### **5.7. Свойства на композитно покритие апатит-нанодиамант [16]**

- Създадено е ново композитно покритие *апатит-нанодиамант* върху метални импланти за повишаване на адхезията на импланта с костната система.

- Получени са експериментални резултати за по-добри показатели на покритието - плътност, хомогенност, еластичност, твърдост и адхезия към металната основа в сравнение с тези на чистото покритие от апатит.

Считам, че с тези си постижения кандидатът може да бъде отнесен към науката като учен-изследовател с подчертани научни резултати, които уверено са доведени до практически реализации.

## **6. ЗНАЧИМОСТ НА ПРИНОСИТЕ ЗА НАУКАТА И ПРАКТИКАТА**

За значимостта на постиженията на доц. д-р З. Карагъзова в науката и практиката може да се съди по няколко показателя: научните ѝ трудове са цитирани от редица чуждестранни и български учени и изследователи, за което е представена конкретна справка с имена и източници; решават се редица инженерни проблеми в науката и практиката, доказателство за което са големият брой проекти и договори с организации в чужбина и страната, авторски свидетелства и внедрявания, за които са представени необходимите документи.

## **7. КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ. ПРЕПОРЪКИ**

В материалите за конкурса нямам съществени забележки. Като пропуск мога да отбележа, че не са посочени количествените стойности на индекса на списанията за съответната година на отпечатане на публикациите.

## **8. ЛИЧНИ ВПЕЧАТЛЕНИЯ ЗА КАНДИДАТА**

Познавам достатъчно добре доц. д-р Здравка Карагъзова и имам прекрасни впечатления от нея, свързани с участието ни в трибологични международни и национални конгреси и конференции – Световният конгрес по трибология - Торино (2013), BALKANTRIB – Солун, Гърция (2010) и Кападокия, Турция (2017), SERBIATRIB - Крагуевац (2017), BULTRIB - София и др. Особено забележителен е нейният афинитет към научно-изследователска дейност и ерудиция като учен, нейната колегиална коректност, точност и толерантност в нашите взаимоотношения, при съвместни пътувания, участия и дискусии по теми, свързани с покритията и проблемите на трибологията.

## **9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

От всичко казано дотук считам, че по обем и качество научно-изследователската, научно-приложна, педагогическа и експертна дейност на кандидатката доц. д-р Здравка Карагъзова **напълно удовлетворяват изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му.**

Налице са всички необходими компетенции и постижения за една успешна хабилитация на академично ниво „Професор“: наличие на образователна и научна степен „Доктор“; достатъчно на брой и качество публикации в международни списания с импакт фактор и реферирани в Скопус; доклади на авторитетни международни форуми – конгреси, конференции и симпозиуми; научни, научно-приложни и приложни приноси, доказани с участие в голям брой международни и национални проекти, авторски свидетелства, цитирания в чужбина; успешна преподавателска и експертна дейност, свързана с обучение на студенти и млади учени.

Давам висока положителна оценка на единствения кандидат в конкурса доц. д-р Здравка Кирилова Карагъзова и предлагам на Уважаемото научно жури доц. д-р Здравка Кирилова Карагъзова да заеме академичната длъжност „ПРОФЕСОР“ в научна област 5. „Технически науки“, професионално направление 5.6. Материали и материалознание, научна специалност „Динамика, якост и надеждност на машините, уредите, апаратите и системите (нанотехнологии и материали за приложение за космически изследвания)“.

14 май, 2018 г.

РЕЦЕНЗЕНТ: /П/

СОФИЯ

/проф. д-р М. КАНДЕВА-ИВАНОВА/

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

